

**INDICE – VOLUME I**

1.	INTRODUÇÃO	6
2.	OBJETIVO	7
2.1.	Objetivo Geral	7
2.2.	Objetivos específicos	7
3.	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	8
3.1	Aspectos históricos	8
3.2	Aspectos Físicos e Geográficos	0
3.3	Infra-estrutura	11
3.4	Indice de Desenvolvimento Humano	11
3.5	Esporte, Cultura e Turismo	11
3.6	Educação	11
3.7	Saúde	11
3.8	Finanças Públicas	12
3.9	Dados Populacionais	12
4.	CARACATERIZAÇÃO GERAL DA UGRHI	12
4.1	Aspectos gerais	12
4.2	Localização da UGRHI, acessos e limites	12
4.3	Área total da UGRHI e sub-bacias	13
4.4	Municípios que compõem a URGHI	16
4.5	Municípios e Regiões Administrativas	17
4.6	Municípios e Regiões de Governo	18
5.	CARACTERIZAÇÃO FISICA	19
5.1	Geologia	19
5.2	Geomorfologia	19

5.3	Pedologia	20
5.4	Hidrometeorologia	22
5.5	Uso e Ocupação de Solo	23
6.	RESÍDUOS SÓLIDOS – ORIGEM , DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS	25
6.1	Definição	25
6.2	Classificação	25
6.2.1	Quanto à natureza	26
6.2.2	Quanto à categoria	27
6.3	Características dos Resíduos Sólidos	27
6.3.1	Características físicas	29
6.3.2	Características químicas	29
6.3.3	Características biológicas	29
6.4	Influência das características de RSU no planejamento de limpeza	30
6.5	Processos de determinação das principais características físicas	31
6.6	Projeção das quantidades de RSU	32
7.	ACONDICIONAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	33
7.1	Conceito	33
7.2	Importância do acondicionamento adequado	33
7.3	Características dos recipientes para acondicionamento	33
7.4	Formas de acondicionamento	33
7.4.1	Resíduos domiciliares	33
7.4.2	Resíduos públicos	33
7.4.3	Resíduos de grandes geradores	34
7.4.4	Acondicionamento de resíduos domiciliares	34
7.4.5	Acondicionamento de resíduos de fontes especiais	34

8.	COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS	35
8.1	Coleta e transporte de resíduos sólidos domiciliares	35
8.1.1	Conceituação	35
8.1.2	Regularidade, Freqüência e Horários de coleta	35
8.1.3	Horários de coleta	35
8.1.4	Redimensionamento de itinerários da coleta domiciliar	36
8.1.5	Veículos para coleta de resíduo domiciliar	37
8.1.6	Ferramentas e utensílios utilizados na coleta domiciliar	38
8.2	Coleta de resíduos de serviço de saúde	39
6.2.1	Dados gerais	39
6.2.2	Segregação de resíduos de serviço de saúde	39
6.2.3	Coleta separada de resíduos comuns, infectantes e espec.	40
6.2.4	Veículos para coleta de resíduo de serviço de saúde	40
6.2.5	Freqüência da coleta	40
6.2.6	Coleta de materiais perfurocortantes	40
8.3	Quadro comparativo dos serviços de coleta	40
9.	LIMPEZA DE LOGRADOUROS PÚBLICOS	43
9.1	Importância na limpeza de logradouros públicos	43
9.2	Tipos de resíduos nos logradouros	43
9.3	Atividades de limpeza nos logradouros	44
9.4	Redimensionamento de roteiros da varrição manual	44
9.5	Equipamentos manuais para varrição de logradouros	45
9.6	Equipamentos mecanizados para varrição de logradouros	45
9.7	Serviços de capina e raspagem	46
9.8	Serviços de roçagem	46
9.9	Equipamentos mecânicos para roçagem	46
9.10	Redução do lixo publico	47
9.11	Outras atividades relacionadas à limpeza urbana	47

10.	ACONDICIONAMENTO DOS RESÍDUOS	47
10.1	Definição	47
10.2	Condições gerais	48
10.3	Características dos recipientes	48
10.4	Tipos de recipientes	48
10.5	Quadro comparativo de vantagens/desvantagens dos recipientes	49
10.6	Recomendações gerais	50
11.	RECICLAGEM E COLETA SELETIVA	50
11.1	Educação ambiental	51
11.2	Estratégias da coleta seletiva	51
11.3	Coleta seletiva no Brasil	53
11.4	Vantagens e desvantagens da coleta seletiva	54
12.	TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	55
12.1	Conceituação	55
12.2	Tratamento de resíduos domiciliares	55
12.3	Tratamento de resíduos domiciliares especiais	60
12.4	Tratamento de resíduos de fontes especiais	61
13.	DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	64
13.1	Aterro sanitário	64
13.2	Tratamento do chorume	72
13.3	Sistema de drenagem de águas pluviais	75
13.4	Drenagem de gases	74
13.5	Monitoramento ambiental	76
13.6	Monitoramento geotécnico e topográfico	76
13.7	Aterro controlado	76
13.8	Recuperação ambiental de lixões	77
13.9	Disposição final de resíduos sólidos domiciliares	78
13.10	Disposição final de resíduos de fontes especiais	79

14.	GESTAO E GERENCIAMENTO DE RESIDUOS SOLIDOS	81
14.1	Conceituação	81
12.1	Gerenciamento integrado de resíduos sólidos	82
12.2	Experiências de países do mundo na gestão de resíduos sólidos	84
12.3	Considerações finais	89
13.	INVENTARIO ESTADUAL DE RESIDUOS SOLIDOS DOMÉSTICOS	90
13.1	Metodologia	90
14.	LEGISLAÇÃO	94
14.1	Legislação federal	94
14.2	Legislação estadual	96
15.	NORMAS TÉCNICAS	98

## 1. INTRODUÇÃO

A ausência de políticas públicas concretas e estudos técnicos específicos dos resíduos sólidos urbanos, proporciona um dos maiores problemas enfrentados pelas administrações públicas e privadas, o que consequentemente gera inúmeros conflitos urbanos com sérios problemas políticos, sociais, técnicos, econômicos, ambientais e sobretudo de saúde pública.

O crescimento populacional de 1,3% (segundo fontes do IBGE-2001) no país, e índices relativamente mais elevados em alguns municípios brasileiros, reflete direta e proporcionalmente no aumento da geração de resíduos sólidos nos municípios, ampliando o quadro dramático enfrentado pelas administrações públicas e privadas.

Com a elevação na geração de resíduos, aumenta consideravelmente os custos das operações envolvidas com a limpeza, coleta, tratamento e disposição final dos resíduos.

Por outro lado, a crescente preocupação com a escassez e exploração demasiada dos recursos naturais de fontes não renováveis, induz a uma busca pelo desenvolvimento de forma sustentável. Portanto é necessária a busca de alternativas como a minimização do uso dos recursos naturais, a redução, reutilização e reciclagem dos materiais gerados, com vistas ao controle e a prevenção da poluição ambiental, principalmente a poluição dos mananciais da Bacia Hidrográfica do São Jose do Dourados.

Como a geração de resíduos provém em sua maioria pelas atividades humanas, dificilmente será eliminada ou reduzida a zero. Portanto é fundamental a busca pela sua minimização, obedecendo aos limites legais de emissão para o desenvolvimento sustentável das cidades.

Para tanto é imprescindível o trabalho de envolvimento de toda sociedade, sensibilizando-a de suas responsabilidades no sentido de obtenção de mudanças de comportamento, mesmo que de forma lenta e gradual. Sendo assim, as administrações públicas assumem grande parcela da responsabilidade em estabelecer formas de envolvimento da população, integrando-a a um novo cenário para minimização dos impactos causados pela geração de resíduos sólidos.

Em suma, torna-se necessário um planejamento integrado com amplo envolvimento da sociedade em geral, em busca de uma boa gestão e um bom

gerenciamento na questão dos resíduos sólidos, considerando que um planejamento adequado nesta questão, envolve diretamente a Bacia Hidrográfica a qual pertence o município de Nova Canaã Paulista/SP, pois os resíduos sólidos são considerados como um dos maiores poluentes de suas águas.

## 2. OBJETIVO

### ***2.1. Objetivo geral***

O objetivo geral do estudo é diagnosticar e analisar a situação atual dos Resíduos Sólidos Urbanos do município de Nova Canaã Paulista, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, propondo um Plano de Gestão e Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos que possa:

- I – preservar a saúde pública
- II – proteger e melhorar a qualidade do meio ambiente
- III – assegurar a utilização adequada e racional dos recursos naturais
- IV – disciplinar o gerenciamento dos resíduos
- V – gerar benefícios sociais e econômicos.

### ***2.2. Objetivos Específicos***

- 2.2.1. Diagnosticar a situação atual dos Resíduos Sólidos no município Nova Canaã Paulista/SP.
- 2.2.2. Analisar os dados coletados e fazer estudos referentes à geração de resíduos, sistema de coleta, sistema de transporte, tratamento, destinação final, e, programas implantados em vigência.
- 2.2.3. Propor o Plano de Gestão e Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais gerados.
- 2.2.4. Efetuar estudos e análises dos dados coletados;
- 2.2.5. Propor ações corretivas em programas e projetos implantados;
- 2.2.6. Integrar ações, programas e projetos implantados;
- 2.2.7. Propor novas ações, programas e projetos;

- 2.2.8. Criar instrumentos de políticas públicas para aperfeiçoamento do sistema;
- 2.2.9. Implantar arranjos institucionais estabelecendo as respectivas competências na área de estudo, definindo os agentes e suas responsabilidades.

### **3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICIPIO DE NOVA CANAÃ PAULISTA**

#### **3.1. Aspectos históricos**

Nova Canaã Paulista, localizada no Estado de São Paulo, foi fundada no dia 29 de junho de 1954, por Inork Conceição da Silva, em terras adquiridas da Companhia de Agricultura, Imigração e Colonização — CAIC, companhia esta que teve um desempenho significativo na expansão do povoamento do Estado de São Paulo, sobretudo na primeira metade do século XX, atuando especificamente na área de imigração, estimulando a policultura e a pequena propriedade.

As terras que formaram o perímetro urbano inicial, limítrofes à cidade foram adquiridas na década de 40, pelo fazendeiro Stamalo, que com a parceria de dois outros fazendeiros adquiriram 6.000 (seis mil) alqueires remanescentes das terras da antiga Fazenda Ponte Pensa.

Fundada a Vila de Nova Canaã, coube a José Francisco da Silva conhecido como “Zé Chico”, morador da época, a comercialização dos lotes que formaram o traçado planimétrico urbano.

As terras da área geográfica pertenciam então ao Município de Santa Fé do Sul.

Nova Canaã foi elevada à categoria de Distrito no dia 28 de fevereiro de 1964, por força da Lei Estadual nº 8.092 e nesta ocasião delimitou-se a área distrital dentro do Município de Três Fronteiras.

Nova Canaã emancipou-se por força da Lei Estadual nº 7.664, de 30 de dezembro de 1991 e a instalação do Município efetivou-se em 1º de janeiro de 1993. Com a emancipação política ocorreu a alteração do nome da cidade de Nova Canaã para Nova Canaã Paulista.

O Município é dividido em um bairro urbano (localizado na sede do Município – Centro); cinco bairros rurais (Bairro do Loro, Córrego do Engano, Córrego do Cervo, Córrego Nupeba e Córrego do Machadinho) e um povoado, denominado Socimbra.

Encravada no noroeste do Estado de São Paulo, no antigo sertão de Rio Preto, na rota centenária da Estrada Boiadeira que demanda à Cuiabá - MT.

**O primeiro prefeito** da cidade de Nova Canaã Paulista, eleito para o período de 01 de janeiro de 1993 a 31 de dezembro de 1996 foi o senhor Carlos Aparecido Martines Alves, comerciante na época, nascido em Nova Canaã, em 07 de dezembro de 1963, casado com a senhora Claudiane Marim Segura Alves. Teve como seu vice-prefeito o senhor Israel Lindolfo, lavrador, casado, nascido em 07 de agosto de 1943 e residente no povoado de Socimbra, neste Município.

**O primeiro presidente da Câmara** foi o senhor PEDRO FELTRIM, nascido em 07 de janeiro de 1957 e na época residente no povoado de Socimbra, neste Município, que exerceu o mandato entre 1º de janeiro de 1993 a 31 de dezembro de 1994.

Em seu segundo mandato o Município foi administrado pelo senhor Nelson Eigi Matushima, casado, nascido em 18 de setembro de 1950, na cidade de Guararapes, que teve como vice-prefeito o jovem Silvano Cézar Moreira, solteiro, nascido em 27 de julho de 1971, na cidade de Urânia.

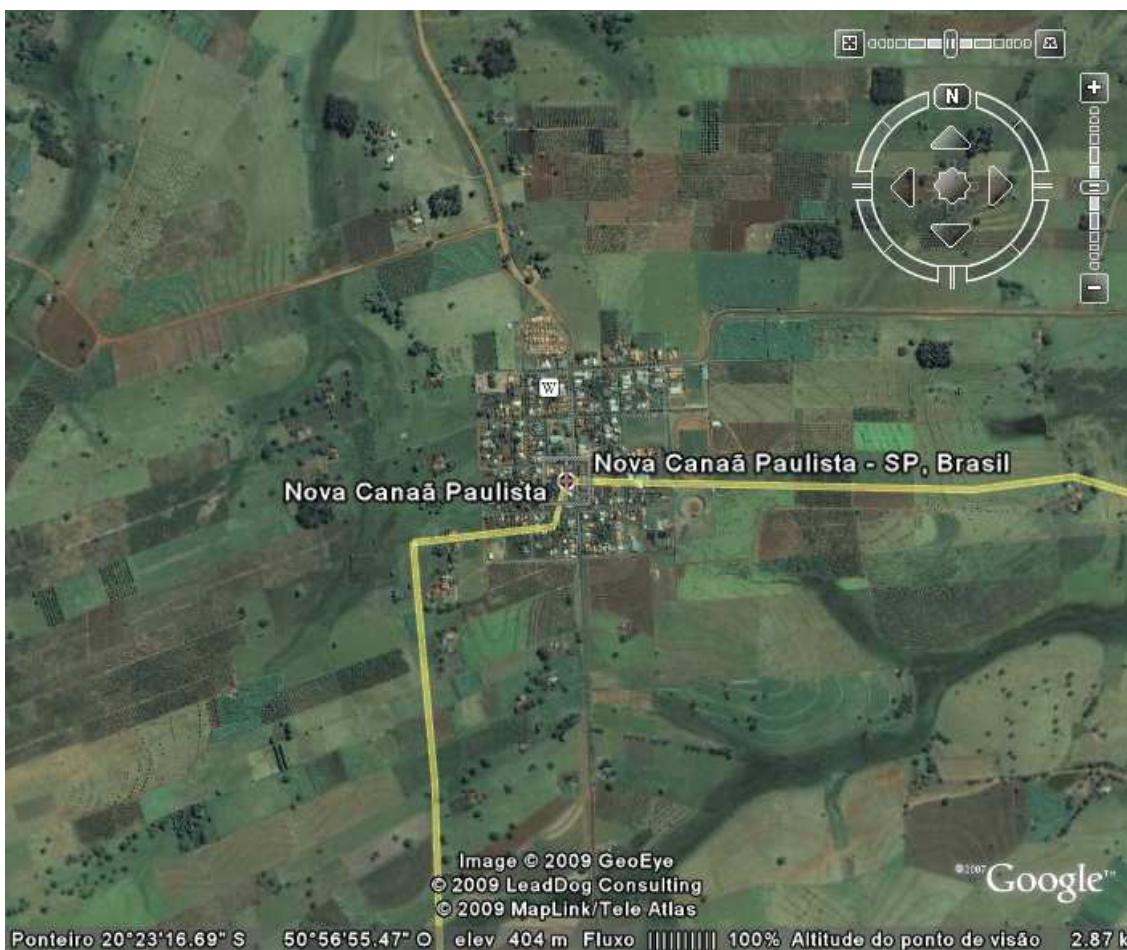
No terceiro mandato voltou a administrar o Município o senhor Carlos Aparecido Martines Alves, juntamente com o senhor Alcides Paulo Viana Brassaloti, vice-prefeito.

No quarto e atual mandato, foi reeleito o senhor Carlos Aparecido Martines Alves, tendo como vice-prefeito o senhor Israel Lindolfo.

São **símbolos do Município** de Nova Canaã Paulista: o Brasão de Armas Municipal, a Bandeira Municipal e o Hino Municipal.

### **3.2. Aspectos Físicos e Geográficos**

- Localização: o município de Nova Canaã Paulista/SP localiza-se ao extremo noroeste paulista, pertencente à 8ª Região Administrativa de São Jose do Rio Preto, a 20º 23'1661" S 50º56'5547" O.



- Extensão territorial: 124 km<sup>2</sup>.
- Distância da capital do Estado: 650 km.
- Bacia Hidrográfica: Baixo São José dos Dourados.
- Divisas:
  - Oeste: Palmeira D'Oeste
  - Norte: Santa Fé do Sul
  - Leste: Ilha Solteira
  - Sul: Suzanápolis
- Altitude: 405 metros acima do nível do mar.
- Temperatura média: 23º C
- Topografia: plana, levemente ondulada.
- Clima: tropical úmido.

### **3.3. Infra-estrutura**

- Transporte: - SP-320 – Rodovia Euclides da Cunha
  - SP-595 – Rodovia dos Barrageiros
- Energia Elétrica: Elektro S/A.
- Saneamento Básico: SABESP/SP.
- Telecomunicação: TELEFONICA S/A
- Habitação: Departamento Municipal de Obras.

### **3.4. Índice de Desenvolvimento Humano**

- IDH-M : 0,726
- IDH-M Renda: 0,634
- IDH-M Longevidade: 0,747
- IDH-M Educação: 0,796

### **3.5. Turismo , Esporte e Cultura**

- Estádio Municipal
- Centro Comunitário
- Centro de Lazer do Trabalhador
- Recinto de Exposição e Feiras
- Praças Municipais

### **3.6. Educação**

- Creche: 1 unidade municipal
- Ensino Infantil: 1 unidade municipal.
- Ensino Fundamental e Médio: 1 unidades municipais.
- Ensino Médio : 1 unidade estadual.

### **3.7. Saude**

- Unidade Básica de Saude de Nova Canaã Paulista
- Unidade Básica de Saude de Socimbra

### **3.8. Finanças Publicas (2008)**

- Receite geral: R\$ 7.408.788,51
- Despesa geral: R\$ 7.0376.430,23

### **3.9. Dados populacionais**

- População total: 2.205 habitantes (2007)
- Densidade populacional: 17,78 hab./km<sup>2</sup>

## **4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UGRHI**

### **4.1. Aspectos gerais**

A Bacia Hidrográfica do Rio São José do Dourados foi definida como Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 18 (UGRHI-18) PELA Lei nº 9.034/94, de 27/12/1994, que dispôs sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos para o Biênio 1994/1995.

Está localizada no extremo Noroeste do Estado de São Paulo, possuindo 6.825 Km<sup>2</sup> de extensão territorial (segundo SMA 1997), abrangendo área de 41 municípios, dos quais 25 com sede em seu território.

É definida pelo Rio São José dos Dourados e seus tributários, além de porções de áreas drenadas diretamente para o Rio Paraná, situadas na porção oeste da Bacia.

Dos 25 municípios pertencentes à Bacia do Rio São Jose do Dourados, 14 possuem parte de suas áreas em bacias adjacentes, enquanto que 16 municípios pertencentes a outras bacias possuem parte de suas áreas na UGRHI-18.

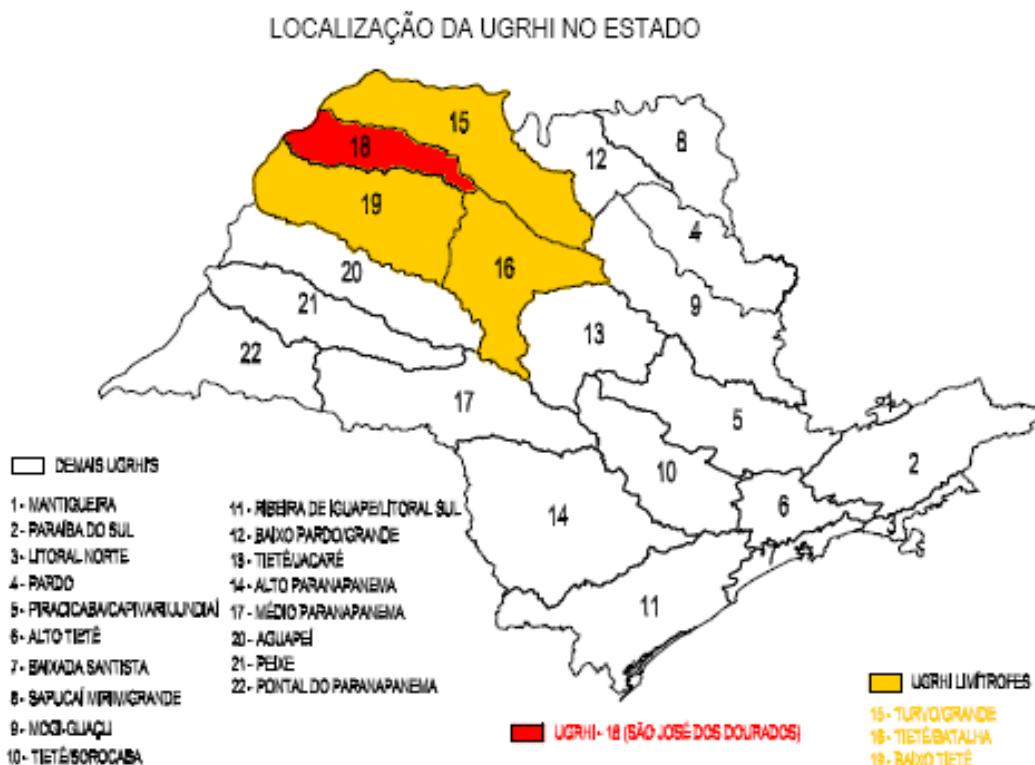
### **4.2. Localização da UGRHI, acessos e limites**

A bacia do Rio São Jose dos Dourados localiza-se no Noroeste do estado de São Paulo e apresenta como principal via de acesso, a partir da capital paulista, a Rodovia Washington Luiz (SP-310), que tem inicio na altura do Km 154 da Rodovia Anhanguera (SP-330) e dirige-se para noroeste, atingindo São Jose do Rio Preto e Mirassol, onde adentra a área da UGRHI, em seu extremo sudeste. A partir daí, passa por Monte Aprazível e bordeja a área pelo Sul, seguindo de sudeste para noroeste, ate a cidade de Ilha Solteira. Pelo flanco norte, no mesmo sentido, tem-se a Rodovia Euclides da Cunha (SP-320), a partir da cidade de Mirassol, ate praticamente o extremo

noroeste da UGRHI. São duas importantes vias de ligação com o centro-oeste do país através do estado de Mato Grosso do Sul. Além destas rodovias, extensa malha viária corta a área da Bacia, destacando-se a SP-463, que faz ligação com o estado de Minas Gerais, através do Rio Grande, um pouco a jusante da Usina Jose E. de Morais (água Vermelha).

A UGRHI-18 faz limite, a norte e leste, com a UGRHI-15 (Turvo/Grande), a oeste com o estado de Mato Grosso do Sul, pelas águas do reservatório de Ilha Solteira, a sudeste com a UGRHI-16 (Tietê/Batalha) e a Sul, com a UGRHI-19 (Baixo Tietê).

A figura abaixo mostra a localização da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados no Estado e seus limites.



### 4.3. Área total da UGRHI e sub-bacias

#### 4.3.1. Área da UGRHI

A bacia do Rio São José dos Dourados possui uma área total de 6.805,2 km<sup>2</sup> calculada a partir de base cartográfica.

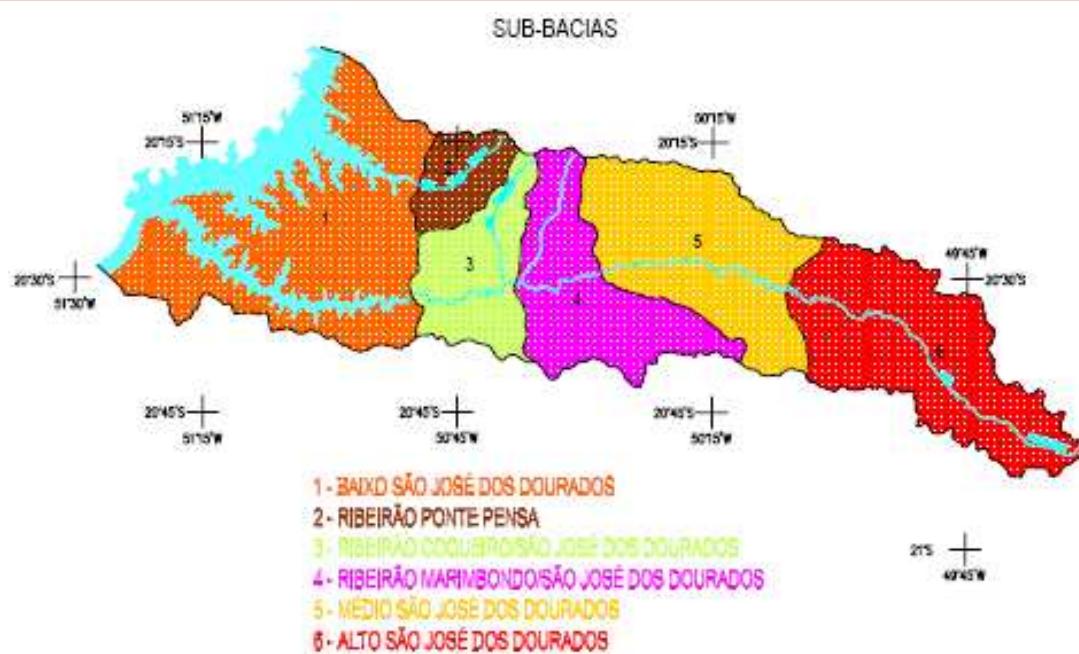
Desta área total, 6.439,3 km<sup>2</sup> correspondem realmente a terrenos que compõem a Bacia, enquanto que 365,9 km<sup>2</sup> constituem-se em áreas cobertas pelas águas do reservatório de Ilha Solteira, no Rio Paraná.

A área da bacia Hidrográfica do Rio São Jose dos Dourados foi objeto de divisão em sub-bacias. Tal divisão foi feita basicamente, quanto à bacia do Rio São Jose dos Dourados, a qual foi subdividida em três: Alto, Médio e Baixo São José dos Dourados. Esta ultima, abrangendo área onde a maior parte do rio comporta-se praticamente como reservatório. A figura abaixo apresenta a localização das sub-bacias dentro da área da UGHRI.

Desta forma, obtiveram-se 06 sub-bacias as quais foram designadas com o nome do curso d'água principal ou com dois nomes das drenagens principais. A tabela abaixo apresenta a relação (número e nome) das sub-bacias adotadas neste trabalho (com ordenação aproximadamente de oeste para leste e de norte para sul, nesta ordem).

**TABELA 3.1 - Sub-Bacias da UGRHI e a área total de cada uma, em km<sup>2</sup>.**

Nº	SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )
1	Baixo São José dos Dourados	2.243,5
2	Ribeirão Ponte Pensa	305,6
3	R.Coqueiro/S.J.Dourados	639,5
4	R.Marimbondos/S.J.Dourados	937,0
5	Médio São José dos Dourados	1.285,2
6	Alto São José dos Dourados	1.394,4



A sub-bacia de numero 1 abrange toda a faixa oeste da área da UGRHI que drena diretamente para o reservatório de Ilha Solteira, de forma que sua área compreende também uma parte coberta pelas águas desse reservatório.

A sub-bacia 2 corresponde ao trecho do Ribeirão da Ponte Pensa antes do represamento do reservatório de Ilha Solteira, ocupando pequena porção a norte da bacia. As demais representam trechos intermediários do Rio São Jose dos Dourados ate suas cabeceiras no extremo sudeste.

A tabela abaixo apresenta a área de cada uma das sub-bacias, os municípios que as compõem (parcial ou totalmente) , quer pertençam à UGRHI-18 ou não, além das porcentagens que a área de cada município representa no total da bacia. No caso da sub-bacia 1, que apresenta interface com o reservatório de Ilha Solteira, são destacadas as áreas emersas e as submersas, tanto da sub-bacia como de cada um dos municípios integrantes.

Nº da Sub-Bacia	NOME DA SUB-BACIA	Área Total (km <sup>2</sup> )	MUNICÍPIO	Área (km <sup>2</sup> )		Total km <sup>2</sup>	%
				Emersa	Submersa		
1	Baixo São José dos Dourados	1.877,550 365,932	APARECIDA D'OESTE	177,590	3,553	181,143	9,6%
			ILHA SOLTEIRA	400,108	186,018	586,126	30,2%
			ITAPURA	19,775	4,381	24,156	1,3%
			MARINOPOLIS	40,027	0,350	40,377	2,2%
			NOVA CANAÁ PAULISTA	118,457	3,614	122,071	6,5%
			PALMEIRA D'OESTE	6,408		6,408	0,3%
			PEREIRA BARRETO	189,304	22,370	211,674	11,3%
			RUBINEIA	150,911	90,195	241,106	12,8%
			SANTA CLARA D'OESTE	10,085	1,808	11,893	0,6%
			SANTA FÉ DO SUL	181,268	27,888	189,124	10,1%
			SANTANA DA PONTE PENSA	37,855	0,272	38,126	2,0%
			SUD MENNUCCI	146,240	6,643	152,882	8,1%
			SUZANAPOLIS	297,733	31,817	329,560	17,6%
			TRÊS FRONTEIRAS	121,790	7,055	128,846	6,9%

#### 4.3.2. Descrição da Sub-bacia 1.

A Sub-bacia 1, denominada baixo São José dos Dourados, localiza-se no extremo oeste da UGRHI, englobando os cursos baixos das drenagens que assumem comportamento de lago em função do reservatório de Ilha Solteira, destacando-se o Rio São José dos Dourados e o Ribeirão Ponte Pensa (incluindo seus tributários) e, dentre outros menores, os córregos Limoeiro e Macuco, que drenam diretamente para o referido reservatório. Destaque também para o canal de Pereira Barreto, que liga os rios São José dos Dourados e Tiete, parte integrante da Hidrovia Tiete-Paraná.

Abrange uma área total de 2.243,5 km<sup>2</sup> ocupando as terras de menor altitude da área da UGRHI. As cotas mais baixas (pouco inferiores a 300 m) ocorrem no oeste, junto à cidade de Ilha Solteira, cotas intermediárias (446 m) situam-se próximos às cidades de Santa Fé do Sul e Aparecida D'Oeste. O ponto mais alto desta sub-bacia (475m) localiza-se em Santana da Ponte Pensa, no limite com a sub-bacia 2 (Ribeirão da Ponte Pensa).

Os maiores aglomerados urbanos são Ilha Solteira e Santa Fé do Sul, cujas sedes situam-se nos extremos sudoeste e norte da sub-bacia respectivamente.

#### 4.4. Municípios que compõem a URGHI

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados conta com 25 municípios cuja sede situa-se em sua área. Destes, 11 estão totalmente dentro da área da Bacia, enquanto que 14 municípios apresentam parte de suas áreas em UGRHI adjacentes. Por outro lado, 16 municípios com sede em outras UGRHI apresentam parte de suas áreas dentro da Bacia do Rio São José dos Dourados. A figura abaixo apresenta em

ordem alfabética a localização dos 25 municípios com sede em outra UGRHI, mas com parte de sua área na UGRHI-18.



#### 4.5. Municípios e Regiões Administrativas

Os municípios com área na UGRHI-18 distribuem-se em duas regiões administrativas do Estado de São Paulo: Araçatuba e São José do Rio Preto.

A região administrativa de São José do Rio Preto compreende 32 municípios com área na UGRHI, sendo 19 com sede na própria Bacia do Rio São Jose dos Dourados e 13 com sede em outra UGRHI, enquanto que a região administrativa de Araçatuba possui 9 municípios com área na Bacia do Rio São Jose dos Dourados, sendo 6 com sede nesta e 3 com sede em outra Unidade Hidrográfica.

A figura abaixo apresenta a distribuição dos 41 municípios que possuem área (total ou em parte) na UGRHI-18, com indicação da Região Administrativa a que pertence.



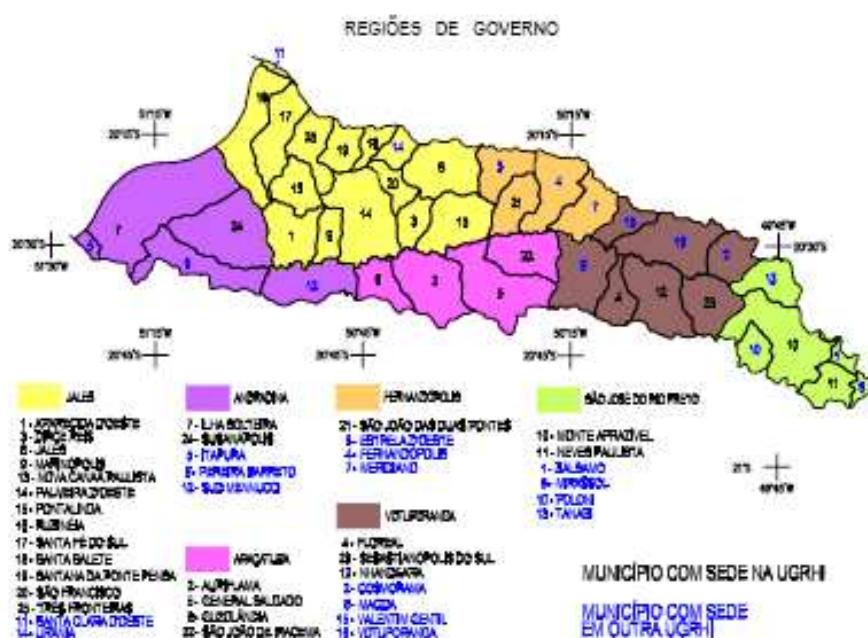
#### 4.6. Municípios e Regiões de Governo

São 6 as Regiões de Governo em que se distribuem os 41 municípios com área na Bacia do Rio São Jose dos Dourados: Jales, Fernandópolis, Votuporanga, Araçatuba, Andradina e São José do Rio Preto.

A região de Governo de Jales possui 15 municípios no extremo oeste-noroeste da UGRHI, sendo 13 com sede na Bacia do Rio de São Jose dos Dourados e 2 com sede na Bacia do Turvo/Grande, enquanto que a região de Governo de Andradina contem 5 municípios, sendo 2 na UGRHI-18 e 3 com sede na UGRHI-19 (Baixo-Tiête).

As regiões de Governo de Votuporanga, Fernandópolis e Araçatuba englobam municípios de porção central da UGRHI-18, a primeira com 7 municípios, 3 com sede na UGRHI-15 e 1 na UGRHI-19, a segunda com 4 municípios, 3 deles com sede na Bacia do Turvo/Grande e 1 com sede na Bacia do Rio São Jose dos Dourados e a terceira com 4 municípios todos com sede na UGRHI-18.

A região de São Jose do Rio Preto engloba 6 municípios da porção sudeste da bacia, dos quais 3 têm sede na UGRHI-15, 1 na UGRHI-16 e 2 municípios têm sede na UGRHI-18.



### **3.11. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA**

### **3.11.1. Geologia**

As unidades geológicas que afloram na área da bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados são as rochas ígneas basálticas da Formação Serra Geral, as rochas sedimentares dos Grupos Caiuá e Bauru (pertencentes à Bacia Bauru) e os sedimentos quaternários associados à rede de drenagem.

Dada à importância como aquífero para a UGRHI, são também descritas as duas unidades arenosa (formações Botucatu e Pirambóia) situadas estratigraficamente abaixo dos derrames basálticos da Formação Serra Geral e que, conjuntamente, formam o denominado Grupo São Bento (Bacia do Paraná).

### 3.11.2. Geomorfologia

A bacia do Rio São José dos Dourados acha-se incluída inteiramente na Província do Planalto Ocidental Paulista, segundo a subdivisão geomorfológica do Estado de São Paulo proposta por ALMEIDA(1964) e adotada no mapa Geomorfológico de estado de São Paulo (IPT 1981).

### 3.11.2.1 Planalto Ocidental Paulista

Este Planalto, definido como uma das províncias geomorfológicas do Estado de São Paulo por ALMEIDA (1964) corresponde, geologicamente, aos derrames basálticos (Formação Serra Geral) que cobrem as unidades sedimentares do final do ciclo de deposição da Bacia do Paraná e às coberturas sedimentares que, por sua vez, foram depositadas na Bacia Bauru e correspondem aos grupos Caiuá (Formação Santo Anastácio) e Bauru (formações Vale do Rio do Peixe e São José do Rio Preto), que ocorrem acima desses basaltos.

Caracteriza-se por apresentar um relevo “monótono”, levemente ondulado, com predomínio das colinas que variam de amplas a medias.

### 3.11.3. Pedologia

São quatro os principais tipos de solos caracterizados na área da UGRHI: Latossolos Roxos, Latossolos Vermelho Escuros, Podzólicos Vermelho Escuros e Podzólicos Vermelho Amarelos. Estes solos encontram-se cartograficamente individualizados e também na forma de associações de dois ou mais tipos , dentre os quais incluem-se Solos Litólicos.

Vejamos algumas características desse tipo de solo (Relatório Zero da Bacia do São José dos Dourados):

**3.11.3.1. Podzólicos Vermelho Escuros:** são solos arenosos, mostrando perfil bem desenvolvido, profundidade mediana (1,5 m a 2,0 m) e horizontes bem demarcados. Originam-se dos arenitos da Formação Santo Anastácio (Grupo Caiuá) e Grupo Bauru, associados a relevo de colinas amplas e médias e restringindo-se à porção oeste-noroeste da UGRHI.

Apresentam comportamento variável em relação à fertilidade, como resultado das características do material original. Entretanto, respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos. Permite o uso de máquinas agrícolas sem muitas restrições. São solos suscetíveis à erosão, cuja dimensão do fenômeno será tanto maior quanto mais declivoso for o relevo.

3.11.3.2. **Podzólicos Vermelho Amarelos:** constituem, na UGRHI, uma classe de solos arenosos, bem desenvolvidos, com boa drenagem e normalmente ácidos. Originam-se dos sedimentos cretácicos da Bacia Bauru, aparecendo em relevo de colinas amplas, médias ou morros alongados e espiões, distribuindo-se, portanto, em praticamente toda a UGRHI do São Jose dos Dourados.

Dada a diversidade de situações em que ocorrem e aos atributos de interesse agronômico, torna-se difícil generalizar as qualidades para esta classe como um todo. Em alguns tipos, têm-se limitações relacionadas à suscetibilidade à erosão, crescente em função do aumento de declives. Nos locais de relevo acidentado, têm-se também, a ocorrência da pedregosidade e texturas cascalhosas, o que limita significativamente o seu uso agronômico.

3.11.3.3. **Solos Litólicos:** são solos de pequena espessura (20 cm a 40 cm), pouco desenvolvidos, que ocorrem sobre rochas pouco alteradas ou sãs, ou sobre materiais com grande quantidade de cascalho e fragmentos de rocha. Na Bacia, estes solos encontram-se associados e condicionados a relevos movimentados, em posições de encostas muito declivosas, como por exemplo na região das sub-bacias entre o médio e baixo São Jose dos Dourados, ou seja, nos setores de cabeceiras dos afluentes do Rio São José dos Dourados e Ribeirão da Ponte Pensa.

Dadas as características gerais, os solos litólicos têm utilização agrícola muito restrita, sendo suas áreas de ocorrência mais indicadas para estabelecimento de locais de preservação das reservas naturais, reflorestamento ou pastagens.

3.11.3.4. **Latossolos Roxos:** são solos de textura argilosa a muito argilosa, de perfil normalmente profundo, onde o teor de argila diminui lentamente com o aumento da profundidade. Originam-se da desagregação e alteração dos basaltos da Formação Serra Geral e ocorrem em relevo de colinas amplas.

Estes solos possuem grande significado agrícola, pelas suas qualidades naturais ou facilmente adquiridas por meio da aplicação de fertilizantes e corretivos. Associados a relevo suavemente ondulado, com declividade raramente maior do que 7%, apresentam boa resistência à erosão (exceto em declives maiores que 3%).

Associada aos latossolos roxos, observa-se com muita freqüência a ocorrência localizada (normalmente nos locais onde o relevo é mais movimentado) da terra roxa estruturada, que se distingue dos primeiros pela sua estruturação interna.

**3.11.3.5. Latossolos Vermelho Escuros:** são solos arenosos, muito profundos, cujos horizontes são pouco diferenciados, observando-se teores de argila no horizonte B entre 16% e 85%. Originam-se da alteração do substrato arenítico do Grupo Bauru associado com basaltos da Formação Serra Geral, predominando em áreas significativas da sub-bacia do baixo São José dos Dourados.

São solos habitualmente espessos que favorecem o lavradio e a drenagem interna; entretanto, são muito heterogêneos em relação à fertilidade e à textura pelo variável conteúdo em argila, o que resulta em apreciável disparidade quanto à infiltração e à capacidade de retenção de água e nutrientes. Em declives superiores a 3%, apresentam risco de erosão. Em geral respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos que, associado às outras características citadas e ao fato de ocorrerem em relevos planos e ondulados suaves, são fatores determinantes para o uso intenso e extenso em várias culturas na área da UGRHI.

#### **3.11.4. Hidrometeorologia**

Este tópico foi desenvolvido procurando-se apresentar a caracterização climática da Bacia situando-a no contexto do estado de São Paulo.

A caracterização climática da bacia do Rio São José dos Dourados foi elaborada a partir de trabalhos existente, com ênfase maior para aqueles que tratam das chuvas, elemento considerado de grande importância em estudos dessa natureza.

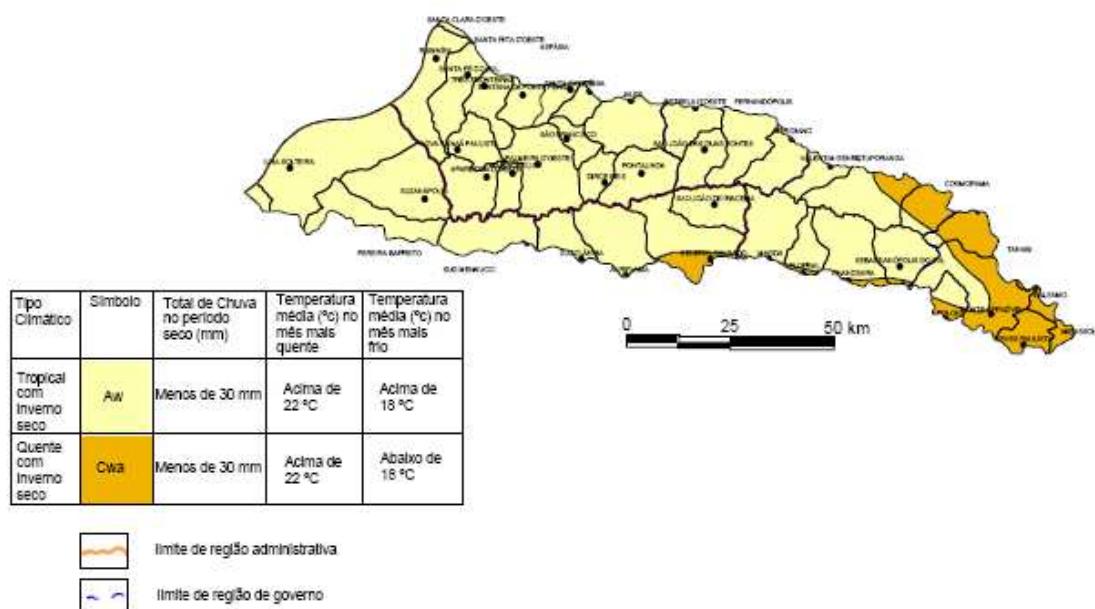
##### **3.11.4.1. Caracterização climática da Bacia do Rio São Jose dos Dourados**

De acordo com SETZER (1966), com base na classificação climática proposta por Koeppen, existem na Bacia dois tipos climáticos:

- a) o clima Aw é tropical úmido com estiagem no inverno. O total de chuva no período seco é inferior a 30 mm; a temperatura media no mês mais quente é superior a 22°C, e no mês mais frio superior a 18°C;
- b) o clima Cwa, quente e úmido, com inverno seco. Apresenta no mês mais seco totais de chuvas inferiores a 30 mm; temperaturas medias superiores a 22°C no mês mais

quente, e temperaturas menores que 18°C no mês mais frio. Compreende a porção extremo-leste da Bacia (Neves Paulista e Monte Aprazível)

Tipo Climático	Símbolo	Total de chuva no período seco	Temperatura média no mês mais quente	Temperatura média no mês mais frio
Tropical úmido com inverno seco	Aw	Menos de 30 mm	Acima de 22 °C	Acima de 18 °C
Quente úmido com inverno seco	Cwa	Menos de 30 mm	Acima de 22 °C	Abaixo de 18 °C



### **3.11.5. Uso e Ocupação do Solo**

Para elaboração do mapa de Uso e Ocupação de Solo da Bacia Hidrográfica do Rio São Jose dos Dourados, optou-se por realizar classificação automática, em função da inexistência de produtos cartográficos que contemplassem os parâmetros de escala e extensão de toda a área da Bacia.

O mapa de Uso e Ocupação de Solo foi elaborado a partir de imagens do satélite Landsat-5/TM, cena 221/74, de 18/08/1997, e cena 222/74, de 22/06/1997. As imagens foram georreferenciadas, mosaicas e classificadas pelo Software

PCI/EASI/PEACE 6.2.2, a partir do Classificador Supervisionado DE MAXIMA VEROSSIMILHANÇA, o qual utiliza amostras definidas pelo próprio usuário.

Para realizar a classificação automática foram definidas as seguintes categorias de Uso e Ocupação de terras: Cobertura Vegetal Nativa, Atividades Agrícolas e Pastagens.

A vegetação natural é a que sucede a derrubada seletiva das matas. As classes de vegetação natural referem-se aos povoamentos de florestas naturais bastante alteradas ou em estado de regeneração bastante avançado. São constituídas por indivíduos lenhosos, árvores finas compactamente dispostas, e por espécies espontâneas que invadem as áreas devastadas, apresentando desde porte arbustivo (médio/baixo) até arbóreo (alto/médio). Na região de Três Fronteiras observa-se pontos de cobertura vegetal nativa.

As pastagens abrangem as pastagens artificiais ou plantio de forrageiras para pastoreio, em diversos níveis de tecnificação e manejo, alem de pastagens de vegetação espontânea que sobrevém aos desmatamentos, podendo ou não ser melhoradas com espécies gramíneas exóticas. Incluem-se as coberturas residuais baixas, ate rasteiras, representadas por glebas aparentemente desprovidas de cuidados e com cobertura de solo variável. São áreas de pastagens abandonadas ou já cultivadas, onde ocorrem predominantemente espécies de porte baixo a rasteiro, formando os “pastos sujos” ou “samambaias”. Na região de Três Fronteiras há predominância de pastagens e, em geral são predominantes em toda Bacia.

## 4. RESÍDUOS SÓLIDOS :DEFINIÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS

### 4.1. Definição

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – define resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólidos ou semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstico, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes do sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d’água, ou exijam para isso soluções técnicas economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT-1987).

### 4.2. Classificação

#### 4.2.1. Quanto à natureza (*riscos potenciais de contaminação do meio ambiente – NBR 10.004, ABNT*):

- a)- Resíduo de Classe I - Perigosos
- b)- Resíduos de Classe II – Não Inertes
- c)- Resíduos de Classe III – Inertes
  - a) Resíduos de Classe I – Perigosos: são aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogênicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou depositados de forma inadequada.
  - b) Resíduos de Classe II – Não Inertes: são os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos de classe I – Perigosos ou Classe III – Inertes.
  - c) Resíduos de Classe III – Inertes: são aqueles resíduos que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e

que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização, segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H a NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

#### **4.2.2. Quanto à categoria:**

- a) Resíduos Urbanos: provenientes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como resíduos de limpeza pública urbana;
- b) Resíduos Industriais: provenientes de atividades de pesquisa e produção de bens, bem como os provenientes das atividades de mineração e aqueles gerados em áreas de utilidades e manutenção dos estabelecimentos industriais;
- c) Resíduos de Serviço de Saúde: provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial às populações humanas ou animal, centros de pesquisas, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde, bem como os medicamentos vencidos ou deteriorados;
- d) Resíduos de Atividades Rurais: provenientes de atividade agrosilvopastoril, inclusive os resíduos de insumos utilizados nestas atividades;
- e) Resíduos de Serviços de Transporte: decorrentes da atividade de transporte e os provenientes de portos, aeroportos, terminais rodoviários, ferroviários, portuários e postos de fronteiras;
- f) Rejeitos radioativos: materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados de acordo com a norma da Comissão nacional de Energia Nuclear – CNEN, e que seja de utilização imprópria ou não prevista.

#### **4.3 Características dos resíduos sólidos**

As características dos resíduos sólidos variam em função dos aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos da população. São classificados segundo suas características físicas, químicas e biológicas.

A tabela 1. Demonstra a variação das composições do lixo em alguns países, deduzindo-se que a participação da matéria orgânica tende a se reduzir nos países mais desenvolvidos ou industrializados, provavelmente em função da tecnologia avançada no setor de alimentação.

COMPOSTO	BRASIL	ALEMANHA	EUA
MATÉRIA ORGÂNICA	65,00	61,20	35,60
VIDRO	3,00	10,40	8,20
METAL	4,00	3,80	8,70
PLÁSTICO	3,00	5,80	6,50
PAPEL	25,00	18,00	41,00

Tabela 1. Fonte: SEDU.

##### **4.3.1. Características Físicas**

De acordo com a NBR 10.004 da ABNT, os resíduos sólidos são classificados em:

- a) Geração Per Capita
- b) Composição Gravimétrica
- c) Peso Específico Aparente
- d) Teor de Umidade
- e) Compressividade

**a) Geração Per Capita:** relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerados diariamente e o número de habitantes da região. No Brasil tal índice está dentro de uma faixa de 0,50 a 0,80 kg/hab/dia, podendo cidades mais desenvolvidas terem índices mais elevados. Na ausência de dados mais precisos, a geração per capita pode ser estimada através da Tabela 2 apresentado a seguir:

FAIXAS MAIS UTILIZADAS DA GERAÇÃO PER CAPITA		
PORTE DA CIDADE	POPULAÇÃO URBANA (HAB)	GERAÇÃO PER CAPITA (KG/HAB/DIA)
Pequena	Até 30 mil	0,50
Média	De 30 mil a 500 mil	De 0,50 a 0,80
Grande	De 500 mil a cinco milhões	De 0,80 a 1,00
Megalópole	Acima de cinco milhões	Acima de 1,00

Tabela 2. Fonte: SEDU.

**b) Composição Gravimétrica:** é o percentual de cada componente dos resíduos em relação ao peso total da amostra analisada.

Componentes mais comuns da composição gravimétrica		
Matéria orgânica	Metal ferroso	Borracha
Papel	Metal não ferroso	Couro
Papelão	Alumínio	Pano/trapos
Plástico rígido	Vidro claro	Ossos
Plástico maleável	Vidro escuro	Cerâmica
PET	madeira	Agregado fino

Tabela 3. Fonte: SEDU.

**c) Peso específico aparente:** é o peso do resíduo solto em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação, expresso em kg/m<sup>3</sup>. Na ausência de dados para dimensionamento de equipamentos e instalações utilizam-se os valores médios de 230 kg/m<sup>3</sup> para peso específico do lixo domiciliar, de 280 kg/m<sup>3</sup> para os resíduos de serviços de saúde e de 1.300 kg/m<sup>3</sup> para peso específico de obras da construção civil.

**d) Teor de umidade:** representa a quantidade de água presente no lixo, medida em percentual do seu peso. Pode-se estimar um teor de umidade de 40 a 60%, sendo que tal parâmetro tem alterações em função das estações do ano e da incidência de chuvas no período.

e) **Compressividade:** é grau de compactação ou a redução do volume que uma massa de lixo pode sofrer quando compactada.

#### 4.3.2. Características Químicas

São classificados em:

- a) Poder calorífico
- b) Potencial hidrogeniônico
- c) Composição química
- d) Relação carbono/nitrogênio (C:N)

- a) **Poder Calorífico:** indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor quando submetido à queima. O lixo domiciliar tem uma média de 5.000 kcal/kg.
- b) **Potencial Hidrogeniônico (pH):** indica o teor de acidez ou alcalinidade dos resíduos, situando-se na faixa de cinco a sete.
- c) **Composição química:** consiste na determinação dos teores de cinza, matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral total, resíduo mineral solúvel e gorduras.
- d) **Relação carbono/nitrogênio (C:N)** : indica o grau de decomposição da matéria orgânica do lixo nos processos de tratamento/disposição final. Tal relação em geral está na ordem de 35/1 a 20/1.

#### 4.3.3. Características Biológicas

São as características determinadas pela população microbiana e dos agentes patogênicos presentes no lixo, que aliado às suas características químicas, permitem que sejam selecionados os métodos de tratamento e disposição final mais adequado.

A característica biológica dos resíduos tem sido utilizadas no desenvolvimento de inibidores de cheiro e retardadores/acceleradores da decomposição da matéria orgânica, normalmente aplicados no interior de veículos de coleta para evitar ou minimizar problema com a população ao longo do percurso dos veículos.

Outro fator importante das características biológicas é o desenvolvimento de processos de destinação final e de recuperação de áreas degradadas.

**4.4 Influência das características dos Resíduos Sólidos no planejamento do sistema de Limpeza Urbana.**

A Tabela 3. demonstra a influência das características dos Resíduos Sólidos Urbanos sobre o planejamento de um sistema integrado de limpeza urbana ou projetos específicos que compõem tal sistema.

<b>INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DO LIXO NA LIMPEZA URBANA</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>IMPORTÂNCIA</b>
<b>Geração per capita</b>	Fundamental para se poder projetar as quantidades de resíduos a coletar e a dispor. Importante no dimensionamento de veículos. Elemento básico para determinação da taxa de coleta, bem como para o correto dimensionamento de todas as unidades que compõem o sistema de limpeza urbana.
<b>Composição gravimétrica</b>	Indica a possibilidade de aproveitamento das frações recicláveis para comercialização e da matéria orgânica para produção de composto orgânico. Quando realizada por regiões da cidade, auxilia a se efetuar um cálculo mais justo da tarifa de coleta e destinação final.
<b>Peso específico aparente</b>	Fundamental para o correto dimensionamento da frota de coleta, assim como de containeres e caçambas estacionárias.
<b>Teor de umidade</b>	Tem influência direta sobre a velocidade de decomposição da matéria orgânica no processo de compostagem. Influencia diretamente o poder calorífico e o peso específico aparente do lixo, concorrendo de forma indireta para o correto dimensionamento de incineradores e usinas de compostagem. Influencia diretamente o cálculo da produção de chorume e o correto dimensionamento do sistema de coleta e de percolados.
<b>Compressividade</b>	Muito importante para o dimensionamento de veículos coletores, estações de transferência para compactação e caçambas compactadoras estacionárias.
<b>Poder calorífico</b>	Influencia o dimensionamento das instalações de todos os processos de tratamento térmico (incineração, pirólise e outros).
<b>Ph</b>	Indica o grau de corrosividade dos resíduos coletados, servindo para estabelecer o tipo de proteção contra corrosão a ser usado em veículos, equipamentos, containeres e caçambas metálicas.
<b>Composição química</b>	Indica a forma mais adequada de tratamento para os resíduos coletados.
<b>Relação C:N</b>	Fundamental para se estabelecer a qualidade do composto produzido
<b>Características biológicas</b>	Fundamentais na fabricação de inibidores de cheiro e de aceleradores e retardadores da decomposição da matéria orgânica do lixo.

Tabela 4. Influência das características do lixo na limpeza urbana.

#### ***4.5 Processos de determinação das principais características físicas***

As principais características físicas do lixo podem ser determinadas através de processos expeditos de campo, suprindo dificuldades financeiras das pequenas prefeituras municipais na contratação de laboratórios específicos para análise, com a adoção de recipientes (latão de 200 litros), balança (capacidade de 150 kg), estufa e equipamentos gerais de limpeza urbana.

Para tal procedimento prático adota-se o seguinte roteiro de trabalho:

- 1º) Preparo da amostra;
- 2º) Determinação do peso específico aparente;
- 3º) Determinação da composição gravimétrica;
- 4º) Determinação do grau de umidade;
- 5º) Cálculo da geração per capita.

##### ***1º) Preparação da amostra***

- coletar amostras com cerca de 3,0 m<sup>3</sup> de volume (lixo sem compactação) de terça a quinta-feira em diversos setores da coleta, entre os dias 10 e 20 do mês (período sem chuvas);
- colocar as amostras sobre lona plástica resistente e mistura-las para obtenção de uma mistura homogênea;
- dividir a fração dos resíduos homogeneizados em quatro partes e selecionar duas partes dos quartos resultantes (sempre opostos) e que serão novamente misturados e homogeneizados;
- repetir o procedimento anterior até que a redução do volume de cada quarto seja inferior a 1,0 m<sup>3</sup>;
- separar a quarta parte do volume e acondicionar os resíduos em cinco recipientes de 200 litros (previamente pesados);
- separar uma porção do quarto restante e retalhá-lo em frações para obtenção de um recipiente de 2 litros com material picotado, fechando-o hermeticamente.

##### ***2º) Determinação do Peso Específico Aparente***

- Pesar cada um dos latões cheios, determinando o peso do lixo (menos a tara);

- Somar os pesos obtidos;
- determinar o peso específico aparente através da soma obtida, expresso em kg/m<sup>3</sup>.

### **3º) Determinação da Composição Gravimétrica**

- Escolher a lista dos materiais que se quer determinar;
- Espalhar o material dos cinco latões sobre uma área plana coberta com lona;
- Separar o lixo de acordo com os componentes desejados;
- Classificar como “outros” os materiais não classificados;
- Pesar cada componente seleccionado;
- Dividir o peso de cada componente pelo peso total da amostra e calcular a composição gravimétrica em termos percentuais.

### **4º) Determinação do Teor de Umidade**

- Pesar a amostra de 2 litros;
- Colocar o conteúdo em estufa a 105°C por um dia;
- Pesar o material seco até que os resíduos apresentem peso constante;
- Subtrair o peso da amostra úmida do peso do material seco e determinar o teor de umidade em termos percentuais.

### **5º) Cálculo da Geração Per Capita**

- Medir o volume do lixo encaminhado ao aterro durante um dia inteiro de trabalho;
- calcular o peso total do lixo aterrado, aplicando o valor do peso específico determinado;
- avaliar o percentual da população atendida pelo serviço de coleta;
- Calcular a taxa de geração per capita dividindo-se o peso do lixo pela população atendida.

#### **4.6 Projeção das quantidades de resíduos sólidos urbanos**

Para projeção da geração de lixo per capita adota-se a taxa de crescimento anual (IBGE) da população estudada e através da geração per capita calculada, determina-se a quantidade de lixo no período desejado.

## 5. ACONDICIONAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

### 5.1. Conceito

Acondicionar os resíduos sólidos domiciliares significa prepará-los para coleta de forma sanitariamente adequada, sendo compatível com o tipo e a quantidade de resíduos.

### 5.2. Importância do acondicionamento adequado

- Evitar acidentes;
- Evitar a proliferação de vetores;
- Minimizar o impacto visual e olfativo;
- Reduzir a heterogeneidade dos resíduos;
- Facilitar a realização da etapa de coleta do lixo.

### 5.3. Características dos recipientes para acondicionamento

- Peso máximo de 30 kg, quando manual;
- Maiores cargas, utilização de equipamentos mecânicos;
- Dispositivos que facilitem seu deslocamento;
- Serem herméticos, evitando derramamento ou exposição dos resíduos;
- Serem seguros, evitando perfurações com lixo cortante ou perfurante;
- Facilidade no manuseio.

### 5.4. Formas de acondicionamento

#### 5.4.1. Resíduo Domiciliar

- sacos plásticos resistentes;
- contêineres de plástico (PEAD);
- contêineres metálicos.

#### 5.4.2. Resíduo Público

- papeleiras de rua;
- cesta coletora plástica para lixo especial;
- sacos plásticos resistentes;
- contêineres de plástico ou metálico.

**5.4.3. Resíduo de Grandes Geradores**

- contêineres com rodas (capacidade acima de 120 litros);
- contêineres estacionários e basculáveis.

**5.4.4. Acondicionamento de resíduos domiciliares**

- a) Resíduos da Construção civil: contêineres estacionários ou basculáveis.
- b) Pilhas e baterias: materiais totalmente descarregados em tambor metálico e parcialmente descarregados isolá-los previamente com sacos plásticos resistentes.
- c) Lâmpadas fluorescentes: em bombonas plásticas.
- d) Pneus: para reservá-los até sua retirada, devem ser acondicionados em local coberto e protegido das intempéries.

**5.4.5. Acondicionamento de resíduos de fontes especiais**

- a) Resíduos Sólidos Industriais:
  - tambores metálicos de 200 litros para lixo sem características corrosivas;
  - bombonas plásticas de 200 litros ou 300 litros para lixo com características corrosivas ou semi-sólidos em geral;
  - “big bags” plásticos (sacos de polipropileno trançado) com capacidade de armazenamento superiores a 1,0 m<sup>3</sup>;
  - contêineres plásticos com volume acima de 120 litros;
  - caixas de papelão até 50 litros.
- b) Resíduos de Portos e Aeroportos:
  - acondicionamento idêntico ao dos resíduos domiciliares, com exceção em alerta de quarentena, onde cuidados especiais deverão ser tomados.
- c) Resíduos de Serviço de Saúde:
  - acondicionados em sacos plásticos obedecendo a seguinte especificação de cores:

TRANSPARENTES	LIXO COMUM, RECICLÁVEL.
COLORIDOS OPACOS	LIXO COMUM, NÃO RECICLÁVEL.
BRANCO LEITOSO	LIXO INFECTANTE OU ESPECIAL

- para acondicionamento de perfurocortantes: caixa de papelão especial

## 6.COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS

### **6.1. Coleta e transporte de Resíduos Sólidos Domiciliares**

#### **6.1.1. Conceituação**

Coletar significa recolher o lixo acondicionado para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final.

Tal serviço de coleta pode ser efetuado pela própria administração pública ou através de empresas privadas.

#### **6.1.2. Regularidade, Freqüência e Horários de Coleta.**

A regularidade e freqüência na coleta são procedimentos que devem ser seguidos regular e rigorosamente pelo agente responsável do setor, pois somente assim fará com que a população esteja integrada a um sistema que proporcione a higiene ambiental, a saúde pública, a limpeza e o bom aspecto dos logradouros públicos.

#### **6.1.3. Horários de Coleta**

Os horários de coleta devem ser implantados de forma regular em dias e períodos alternados, sendo que no Brasil, a freqüência mínima de coleta admissível é de três vezes por semana.

Alguns procedimentos devem ser seguidos para que haja redução significativa nos custos e na própria otimização da frota. São os seguintes:

- 1) Dias de coleta: segunda, quarta e sexta / terça, quinta e sábado;
- 2) Estabelecer turnos de trabalhos em dois períodos do dia, com intervalos para manutenção em equipamentos;
- 3) Em ruas com varrição pouco freqüente é importante a limpeza da coleta;
- 4) Em centros comerciais a coleta deve ser realizada fora do horário comercial;
- 5) Em bairros residenciais a coleta deve ser preferencialmente durante o dia;
- 6) Evitar a coleta em horários de grande movimento de veículos nas principais vias da cidade;
- 7) Coleta noturna deve ser cercada de cuidados em relação ao controle de ruídos.

#### **6.1.4. Redimensionamento de itinerários de coleta domiciliar**

O redimensionamento dos roteiros de coleta do lixo deve ser efetuado quando há um aumento ou diminuição da população, mudanças nas características do bairro ou recolhimento irregular em determinados bairros. Para tanto vários elementos devem ser considerados:

- a) Guarnições de coleta (conjunto de trabalhadores lotados num veículo coleto, envolvidos na atividade de coleta do lixo): o número de trabalhadores por veículo varia e dois a cinco, sendo que prestadoras de serviços operam normalmente com três trabalhadores;
- b) Equilíbrio dos roteiros: cada guarnição deve receber como tarefa uma mesma quantidade de trabalho, que resulte em um esforço físico equivalente;
- c) Local de início da coleta: as guarnições devem começar suas atividades no ponto mais distante do local do destino final do lixo, e fazer a movimentação em direção daquele local, reduzindo as distâncias e tempo de percurso;
- d) Verificação da geração do lixo domiciliar: é fundamental a verificação da geração de resíduos sólidos nos domicílios, estabelecimentos públicos e no comércio, pois tais dados são utilizados no dimensionamento dos roteiros necessários à coleta regular do lixo. Este índice deve ser apurado com rigor técnico, pois possui uma margem de 0,35 kg a 1,00 kg por pessoa por dia, e proporcionará uma grande economia no dimensionamento do número de veículos a serem utilizados na coleta do lixo domiciliar.
- e) Traçado dos roteiros de coleta: um roteiro de coleta deve ser projetado ou redimensionado objetivando minimizar os percursos improdutivos. Através de tentativas deve-se buscar um traçado que atenda simultaneamente condicionantes tais como o sentido do tráfego das ruas, evitando manobras à esquerda em vias de mão dupla, assim como percursos duplicados e improdutivos.

Adota-se normalmente para traçar os itinerários de coleta pelo Método Heurístico (Figura 1), levando-se em conta o sentido do tráfego, as declividades acentuadas e a possibilidade de acesso e manobra dos veículos.

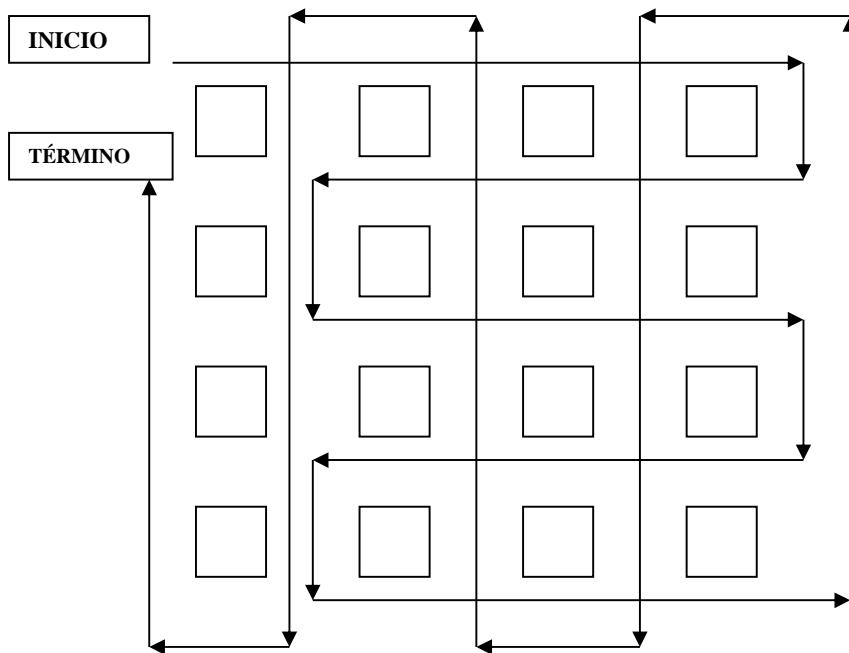


Figura 1. Modelo de roteiro pra coleta.

#### **6.1.5. Veículos para Coleta do Lixo Domiciliar**

As viaturas de coleta e transporte de lixo domiciliar podem ser de dois tipos:

- Com compactação
- Sem compactação

Características adequadas para um veículo de coleta:

- Não permitir derramamento do lixo ou do chorume na via pública;
- Apresentar taxa de compactação de pelo menos 3:1 (3 m<sup>3</sup> de resíduos coletado para 1 m<sup>3</sup> compactado);
- Apresentar altura de carregamento na linha da cintura dos garis, ou seja, máximo de 1,20 m de altura em relação ao solo;
- Possibilitar esvaziamento simultâneo de pelo menos dois recipientes por vez;
- Possuir carregamento traseiro de preferência.

Cuidados com os mecanismos de compactação e com o transporte de garis no veículo:

- Dispor de local adequado para transporte dos trabalhadores
- Apresentar descarga rápida do lixo no destino (máximo em três minutos);

- c) Possuir compartimento de carregamento (vestíbulo) com capacidade de no mínimo 1,5 m<sup>3</sup>;
- d) Possuir capacidade adequada de manobra e de vencer aclives;
- e) Possibilitar basculamento de contêineres de diversos tipos;
- f) Distribuir adequadamente a carga no chassi do caminhão;
- g) Apresentar capacidade adequada para o menor número de viagens ao destino, nas condições de cada área;
- h) Adotar um tipo de veículo/equipamento que apresente o melhor custo/benefício.

#### **6.1.6. Ferramentas e utensílios utilizados na coleta do lixo domiciliar**

- a) Vassouras e pás
- b) Lutocar: carrinho transportador manual de lixo coletado nos serviços de varredura de logradouros públicos;
- c) Poliguindaste: guindaste de acionamento hidráulico, com capacidade mínima de 7,0 toneladas, montado em chassi de peso bruto total mínimo de 13,5 toneladas por içamento e transporte de caixas tipo "broks" que acumulam resíduos sólidos. O conjunto é denominado de "canguru", e destina-se à coleta, transporte, basculamento e disposição de caçambas ou contêineres de até 5,0 m<sup>3</sup> de capacidade volumétrica, para acondicionamento de lixo público, entulhos, etc.;
- d) Caminhão Basculante tipo "toco": veículo curto com apenas dois eixos para remoção do lixo público, entulho e terra com caçamba de 5,0 a 8,0 m<sup>3</sup> de capacidade volumétrica.
- e) Caminhão basculante traçado: veículo longo, com três eixos, para remoção do lixo público, entulho e terra, com capacidade de 12,0 m<sup>3</sup>;
- f) Roll-on/Roll-off: caminhão coletor do lixo público, domiciliar ou industrial, operando com contêineres estacionários de 10,0 a 30,0 m<sup>3</sup>, sem compactação (dependendo dos pesos específicos) ou de 15,0 m<sup>3</sup> com compactação;
- g) Carreta: semi-reboque basculante com capacidade de 25,0 m<sup>3</sup>, tracionada por cavalo mecânico (4 x 2) com força de tração de 45 toneladas. É utilizada para transporte de entulho, sendo que seu carregamento é feito por pá-carregadeira e a descarga, no destino, pelo basculamento da caçamba;

h) Pá-carregadeira: trator escavo-carregador com rodas, usada para amontoar terra, entulho, lama, lixo e carregar caminhões e carretas em operação nas vias públicas e nos aterros sanitários.

## **6.2. Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde**

### **6.2.1. Dados Gerais**

A higiene ambiental dos estabelecimentos assistenciais à saúde é fundamental para redução de infecções, assim como o transporte interno adequado, o correto armazenamento e posterior coleta e transporte externo complementam as providências para redução das infecções.

Os resíduos de serviço de saúde classificam-se em infectantes, especiais e comuns e a taxa de geração de resíduos podem ser vinculadas ao número de leitos no estabelecimento.

<b>TAXA DE GERAÇÃO MÉDIA DE LIXO EM SERVIÇOS DE SAÚDE</b>	
<b>Localidade</b>	<b>Geração média em kg/leito/dia</b>
CHILE	0,97 - 1,21
ARGENTINA	1,85 - 3,65
BRASIL	2,63
RIO DE JANEIRO	3,98

Tabela 5. Taxa de geração media de lixo em serviços de saúde.

### **6.2.2. Segregação de Resíduos de Serviço de Saúde**

#### **6.2.2.1. Regras gerais**

- todo resíduo infectante, no momento de sua geração, tem que ser disposto em recipiente próximo ao local de sua geração;
- os resíduos infectantes devem ser acondicionados em sacos plásticos brancos leitosos, em conformidade com as normas técnicas.
- os resíduos perfurocortantes (agulhas, vidros,etc.) devem ser acondicionados em recipientes especiais para este fim;

- os resíduos procedentes de análises clínicas, hemoterapia e pesquisa microbiológica tem que ser submetidos à esterilização no próprio local de geração;
- os resíduos infectantes compostos por membros, órgãos e tecidos de origem humana tem que ser dispostos, em separado em sacos plásticos brancos leitosos, devidamente lacrados.

#### **6.2.3. Coleta separada de resíduos comuns, infectantes e especiais.**

Os resíduos infectantes e especiais devem ser coletados separadamente dos resíduos comuns, acondicionados em sacos plásticos brancos leitosos e dispostos em veículos especiais para coleta e transporte de resíduos de serviço de saúde.

#### **6.2.4. Veículos para coleta e transporte dos resíduos de serviços de saúde**

O veículo de coleta deve ser provido de dispositivos mecânicos de basculamento de contêineres hermeticamente fechados e possuir dispositivos de captação de líquidos.

Tais veículos normalmente não dispõem de compactação, entretanto aqueles com tal dispositivo deve operar com baixa taxa de compactação para evitar o rompimento dos sacos plásticos.

#### **6.2.5. Freqüência da coleta**

De acordo com as normas vigentes a coleta de resíduos de serviço de saúde deve ser diária, inclusive aos domingos.

#### **6.2.6. Coleta de materiais perfurocortantes**

Para recolhimento de objetos perfurocortantes de estabelecimentos de saúde é conveniente a utilização de furgões leves, carroceria hermética e capacidade para cerca de 2,00 m<sup>3</sup> de resíduos.

### **6.3. Quadro comparativo dos serviços de coleta público e privado**

O quadro abaixo descreve algumas vantagens e desvantagens dos serviços de coleta executados pelo setor público e setor privado.

ALTERNATIVAS		VANTAGENS	DESVANTAGENS	CONDIÇÕES FAVORAVEIS
P U B L I C O	Municipal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sem taxas e tarifas</li> <li>- não visa lucro</li> <li>- economias de escala</li> <li>- município possui controle administrativo</li> <li>- possível instituição de coleta seletiva</li> <li>- políticas e administração continuas</li> <li>- registros mantidos por longo período</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- monopolística</li> <li>- incentivo limitado à eficiência</li> <li>- financiamento e operação influenciados por restrições políticas</li> <li>- financiamento de impostos vinculados ao orçamento anual</li> <li>- baixa prioridade no orçamento anual</li> <li>- ineficiência por graves, pressões trabalhistas etc.</li> <li>- restrição orçamentária afeta a manutenção e reposição de equipamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operações anteriores insatisfatórias</li> <li>- predisposição da população por serviços públicos</li> <li>- qualidade do serviço é considerada critério mais importante que o econômico</li> </ul>
	Contratos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- custos mais baixos pela competição de mercado</li> <li>- municipalidade retém controle administrativo</li> <li>- possível coleta seletiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- riscos de problemas no contrato</li> <li>- agencia publica deve regular contratantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- flexibilidade para mudar quando houver economia</li> <li>- disponibilidade de contratantes privados qualificados</li> <li>- predisposição do publico com o envolvimento privado/público</li> </ul>

M I S T O	Combinação Publico e Privado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- competição ajuda a manter os preços baixos</li> <li>- alternativa disponível quando houver falhas em algum setor</li> <li>- municipalidade tem controle administrativo</li> <li>- possível coleta seletiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pode se tornar administrativamente ou juridicamente complexa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- municipalidade se expande através de anexações ou se funde com outras jurisdições</li> <li>- mudança de coleta em separado de lixo e entulho para coleta combinada</li> </ul>
P R I V A D O	Coleta pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>- competição pode reduzir custos</li> <li>- auto-financiamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ausência de controle publico</li> <li>- riscos de problemas entre coletores</li> <li>- alta competição pode resultar em interrupções no sistema</li> <li>- itinerários superpostos e desperdício de combustível</li> <li>- impossível coleta seletiva em todas as áreas</li> <li>- dificuldade em garantir a coleta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- municipalidade desinteressada da coleta de resíduos</li> </ul>

	Franquia	- auto-financiamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sem controle administrativo público</li> <li>- monopolístico, pode resultar preços altos</li> <li>- impossível instituir coleta seletiva</li> <li>- dificuldade de garantir obrigações de coleta</li> </ul>	- municipalidade desinteressada da coleta de resíduos
--	----------	----------------------	--	---

Fonte: CORBITT.

## 7. LIMPEZA DE LOGRADOUROS PÚBLICOS

### 7.1. Importância na limpeza de logradouros públicos

A importância da limpeza dos logradouros públicos se deve aos seguintes aspectos:

#### 7.1.1. Aspecto sanitário

- prevenir doenças resultantes da proliferação de vetores em depósitos de lixo nas ruas ou em terrenos baldios;
- evitar danos à saúde resultantes de poeira em contato com os olhos, ouvidos, nariz e garganta.

#### 7.1.2. Aspectos estéticos

- priorizar o interesse coletivo sobre o individual;
- a cidade limpa desencadeia a melhoria da auto-estima da população, pois além de melhorar a aparência da comunidade, atrai novos moradores, turistas e consequentemente a valorização dos imóveis.

#### 7.1.3. Aspectos de segurança

- prevenção de acidentes, causados pelo impedimento ou empalhamento de vias de trânsito de veículos e pedestres;
- promover a segurança no tráfego
- evitar o entupimento do sistema de drenagem de águas pluviais.

### 7.2. Tipos de Resíduos nos Logradouros

- partículas resultantes da abrasão da pavimentação;
- borracha de pneus e outros resíduos produzidos por veículos;
- areia e pedra;

- restos de vegetação( folhas, galhos,etc);
- papéis, plásticos, embalagens e outros;
- lixo domiciliar;
- dejetos de animais;
- partículas resultantes da poluição atmosférica.

### **7.3. Atividades de limpeza nos Logradouros**

- varrição
- capina e raspagem;
- roçagem;
- limpeza de ralos;
- limpeza de feiras;
- serviços de remoção;
- limpeza de praias;
- desobstrução de galerias;
- podas de árvores;
- pintura de meio-fio;
- lavagem de logradouros públicos.

### **7.4. Redimensionamento de Roteiros da Varrição Manual**

- Levantamento do Plano Atual de Varrição: levantar os roteiros existentes com quantidade de trabalhadores, equipamentos disponíveis e extensão da varrição;
- Qualidade da varrição: efetuar pesquisa “ in locco” com os moradores de cada trecho para avaliação da qualidade;
- Testes de Produtividade: cada cidade e cada trecho tem suas características próprias e através das atividades práticas desenvolvidas é possível verificar a produtividade dos trabalhadores;
- Definição dos pontos formadores de opinião: são trechos importantes da cidade que formam a opinião da população (e dos turistas) em relação à limpeza da cidade. Ex: centros comerciais, praças, vias de acesso, etc.
- Definição das freqüências de varrição: devem ser escolhidas freqüências mínimas de varrição para que os logradouros apresentem a qualidade de limpeza estabelecida;
- Traçado do novo Plano de Varrição: conforme os dados colhidos e analisados, se conveniente, traçar um novo Plano de Limpeza dos logradouros.

### ***7.5. Equipamentos Manuais para Varrição de Logradouros***

As ferramentas e equipamentos mais utilizados na varrição são:

- vassoura grande;
- vassoura pequena;
- pá quadrada;
- chaves de abertura de ralos;
- enxada para limpeza de ralos;
- vestuário adequado com faixas reflexivas no uniforme

### ***7.6. Equipamentos mecanizados para varrição de logradouros***

- Mini-varredeira: equipamento autopropelido, com aspiração, dotado de duas vassouras frontais e bicos aspersores de água para minimizar a ação da poeira;
- Varredeira mecânica: equipamento de porte médio, autopropelido, sem aspiração, com recipiente de 2,3 m<sup>3</sup>, dotado de duas vassouras frontais e uma central, com bicos aspersores para minimizar a suspensão de poeira durante a operação;
- Varredeira mecânica sobre chassi: equipamento com capacidade para 6,0 m<sup>3</sup>, dotado de aspiração por meio de ventoinha e motor auxiliar, montado sobre chassi com capacidade para transporte de 14 toneladas;
- Varredeira mecânica de grande porte: equipamento autopropelido com aspiração. Possui recipiente com 2,5 m<sup>3</sup> de capacidade e é dotado de duas vassouras laterais e uma central, com bicos aspersores para minimizar a suspensão de poeira. Utilizado em túneis, viadutos e vias de alto tráfego;
- minivácuo: minivácuo aspirador, que succiona pequenos detritos por meio de mangote flexível. Utilizado em ciclovias, calçada e parques.

▪ **Quadro comparativo entre varrição manual e mecânica.**

Características	Tipos de varrição	
	MANUAL	MECANICA
Tipo de pavimentação	Todos	Asfalto ou similar, bem conservado, com pequeno declive
Velocidade de trabalho	Baixa	Alta
Mão-de-obra	não qualificada	qualificada
Outras possibilidades	Varrição de calçadas	Remoção de terra, areia e lama
Observações	Riscos de acidentes, ocorrem faltas por doenças e rotatividade de mão-de-obra	Requer manutenção sofisticada, causa ruídos, incômodos ao tráfego e requer uso de água para abater a poeira.

### 7.7. Serviços de Capina e Raspagem

O serviço de capina do mato e raspagem da terra acumulada nas sarjetas é fundamental para restabelecer as condições de drenagem e evitar o mau aspecto das vias públicas.

Tais serviços são executados com os seguintes equipamentos: enxadas (capina), pás (remoção), chibanca (desmonte), raspadeira (retirada de lama) e ancinho (raspagem de material solto).

### 7.8.. Serviços de Roçagem

Quando a vegetação (mato) está alta utiliza-se a roçagem com equipamentos manuais ou mecanizados como: foice (corte de galhos), alfanje (roçagem de grama), ceifadeiras mecânicas portáteis ou adaptadas em tratores.

### 7.9. Equipamentos Mecânicos para roçagem de mato

- roçadeira
- motosserra
- braço roçador
- microtrator aparador de grama
- roçadeira rebocada;

- triturador de galhos estacionário ou rebocado.

### **7.10. Redução de Lixo PÚBLICO**

A quantidade de resíduos sólidos nos logradouros públicos pode ser reduzida da seguinte forma:

- pavimentação lisa e com declividade adequada nos leitos das ruas, nas sarjetas e nos passeios;
- dimensionamento e manutenção correta do sistema de drenagem de águas pluviais;
- arborização com espécies que não percam folhas em grandes quantidades;
- colocação de papeleiras nas vias de maior fluxo de pedestre
- varredura regular e remoção dos pontos de acúmulo de resíduos;
- campanhas de educação ambiental;
- Implementação de legislação relativas à limpeza urbana.

### **7.11. Outras atividades relacionadas à limpeza urbana**

- Lavagem de vias públicas.
- Remoção de resíduos de feiras livres.
- Limpeza de monumentos, praças e outros.
- Desobstrução de bocas de lobo e limpeza de galerias.
- Pintura de meios fios.
- Coleta de objetos volumosos.
- Desinfestação (extinção de insetos, ratos, etc., em ambientes propícios para procriação, como galerias de águas pluviais).

## **8. ACONDICIONAMENTO DOS RESÍDUOS**

### **8.1. Definição**

Acondicionamento é a fase na quais os resíduos sólidos são preparados de modo a serem mais facilmente manuseados nas etapas de coleta e de destinação final. Acondicionar significa dar ao resíduo uma embalagem adequada, cujos tipos dependem de suas características e da forma de remoção, aumentando assim a segurança e a eficiência do serviço.

### **8.2. Condições gerais**

- Limites máximos aceitáveis de peso e volume dos resíduos a serem coletados, podem ser estabelecidos por normas municipais, orientando e educando a população, cuja colaboração é fundamental para a boa execução das atividades envolvidas.
- Recipientes inadequados ou improvisados (baixa resistência, mal lacrados ou muito pesados), com materiais sem a devida proteção, aumentam o risco de acidentes de trabalho, alem de retardar e encarecer o serviço de coleta.
- Os materiais agressivos ou perigosos devem ser acondicionados em separado do restante do lixo, para uma correta disposição. Os líquidos devem ser previamente retirados. Vidros quebrados e superfícies cortantes devem ser embrulhados em jornal.

### **8.3. Características dos recipientes**

- Os recipientes devem :
- ser padronizados e estar disponíveis para o usuário;
  - obedecer requisitos mínimos de funcionalidade e de higiene;
  - quando forem reutilizáveis:
  - ter um formato que facilite seu esvaziamento, sem aderência nas paredes internas e nos cantos;
  - ser de material resistente e que evite vazamentos;
  - ter sua capacidade limitada de modo a não dificultar a manipulação pelos operários (em torno de 20kg/homem);
  - ter tampas e alças laterais.

### **8.4. Tipos de recipientes**

- Recipientes descartáveis: geralmente sacos plásticos, pois são mais práticos e higiênicos, pois facilitam a limpeza, evitam mau cheiro e aumentam a rapidez da coleta
- Contenedores (“containers”): são recipientes maiores , de diversas formas, próprios para locais que produzem grandes quantidades de lixo (acima de 1.000 litros/dia). São utilizados em supermercados, industrias, etc. Podem ser basculáveis ou intercambiáveis (caçambas metálicas com 7,00 m<sup>3</sup>)
- Caçambas metálicas: são indicadas para locais de difícil acesso para veículos coletores e sua utilização pressupõe uma colaboração maior da comunidade, substituindo a coleta porta-a-porta.

### **8.5. Quadro comparativo de vantagens e desvantagens dos recipientes**

ALTERNATIVA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
SACOS PLASTICOS OU DE PAPEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- diminui o peso a ser levantado</li> <li>- reduz vazamento e efeito de vento</li> <li>- elimina latas vazias nos passeios</li> <li>- elimina maus odores e a limpeza das latas sujas</li> <li>- limita a atração de vetores</li> <li>- aumenta velocidade e eficiência da coleta</li> <li>- reduz contatos com o lixo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- custo por saco</li> <li>- rompimento do saco quando muito cheios</li> <li>- atração de animais</li> <li>- inadequado para objetos com pontas</li> <li>- inadequados para objetos volumosos e pesados</li> </ul>
RECIPIENTES METALICOS/PLASTICOS DE 75 A 120 LITROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tamanho razoável para manipulação</li> <li>- econômicos e reutilizáveis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- limpeza regular quando não usados com forro protetor</li> <li>- as tampas podem extraviar ou quebrar</li> <li>- as latas podem ser deixadas por muito tempo nos passeios</li> </ul>
RECIPIENTES PARA COLETA MECANIZADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mais eficientes que coleta manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- residentes não permitem armazenamento de lixo de terceiros nas suas propriedades</li> </ul>
TAMBORES DE 200 L.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nenhuma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- baixa eficiência de coleta</li> <li>- peso excessivo provoca problemas físicos aos operários</li> <li>- dificuldade de manuseio</li> <li>- ausência de tampas provoca odores e atrai insetos</li> <li>- corrosão nos fundos atrai roedores</li> </ul>
LATOES ESTACIONARIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nenhuma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ineficiente (os latões devem ser esvaziados manualmente)</li> <li>- falta de cobertura adequada atrai insetos e roedores</li> <li>- risco à saúde devido à limpeza manual dos restos dos dejetos.</li> </ul>

Fonte: CORBITT

### **8.6. Recomendações gerais**

- Estabelecimento de normas específicas pela Prefeitura Municipal de uso, formas e tipos de recipientes.
- Fiscalização no cumprimento destas normas quanto ao acondicionamento, aos recipientes e aos horários de colocação de lixo para coleta.
- Resíduos oriundos da limpeza, conservação e varrição das vias e logradouros públicos devem ser acondicionados em sacos plásticos, e concentrados num local para serem recolhidos o mais rapidamente possível.
- O produtor de grandes quantidades de lixo ou de lixo especial deve ser responsável pela sua remoção, obedecendo normas municipais, inclusive no que se refere à destinação.
- Entulhos, materiais de demolição e desaterros devem ser devidamente acondicionados, evitando seu derramamento nas vias públicas e locais indicados para disposição.
- Dejetos perigosos devem ser acondicionados em recipientes hermeticamente fechados.
- Ao órgão de limpeza pública recomenda-se a fixação, em locais estratégicos dos passeios públicos, cestos públicos em número suficiente. Paralelamente campanhas de conscientização do público para conservação de tais recipientes públicos.
- Atividades em locais públicos (camelôs, ambulantes, lanches, etc.) devem ser regulamentadas pela Prefeitura Municipal, sendo que as pessoas que exploram tais atividades, responsáveis pelo recolhimento de seus resíduos.

## **9. RECICLAGEM E COLETA SELETIVA**

A reciclagem é uma atividade econômica que deve ser vista como um elemento dentro do conjunto de atividades integradas no gerenciamento dos resíduos, não se traduzindo, portanto, como a principal solução para os resíduos sólidos, pois nem todos os materiais são técnica ou economicamente recicláveis.

Não existe um padrão de coleta e reciclagem consagrado. Reciclagem é um conceito vago, a respeito do qual todos acham que têm um entendimento claro até que começem a praticá-lo.

Os custos dos programas de coleta seletiva frequentemente não são cobertos pelos custos das vendas dos produtos. O custo líquido do processo de coleta seletiva por tonelada é maior que o custo do simples aterramento do resíduo. Consequentemente a decisão de adotar um determinado programa de coleta é uma questão mais de gestão de resíduos do que de gerenciamento.

A reciclagem é importante na medida em que se preservem os recursos minerais e energéticos, fatores fundamentais para o desenvolvimento sustentável. A reciclagem permite também o aumento da vida útil do aterro sanitário.

### **9.1. Educação Ambiental**

Uma vez idealizado o sistema de coleta seletiva visando a reciclagem, do ponto de vista operacional o esclarecimento da comunidade envolvida, torna-se a etapa crítica do processo. Dependendo da clareza, objetividade e abrangência, a população pode se sentir motivada a participar do programa.

Qualquer programa de conscientização e engajamento passa pelo conceito dos três “erres”: reduzir, reutilizar e reciclar.

- **Reducir:** estimular o cidadão a reduzir a quantidade de resíduos que gera, através do reordenamento dos materiais usados no seu cotidiano, combatendo o desperdício que resulta em ônus para o poder público, e consequentemente, para o contribuinte, a par de favorecer a preservação dos recursos naturais.
- **Reutilizar:** reaproveitar os mesmos objetos, escrever na frente e verso de folhas de papel, usar embalagens retornáveis e reaproveitar embalagens descartáveis para outros fins, são algumas práticas recomendadas para os programas de educação ambiental.
- **Reciclar:** contribuir com os programas de coleta seletiva, separando e entregando os materiais reciclados, quando não for possível reduzi-los ou reutilizá-los.

### **9.2. Estratégias da Coleta Seletiva**

Existem basicamente três técnicas ou estratégias de separação e coleta seletiva, visando a reciclagem: a) separação na fonte pelo gerador; b) postos de entrega voluntária (PEV's); c) usinas de separação e reciclagem do resíduo sólido misturado.

- **Separação na fonte pelo gerador**

Este método envolve a separação dos materiais recicláveis em componentes individuais. Deve ser feito tanto pelo gerador quanto pelo coletor na calçada.

Os materiais coletados podem ser segregados individualmente em caminhões com compartimentos distintos para cada tipo de material. Outra forma envolve a coleta em cada dia da semana de um material específico. Os materiais segregados são então transportados para seus locais de venda, ou então estocados até atingir um volume suficiente para comercialização.

Uma variante desse tipo de coleta seletiva é a separação pelo gerador, dos materiais recicláveis e dos não recicláveis. Portanto em cada residência haverá dois recipientes distintos, um contendo os materiais segregados e o outro contendo o restante dos resíduos (material orgânico).

- *Posto de Entrega Voluntária (PEV's), seguido de processamento em Usinas de Reciclagem*

Neste tipo de sistema são definidos pontos estratégicos na cidade, nos quais os materiais segregados pelo gerador devem ser entregues. Cabe à administração local ou à comunidade definir as classes dos materiais que devem ser coletadas.

Assim cabe ao gerador separar os resíduos, armazena-los até atingirem um determinado volume e depois leva-los aos PEV's. A principal vantagem dessa estratégia é o menor custo operacional com relação à técnica anterior.

- *Usinas de Separação e reciclagem dos Resíduos Sólidos Misturados*

Nesta estratégia de reciclagem não existe a segregação dos recicláveis dos outros materiais. O resíduo misturado é transportado para uma central de processamento, onde pode ser tratado manualmente ou por métodos automatizados.

No método mais barato, o resíduo urbano é manualmente triado em correias transportadoras. Usinas automatizadas usam diversos equipamentos, como *shredders*, separadores magnéticos, separadores tipo facas de ar e tambores rotativos, para recuperar os materiais recicláveis.

A primeira das três aproximações de reciclagem e coleta requer um grande envolvimento do gerador e normalmente apresenta altos custos de processamento.

A segunda estratégia requer um grau de esforço intermediário do gerador; entretanto, necessita de um custo intermediário de coleta e também de processamento.

A terceira forma não exige nenhum esforço do gerador, mas demanda altos custos de processamento, além de produzir materiais reciclados de baixa qualidade.

A qualidade e a quantidade de materiais recicláveis dependem muito da estratégia que a comunidade escolhe. Cada método implica atitudes relativas à

participação do gerador. Da mesma forma, cada método possui diferentes custos operacionais e de investimentos, requerendo assim diferentes níveis de aportes financeiros. Por outro lado a participação da comunidade pode ser afetada por ações econômicas ou legais.

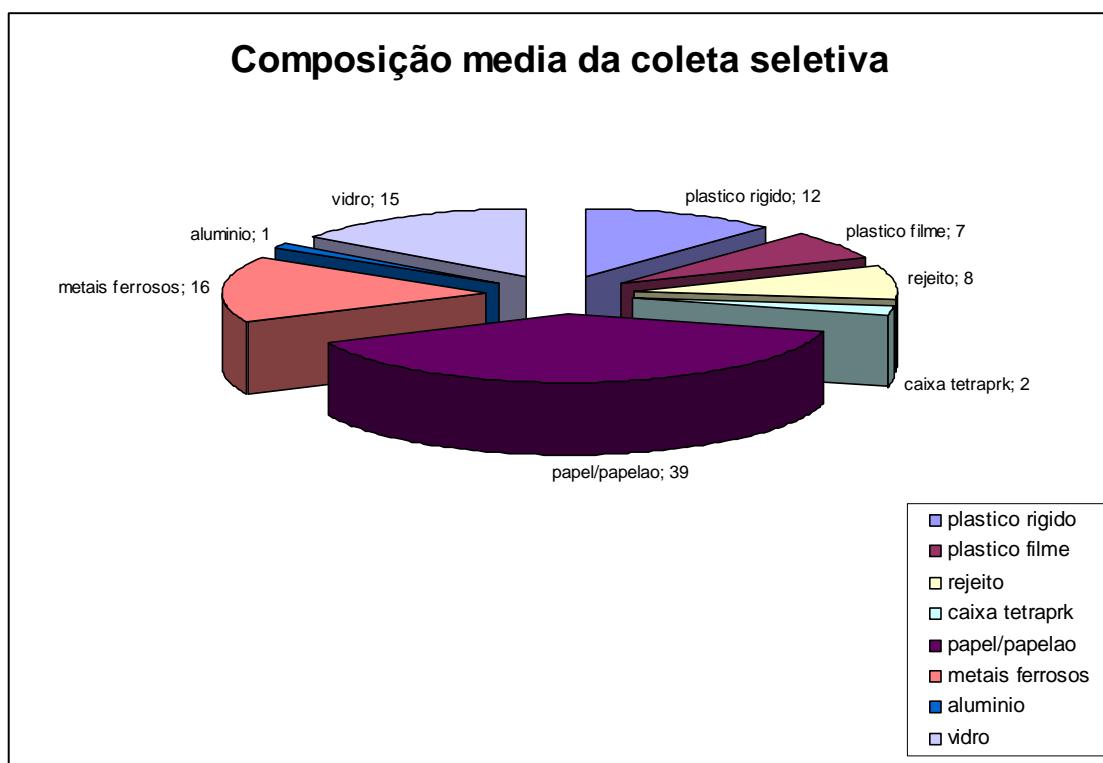
### **9.3. Coleta Seletiva no Brasil**

Conforme pesquisa elaborado pelo CEMPRE- Compromisso Empresarial para Reciclagem e o IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas, no ano de 1994, certificou-se a existência de 82 programas de coleta seletiva operados pelas prefeituras nos pais da seguinte forma:

Faixa Populacional (hab)	Nº de municípios com coleta seletiva
< 20.000	17
Entre 20.000 e 50.000	16
50.001 e 100.000	14
101.000 e 300.000	17
300.001 e 600.000	7
> 600.001	11

Tabela 6. Distribuição de programas de coleta seletiva em relação à faixa populacional.

O desempenho destes municípios gerou a seguinte composição media da coleta seletiva:



#### 9.4. Vantagens e Desvantagens da Coleta Seletiva

▪ **Vantagens:**

- boa qualidade dos materiais recuperados, uma vez que não ficaram sujeitos à mistura com outros materiais presentes na massa dos resíduos;
- redução do volume de resíduos a serem dispostos em aterros sanitários;
- estímulo à cidadania;
- maior flexibilidade, pois pode ser realizada em pequena escala e ampliada gradativamente;
- possibilidade de parcerias entre escolas, associações ambientais, empresas, catadores de recicláveis, etc.

▪ **Desvantagens:**

- elevado custo da coleta e transporte, pois necessita de veículos especiais, que passam em dias diferentes da coleta convencional;
- necessidade de um centro de triagem, onde os recicláveis são separados por tipo, mesmo após a segregação na fonte.

## 10. TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

### 10.1. Conceituação

Define-se tratamento como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte do lixo em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável.

### 10.2. Tratamento de Resíduos Domiciliares

O tratamento mais eficaz é o prestado pela própria população na redução da quantidade de lixo gerada, no reaproveitamento dos materiais descartados e a reciclagem dos resíduos descartados.

Os tratamentos podem ser classificados em: incineração, reciclagem e compostagem.

As usinas de incineração ou de reciclagens e compostagem interferem nas atividades biológicas que estimulam a presença de microorganismos que atacam o lixo, até que elas cessem, tornando o resíduo inerte e não mais poluidor.

#### 10.2.1. Reciclagem

Definição: é a separação de materiais do lixo domiciliar, tais como papéis, plásticos, vidros e metais, com a finalidade de trazê-los de volta à industria para serem beneficiados. Tais materiais são novamente transformados em produtos comercializáveis no mercado de consumo.

A reciclagem propicia as seguintes vantagens:

- preservação dos recursos naturais;
- economia de energia;
- economia de transporte;
- geração de emprego e renda;
- conscientização ambiental da população.

Desvantagens da reciclagem:

- baixa eficiência (3 a 6% do peso);
- custo elevado no beneficiamento;
- material beneficiado pode ser mais prejudicial ao meio ambiente se não efetuado de forma correta ;
- custo elevado dos equipamentos e de manutenção.

### **10.2.2. Usina de reciclagem**

Uma usina de reciclagem possui três fases de operação:

- Recepção: local de aferição do peso ou volume por meio de balança ou cálculo estimativo;
- Alimentação: é o carregamento na linha de processamento, por meio de máquinas, tais como pás carregadeiras, pontes rolantes, pólipos e braço hidráulico.
- Triagem: é a dosagem do fluxo de lixo nas linhas de triagem e processos de separação de recicláveis por tipo. Os equipamentos mais utilizados são as esteiras transportadoras metálicas. Tais esteiras devem ter uma velocidade média entre 10metros/minuto a 12 metros/minuto, para que os catadores posicionados ao longo da esteira tenham bom desempenho na separação manual dos resíduos.

A escolha do material reciclável a ser separado nas unidades de reciclagem depende, sobretudo da demanda da indústria.

A maioria das unidades de reciclagem separa os seguintes materiais:

- papel e papelão;
- plástico duro (PVC , PAD, PET);
- plástico filme;
- garrafas inteiras;
- vidro claro, escuro e misto;
- metal ferroso;
- metal não ferroso (alumínio,cobre,, chumbo, etc).

### **10.2.3. Compostagem**

Definição: processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos (aqueles que possuem carbono em sua estrutura), de origem animal e vegetal, pela ação de microorganismos. A compostagem pode ser aeróbia ou anaeróbia, em função da presença ou não de oxigênio no processo.

Na compostagem anaeróbia a decomposição é realizada por microorganismos que podem viver em ambientes sem a presença de oxigênio, ocorre em baixa temperatura, com exalação de fortes odores e leva mais tempo até que a matéria orgânica se estabilize.

Na compostagem aeróbia, processo mais adequado ao tratamento do lixo domiciliar, a decomposição é realizada por microorganismos que só vivem na presença

de oxigênio. A temperatura pode atingir até 70°C, os odores emanados não são agressivos e a decomposição é mais veloz.

O processo de compostagem aeróbio de resíduos orgânicos tem como produto final o composto orgânico, material rico em húmus e nutrientes minerais, utilizado na agricultura como recondicionador de solos.

#### **10.2.3.2. *Etapas da Compostagem***

- 1<sup>a</sup> etapa: denominado de “bioestabilização”, caracteriza-se pela redução da temperatura da matéria orgânica que, após ter atingido temperaturas de até 65°C, estabiliza-se na temperatura ambiente. Esta etapa dura aproximadamente 45 dias em sistemas de compostagem acelerada e 60 dias nos sistemas de compostagem natural;
- 2<sup>a</sup> etapa: denominada de maturação. Dura mais de 30 dias, onde ocorre a humidificação e a mineralização da matéria orgânica.

#### **10.2.3.3. *Fatores que influenciam a compostagem***

Como o lixo domiciliar possui microorganismos necessários para decomposição da matéria orgânica, o controle adequado da unidade e da aeração pode auxiliar no processo.

Os microorganismos patogênicos, como salmonelas e estreptococos são eliminados pelo calor gerado no próprio processo biológico, pois não sobrevivem as temperaturas acima de 55°C por mais de 24 horas.

A estrutura dos microorganismos que atuam na compostagem é formada por aproximadamente 90% de água, portanto o teor de umidade deve ser controlado durante o processo.

No processo de compostagem aeróbia os microorganismos necessitam de oxigênio por seu metabolismo. Fatores como umidade, temperatura e granulometria influenciam na disponibilidade de oxigênio, e a sua falta resulta na emanação de odores desagradáveis.

O processo de aeração do composto pode ser feito manualmente ou quando em grandes quantidades com equipamentos mecanizados.

Na fase aeróbia quanto maior for a exposição ao oxigênio da matéria orgânica, maior será a sua velocidade de decomposição. Portanto quanto menor for o tamanho da partícula maior será a superfície de exposição ao oxigênio e consequentemente menor o tempo de compostagem.

#### **10.2.3.4. Usinas Simplificadas de Compostagem**

As usinas simplificadas realizam a compostagem natural onde todo processo ocorre ao ar livre. Nestas unidades o lixo é colocado em montes (leiras piramidal ou cônica), onde permanece até a bioestabilização da massa orgânica, obtida através do seu reviramento, com freqüência pré-determinada. Uma vez biologicamente estável, o material é peneirado e fica pronto para ser aplicado no solo agrícola.

#### **10.2.3.5. Características do composto orgânico**

O composto orgânico produzido pela compostagem do lixo domiciliar tem como principal característica à presença do húmus e nutrientes minerais e sua qualidade é função da maior ou menor qualidade destes elementos.

O húmus torna o solo poroso, permitindo a aeração das raízes, retenção de água e dos nutrientes.

O composto orgânico pode ser utilizado em qualquer tipo de cultura associado ou não a fertilizantes químicos. Pode ser utilizado para corrigir a acidez do solo e recuperar áreas erodidas.

#### **10.2.3.6. Qualidade do composto**

O composto orgânico produzido em usinas de compostagem de lixo domiciliar deve atender a valores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura de acordo com os índices estabelecidos para comercialização do composto orgânico.

<b>INDICES ESTABELECIDOS PARA COMERCIALIZAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO</b>		
<b>ITEM</b>	<b>VALOR</b>	<b>TOLERANCIA</b>
Matéria Orgânica total	Min. 40 %	Menos de 10%
Nitrogênio total	Min. 1,0%	Menos de 10%
Umidade	Máx. 40 %	Mais de 10%
Relação C/N	Máx. 18/1	21/1
Índice pH	Mínimo de 6,0	Menos de 10%

Tabela 7. Índices p/a comercialização de composto orgânico.

O composto orgânico produzido em uma unidade de compostagem deve ser regularmente submetido à análise físico-químicos de forma a assegurar o padrão mínimo de qualidade estabelecido pelo governo.

A maior preocupação dos usuários do composto orgânico é a presença de metais pesados em concentrações que possam prejudicar as culturas agrícolas e consequentemente o consumidor.

#### **10.2.3.7. Considerações gerais sobre tecnologias de tratamento**

A implantação de uma usina de reciclagem e compostagem é uma alternativa adequada para tratamento do lixo, desde que verificada as seguintes considerações:

- existência de mercado consumidor de recicláveis e de composto orgânico;
- existência de serviço de coleta eficiente e regular;
- existência de coleta diferenciada para lixo domiciliar, público e hospitalar.
- disponibilidade de área suficiente para instalar a usina de reciclagem e pátio de compostagem;
- disponibilidade de pessoal técnico suficiente para operar, manter e controlar a operação dos equipamentos;
- estudo de viabilidade técnica e econômica.

#### **10.2.3.8. Estudo de viabilidade econômica**

A implantação de uma usina de reciclagem e compostagem pressupõe a elaboração previa de um estudo de viabilidade econômica com análise dos seguintes aspectos:

- Investimentos:
  - licenciamentos ambientais;
  - aquisição de terreno;
  - projetos;
  - obras;
  - aquisição de equipamentos;
  - despesas de capital e depreciação dos equipamentos.
- Custeio:
  - pessoal;
  - despesas operacionais;
  - despesas de energia e tarifas das concessionárias de serviço público;
  - despesa de manutenção;
  - despesas de gerenciamento e administração.

### **10.3. Tratamento de Resíduos Domiciliares Especiais**

#### **10.3.1. Tratamento de Resíduos da Construção Civil**

A forma de tratamento dos resíduos da construção civil mais difundida é a segregação, seguida de Trituração e reutilização na própria indústria da construção civil.

O entulho reciclado pode ser utilizado como base ou sub-base de pavimentos, agregado graúdo em peças estruturais, em obras de arte de concreto armado e pré-moldados.

##### **10.3.1.1. Vantagens da reciclagem de resíduos da construção civil:**

- redução do volume de extração de matérias-primas;
- conservação de matérias-primas não renováveis;
- correção dos problemas ambientais urbanos gerados pela disposição inadequada dos resíduos;
- colocação no mercado de materiais da construção civil com baixo custo;
- geração de empregos.

##### **10.3.1.2. Fatores para viabilidade econômica na implantação de uma usina de reciclagem de entulho:**

- densidade populacional: alta densidade populacional;
- obtenção de agregados naturais: escassez ou dificuldade de acesso à jazidas naturais;
- nível de industrialização: afeta diretamente a necessidade e a conscientização de uma sociedade na reciclagem do entulho.

##### **10.3.1.3. Condições para funcionabilidade de uma usina de reciclagem de entulho:**

- características dos resíduos sólidos: quantidade, origem, responsável e legislação;
- demolição e reforma: transporte do entulho e equipamentos para reciclagem;
- possibilidades de remoção e disposição final: preços, distâncias, áreas já regularizadas.
- desenvolvimento do processo: possibilidade efetiva, corpo técnico. Organização e equipamentos.

##### **10.3.1.4. Condições para comercialização:**

- matéria-prima natural (qualidade, preços e reserva);
- comercialização (tipo, consumo e padrões);
- matéria-prima reciclada (qualidade, quantidade e custos).

### **10.3.1.5. Formas de Processamento**

- Automática: executa a Trituração do entulho sem separação prévia das ferragens do concreto. Posteriormente o material triturado passa por um separador magnético que retira todo material ferroso. O material inerte passa por peneira giratória que efetua a segregação do material.
- Semi-automática: o material deve sofrer uma segregação prévia das ferragens, o que consequentemente torna o processo lento.

### **10.3.2. Tratamento de Pilhas e Baterias**

Uma vez que algumas pilhas e baterias são resíduos perigosos Classe I, seu tratamento e destinação final são os mesmos descritos para os resíduos industriais Classe I. Atualmente os rótulos de algumas pilhas e baterias alertam que podem ser descartadas diretamente no lixo comum, pois houve uma diminuição dos metais pesados na composição das pilhas e baterias. Entretanto ainda que o conteúdo tóxico de uma única pilha seja desprezível, o efeito da somatória das pilhas descartadas continua a ser impactante ao meio ambiente.

### **10.3.3. Tratamento de Lâmpadas Fluorescentes**

Devido a sua elevada toxicidade e da dificuldade no procedimento de controle ambiental, as lâmpadas fluorescentes devem ser recicladas ou gerenciadas como se fossem lixos tóxicos.

### **10.3.4. Tratamento de Pneus**

O tratamento mais utilizado é a queima dos pneus em usinas termelétricas. Outra tecnologia utiliza solventes orgânicos para separar a borracha do arame e do nylon dos pneus, permitindo sua recuperação e reciclagem.

## **10.4. Tratamento de resíduos de fontes especiais**

### **10.4.1. Tratamento de Resíduos Sólidos Industriais**

O tratamento de resíduos industriais tende à sua reutilização ou torná-los inertes. Em função da diversidade de resíduos industriais não há um processo pré-estabelecido, havendo sempre a necessidade de realizar uma pesquisa e o desenvolvimento de processos economicamente viáveis.

#### **10.4.1.1. Reciclagem/Recuperação de Resíduos Sólidos Industriais**

É a transformação dos resíduos em matéria-prima, gerando economia no processo industrial. Há necessidade de avaliações técnica e financeiras para mensurar o retorno dos investimentos, assim como a questão ambiental. O desenvolvimento

tecnológico tem permitido para inúmeros setores industriais caminhos mais seguros e econômicos para o aproveitamento destes materiais.

#### **10.4.1.2. Processos de tratamento de Resíduos Sólidos Industriais**

- **Neutralização:** para resíduos com características ácidas ou alcalinas;
- **Secagem ou Mescla:** mistura de resíduos com alto teor de umidade com outros resíduos secos ou com materiais inertes (como por exemplo a serragem);
- **Encapsulamento:** consiste em revestir os resíduos com uma camada de resina sintética impermeável e de baixo índice de lixiviação.
- **Incorporação:** os resíduos são agregados à massa de concreto ou de cerâmica em quantidade tal que não prejudique o meio ambiente, ou ainda, que possam ser acrescentados a materiais combustíveis sem gerar gases prejudiciais ao meio ambiente após a queima;
- **Processo de destruição térmica:** incineração ou pirólise.

#### **10.4.2. Tratamentos de Resíduos Radioativos**

Os processos envolvem a estabilização atômica dos materiais radioativos, processo de tratamento economicamente inviável para ser utilizado em escala industrial.

#### **10.4.3. Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde**

O tratamento de Resíduos de Serviço de Saúde deve atender as seguintes premissas:

- promover a redução da carga biológica dos resíduos, de acordo com os padrões exigidos. Eliminação do *bacillus stearothermophilus* no caso de esterilização, e do *bacillus subtilis*, no caso de desinfecção;
- atender aos padrões estabelecidos pelo órgão de controle ambiental do estado para emissões dos efluentes líquidos e gasosos;
- descaracterizar os resíduos, no mínimo impedindo o seu reconhecimento como lixo hospitalar;
- processar volumes significativos em relação aos custos de capital e de operação do sistema (viabilidade econômica).

#### **10.4.3.1. Processos de Tratamento**

a) **Incineração:** é o processo de queima, na presença de excesso de oxigênio, no qual os materiais à base de carbono são decompostos, desprendendo calor e gerando um

resíduo de cinzas. Existem diversos tipos de fornos de incineração, onde os mais comuns são: incineradores de grelha fixa, de leito móvel e rotativo.

b) *Pirólise*: é um processo de destruição térmica, com a diferença de absorver calor e se processar na ausência de oxigênio. No processo, os materiais à base de carbono são decompostos em combustíveis gasosos ou líquidos e carvão. A pirólise é muito utilizada no tratamento de serviço de saúde, onde o poder calorífico dos resíduos mantém uma determinada temperatura no processo.

- Vantagens: eficiência no tratamento e redução substancial do volume de resíduos (95%).

- Desvantagens: custo elevado, difícil manutenção, risco de contaminação do ar e elevado custo no tratamento dos efluentes gasosos e líquidos.

c) *Autoclavagem*: consiste em um sistema de alimentação que conduz os resíduos até uma câmara estanque onde é feito vácuo e injetado vapor d'água (entre 105° e 150°C) sob determinadas condições de pressão. Os resíduos permanecem nesta câmara durante um determinado tempo até se tornarem estéreis, havendo o descarte da água por um lado e dos resíduos pelo outro.

- Vantagens: custo operacional baixo, não emite efluentes gasosos, o efluente líquido é estéril e de fácil manutenção.

- Desvantagens: não há garantia de desinfecção em todos os pontos da massa, mas reduz o volume dos resíduos e não permite um serviço continuo de tratamento.

d) *Microondas*: os resíduos são triturados, umedecidos em vapor a 150°C e colocados continuamente num forno de microondas, onde há um dispositivo para revolver e transportar a massa, assegurando que todo material receba uniformemente a radiação de microondas.

- Vantagens: ausência de emissão de efluentes de qualquer natureza e processo continuo.

- Desvantagens: eficiência de tratamento questionável e necessidade de fonte de cobalto 60 (radioativa).

e) *Desativação eletrotérmica*: consiste numa dupla Trituração previa do tratamento, seguida pela exposição da massa triturada a um campo elétrico de alta potencia, gerado por ondas eletromagnéticas de baixa freqüência, atingindo uma temperatura final entre 95° a 98° C.

- Vantagens: não há emissão de efluentes líquidos e nem gases.

- Desvantagens: redução do volume mediante trituração e manutenção elevada.
- f) *Tratamento químico*: os resíduos são triturados e logo após mergulhados numa solução desinfetante que pode ser hipoclorito de sódio, dióxido de cloro ou gás formaldeído. A massa de resíduos permanece nesta solução por alguns minutos e o tratamento ocorre por contato direto.
- Vantagens: economicamente operacional e de manutenção e eficiência no tratamento.
- Desvantagens: necessidade de neutralizar os efluentes líquidos e a não redução do volume do lixo, a não ser por meio de trituração feita à parte.

#### **10.4.3.2. Custos Operacionais**

<b>CUSTOS OPERACIONAIS</b>		
<b>Processo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Custo(U\$/ton)</b>
Destruição térmica	Incineração	150 a 180
	Pirólise	120 a 180
Radiação	Microondas	75 a 85
	Radiação ionizante	75 a 90
	Desativação eletrotermica	75 a 90
Desinfecção	Autoclave	45 a 75
	Desinfecção química	35 a 50

Tabela 8. Custos Operacionais.

## **11. DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SOLIDOS.**

O Aterro Sanitário é um método para disposição final dos resíduos sólidos urbanos sobre terreno natural, através do seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, seguindo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ao meio ambiente, em particular à saúde e à segurança pública.

O Aterro Controlado também é uma forma de se confinar tecnicamente o lixo coletado sem poluir o ambiente externo, porém, sem promover a coleta e o tratamento do chorume e a coleta e a queima do biogás.

### **11.1. Aterro Sanitário**

Um Aterro Sanitário conta com as seguintes unidades:

- Unidade Operacionais

- célula de lixo domiciliar;
- célula de lixo hospitalar;
- impermeabilização de fundo (obrigatória) e superior (opcional);
- sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados (chorume);
- sistema de coleta e queima (ou beneficiamento) do biogás;
- sistema de drenagem e afastamento das águas pluviais;
- sistema de monitoramento ambiental, topográfico e geotécnico;
- pátio de estocagem de materiais.

- Unidades de Apoio

- cerca e barreira vegetal;
- estradas de acesso e de serviço;
- balança e sistema de controle de resíduos;
- guarita de entrada e área administrativa;
- oficina de manutenção.

#### **11.1.1. Seleção de áreas para implantação de Aterro Sanitário**

A escolha de um local para implantação de um Aterro Sanitário é complexa, pois depende de vários fatores como grau de urbanização da cidade, disponibilidade de áreas próximas, legislação existente, distâncias de transporte e outros que devem ser amplamente analisados e considerados.

A estratégia a ser adotada para seleção da área de um novo aterro consiste nos seguintes passos:

- seleção preliminar das áreas disponíveis no município;
- estabelecimento do conjunto de critérios de seleção;
- definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos;
- análise crítica de cada uma das áreas levantadas frente aos critérios estabelecidos e priorizados, selecionando-se aquela que atenda à maior parte das restrições através de seus atributos naturais.

A adoção dessa estratégia minimiza-se a quantidade de medidas corretivas a serem implantadas para adequar a área às exigências da legislação ambiental vigente, reduzindo-se ao máximo os gastos com o investimento inicial.

##### **a) Seleção preliminar das áreas disponíveis:**

- estimativa preliminar da área necessária;

- delimitação dos perímetros das regiões rurais e industriais e unidades de conservação existentes no município;
- levantamento das áreas disponíveis;
- levantamento dos proprietários das áreas disponíveis;
- levantamento da documentação das áreas.

**b) Critérios de seleção:**

**b1) Critérios técnicos**

A seleção de uma área para servir de aterro sanitário deve atender, no mínimo, aos critérios técnicos impostos pelas Normas da ABNT (NBR 10.157) e pela legislação federal, estadual e municipal):

CRITERIOS TECNICOS	
Critérios	Observações
Uso do Solo	Áreas localizadas em zonas rurais, industrial ou fora de qualquer unidade de preservação ambiental
Proximidade de cursos d'água	Acima de 200,00 metros de corpos d'água relevantes
Núcleos residenciais urbanos	Acima de 1.000,00 metros
Aeroportos	Não pode estar próximo
Lençol freático	Com manta de impermeabilização, a distância do lençol freático não poderá ser inferior a 1,50 metros.
Vida útil	Mínimo de 5 anos
Permeabilidade do solo natural	Solo com características argilosas
Acesso	Facilidade de acesso e áreas planas
Material de cobertura	Disponibilidade de material de cobertura

Tabela 9. Critérios Técnicos

*b2) Critérios econômicos-financeiros*

CRITÉRIOS ECONOMICOS-FINANCEIROS	
Critérios	Observações
Distância ao centro geométrico da coleta	Percurso dos coletores deve ser o menor possível.
Custo da aquisição do terreno	Custo baixo de aquisição (preferencialmente na zona rural)
Custo de investimento em obras e infra-estrutura	Área provida de infra-estrutura
Custos com manutenção do sistema de drenagem	Área plana para minimizar custos com erosão e limpeza do sistema de drenagem

Tabela 10. Critérios econômicos-financeiros.

*b3) Critérios político-sociais*

CRITÉRIOS POLITICOS-SOCIAIS	
Critérios	Observações
Distância de núcleos urbanos de baixa renda	Evitar atração de catadores de lixo
Acesso através de vias de baixa demanda de ocupação	Trafego de veículos por vias com áreas de baixa densidade demográfica
Inexistência de problema com a comunidade local	Ausência de problemas com as comunidades locais

Tabela 11. Critérios políticos-sociais.

*c) Priorização dos critérios de seleção*

Critérios	Prioridade
Atendimento ao sistema de licenciamento de atividade poluidora e legislação ambiental em vigor	1
Atendimento aos condicionantes político-sociais	2
Atendimento aos principais condicionantes econômicos	3
Atendimento aos principais condicionantes técnicos	4
Atendimento aos demais condicionantes econômicos	5
Atendimento aos demais condicionantes técnicos	6

Tabela 12. Hierarquização dos critérios.

**d) Seleção da melhor área**

<b>PESO DOS CRITÉRIOS E DO TIPO DE ATENDIMENTO</b>	
<b>Prioridade dos critérios</b>	<b>Peso</b>
1	10
2	6
3	4
4	3
5	2
6	1

Tabela 13. Peso dos critérios.

<b>Tipo de atendimento</b>	<b>Peso</b>
Total	100 %
Parcial ou com obras	50 %
Não atendido	0 %

Tabela 14. Peso no tipo de atendimento.

A melhor área para implantação do Aterro sanitário será aquela que obter o maior número de pontos após a aplicação dos pesos às prioridades e ao atendimento dos critérios pré-estabelecidos.

#### **11.1.2. Licenciamento**

Os procedimentos para licenciamento da área de um Aterro Sanitário dependem de cada órgão fiscalizador, mas de forma geral exigem os seguintes procedimentos:

- *Pedido de licença previa*: é a licença concedida pelo órgão de controle ambiental, liberando o empreendedor para realização de estudos de impacto ambiental relativos à implantação do aterro e confecção do projeto executivo;
- *Acompanhamento da Elaboração da Instrução Técnica-IT*: é um documento onde o órgão de controle ambiental define os aspectos relevantes que deverão ser enfocados no estudo do impacto ambiental;
- *Elaboração do EIA/RIMA*: o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um estudo técnico multidisciplinar com vistas a levantar os pontos positivos e negativos do aterro sanitário a ser implantado com relação aos meios físicos, biótico (flora e fauna) e antrópico, e

que, estabelece uma série de medidas e ações que visam amenizar os impactos negativos registrados;

- Acompanhamento da análise e aprovação do EIA junto aos órgãos ambientais;
- Audiência Pública: exposição publica do EIA;
- Obtenção da Licença Prévia;
- Elaboração do Projeto Executivo: deve contemplar o detalhamento do plano operacional, abrangendo a operação do aterro sanitário, o monitoramento geotécnico e topográfico, o monitoramento ambiental, o sistema de controle de pesagem e a manutenção de máquinas, veículos e equipamentos;
- Obtenção do Pedido de Licença de Instalação: licença de instalação é a licença concedida pelo órgão de controle ambiental liberando o empreendedor para executar as obras de implantação do aterro conforme projeto aprovado;
- Implantação do Aterro Sanitário;
- Pedido de Licença de Operação- LO: é a licença concedida pelo órgão de controle ambiental liberando o empreendedor para operar o Aterro Sanitário.

#### **11.1.3. Projeto Executivo do Aterro Sanitário**

Um projeto adequado para Aterro Sanitário deve ser desenvolvido com o objetivo de maximizar sua vida útil. Assegurando um período mínimo de 5 anos, face ao elevado custo de implantação.

Um projeto executivo deverá conter no mínimo as seguintes documentações:

- Planta planialtimetrica da área;
- Ensaio geotécnicos da área;
- Analise previa da qualidade dos corpos d'água do entorno e lençol freático;
- Projeto das vias de acesso e de serviço;
- Projeto das edificações de apoio;
- Projeto das redes externas de abastecimento de água, esgoto, energia elétrica e drenagem de águas pluviais;
- Projeto geométrico e de terraplenagem do arranjo final do aterro sanitário, com planta das etapas anuais do aterro e seções transversais;
- Projeto de coleta e tratamento do chorume, envolvendo as camadas de impermeabilização inferior e superior, rede de drenagem de fundo, elevatória e estação de tratamento;

- Projeto de drenagem superficial do aterro, abrangendo cimentos das plataformas, drenagem das bermas definitivas, rápidos de descida de águas e estrutura de descarga;
- Plantas com delimitação dos lotes do aterro sanitário;
- Plantas do sistema de captação e queima do biogás;
- Plano de monitoramento ambiental, incluindo projetos dos poços de monitoramento do lençol subterrâneo;
- Memorial de Operação do aterro compreendendo suas atividades de disposição de resíduos, a operação da estação de tratamento de chorume e os cuidados com a manutenção da rede de drenagem de águas pluviais;
- Memória de Calculo dos estudos e projetos (estabilidade do aterro, redes hidráulicas de drenagem superficial e profunda, etc);
- Especificações técnicas dos equipamentos, serviços e materiais;
- Plano de encerramento do aterro incluindo o Plano de Monitoramento Ambiental após o termino das operações.

#### ***11.1.4. Implantação do Aterro Sanitário***

Para implantação do Aterro Sanitário a seqüência construtiva deve ser:

- cercamento da área;
- serviços de limpeza da área;
- serviços de terraplenagem;
- serviços de montagem eletromecânica;
- serviços de impermeabilização;
- serviços de drenagem;
- drenagem de chorume;
- serviços de construção civil;
- execução de poços de monitoramento ambiental;
- serviços complementares;
- suprimento de materiais e equipamentos.

#### ***11.1.5. Operação de Aterro Sanitário Médio e Grande***

O plano operacional deve ser simples contemplando todas as atividades operacionais rotineiras em um aterro e garantindo uma operação segura. Contempla os seguintes procedimentos:

- controle dos resíduos;
- operações de aterro do lixo domiciliar e público: as regras básicas para uma operação são:
  - o espalhamento e a compactação do lixo deverão ser efetuados, sempre que possível, de baixo para cima;
  - para uma boa compactação o espalhamento do lixo deverá ser feito em camadas não muito espessas (máximo de 50 cm), com o equipamento passando de 3 a 6 vezes sobre a massa de resíduos;
  - a altura da célula deve ser de 4 a 6 metros para que a decomposição do lixo aterrado ocorra em melhores condições;
  - a inclinação dos taludes operacionais mais utilizada é de 1:3 (base:altura) para células em atividade e de 3:1 nas células já encerradas;
  - a camada de solo de cobertura ideal é de 20 a 30 cm para os recobrimentos diários do lixo;
  - a execução de uma célula em sobreposição à outra ou do recobrimento final do lixo só deverá acontecer após um período de 60 dias;
  - a camada final do material de cobertura deverá ter espessura mínima de 50 cm;
  - a largura da célula deverá ser a menor possível, em geral suficiente para descarga de 3 a 5 caminhões coletores.
- Os procedimentos operacionais são os seguintes:
  - preparo da frente de trabalho com dimensões suficientes para o descarregamento do lixo;
  - enchimento da célula 1, com camadas de 50 cm, seguida da sua compactação (mínimo de 5 passadas);
  - cobrimento do topo da célula, com caimento de 2% na direção das bordas e dos taludes internos com a capa provisória de solo (espessura mínima de 20 cm);
  - cobrimento dos taludes externos com capa definitiva de argila (espessura mínima de 50 cm);
  - dias antes do encerramento da célula 1, prolongar a frente de trabalho, com as mesmas dimensões da anterior para atender a célula 2;

- após o encerramento da célula 1, executar o dreno de gás;
- repetir as mesmas operações da célula anterior e preparo da célula seguinte ate que todo o lote 1 seja preenchido;
- repetir as mesmas operações para enchimento dos lotes 2, 3 e assim sucessivamente ate completar todo nível inferior;
- proceder ao enchimento da célula 1 do nível superior seguindo a mesma seqüência de operações utilizada para o nível inferior;
- quando se estiver aterrando as células do ultimo nível, proceder a cobertura final da célula encerrada com uma capa de argila compactada de 50 cm de espessura, dando um cimento de 2% no sentido das bordas;
- repetir a seqüência de operações ate o enchimento completo de todos os lotes em todos os níveis.

### **11.2. Tratamento do Chorume**

A principal característica do chorume é a variabilidade de sua decomposição em decorrência do esgotamento progressivo da matéria orgânica biodegradável . Portanto o elevado potencial poluidor do chorume vai se reduzindo gradativamente ate atingir níveis que dispensam seu tratamento ao final de 10 anos.

A Tabela 15 apresenta as faixas de variação de alguns parâmetros para chorumes no Brasil.

FAIXA DE VARIAÇÃO DA DECOMPOSIÇÃO DE CHORUMES		
PARAMETROS	FAIXA DE VARIAÇÃO	
	MINIMO	MAXIMO
pH (unidades)	5,9	8,7
Nitrogênio total	15,0	3.140,0
Nitrogênio nitrato	0,0	5,5
Nitrogênio nitrito	0,0	0,1
Nitrogênio amoniacal	6,0	2.900,00
DQO	966,0	28.000,0
DBO <sub>5</sub>	480,0	19.800,0
Cloretos	50,0	11.000,0
Sulfatos	0,0	1.800,0
Fósforo total	3,7	14,3
Cobre	0,0	1,2
Chumbo	0,0	2,3
Ferro	0,2	6.000,0
Manganês	0,1	26,0
Zinco	0,1	35,6
Cádmio	0,0	0,2
Cromo total	0,0	3,9
Coliformes fecais (unidades)	49,0	4,9 x 10 <sup>7</sup>
Coliformes totais (unidades)	230,0	1,7 x 10 <sup>8</sup>

Nota: todas as unidades em mg/l, exceto onde indicado. Fonte IESA , 1993.

Tabela 15. Faixa da variação da decomposição do chorume.

#### 11.2.1. Características do Chorume

- o volume do chorume produzido num aterro varia sazonalmente em função das condições climáticas da região e do sistema de drenagem local, sofrendo influência da temperatura, do índice de precipitação pluviométrica, da evapotranspiração, da existência de material de cobertura para as células, de permeabilidade do material de cobertura utilizado, da cobertura vegetal, da área do aterro e de outros fatores;
- a melhor forma para se determinar a vazão do chorume é através de medição direta. Uma forma expedita para o cálculo da vazão do chorume, em m<sup>3</sup>/ dia, num aterro sanitário é multiplicar a extensão da área operacional, em m<sup>2</sup>, pelos índices:
  - 0,0004 para lixo coberto com solo
  - 0,0006 para lixo coberto com solo arenoso

- 0,0008 para lixo descoberto
- a forma de tratamento mais empregada é através de lagoas aeróbias precedidas de um gradeamento manual ou peneiramento mecânico e de um tanque de equalização onde o chorume deve ficar retido, pelo menos 24 horas, para homogeneizar ao Maximo a sua composição.

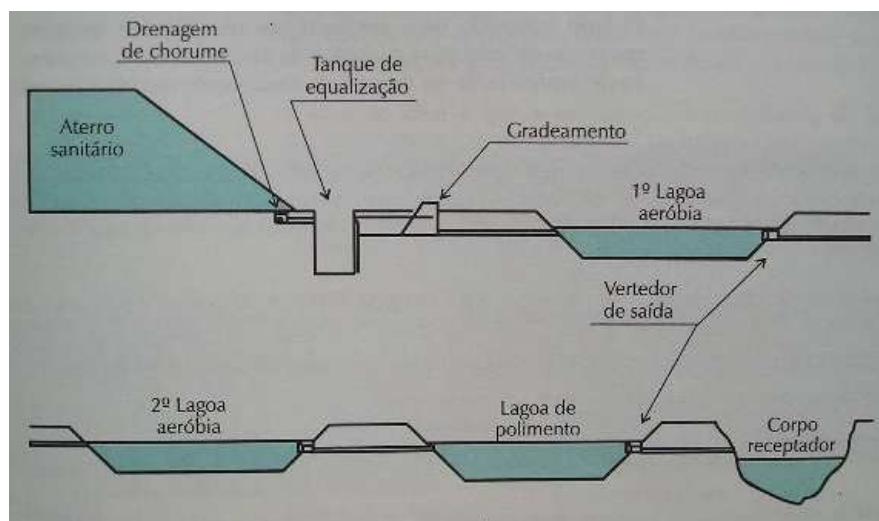


Figura 2. Esquema do tratamento de chorume.

- a forma mais correta para definição do tipo de tratamento a ser utilizado é através da realização de um estudo de tratabilidade do chorume conduzido em bancada de laboratório. A medição da vazão de chorume deve ser efetuada em pelo menos dois pontos do sistema de tratamento:
  - logo após o poço de coleta de chorume ou imediatamente antes do tanque de equalização;
  - imediatamente antes do lançamento no corpo receptor;
  - o efluente bruto e o efluente tratado devem ser monitorados periodicamente.
- outra forma usual para se tratar o chorume é através de sua recirculação para o interior da massa de lixo com a utilização de aspersores, caminhão pipa ou de leitos de infiltração:
  - neste processo o chorume vai perdendo sua toxicidade (basicamente carga orgânica) pelo fato de estar sendo aerado e também pela ação biológica dos microorganismos presentes na massa de lixo;
  - tal processo deve ser utilizado apenas em regiões onde o balanço hídrico seja negativo (taxa de evaporação maior que a precipitação pluviométrica);

- desvantagens no processo pelo alto consumo de energia elétrica e funcionamento adequado do conjunto moto-bomba;
- a situação ideal é que a recirculação seja realizada de forma complementar a um dos processos de tratamento convencional do chorume (lagoa de estabilização ou lodos ativados).

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

O sistema de drenagem devidamente projetado para captação adequada das águas pluviais, deve ser mantido constantemente limpo e desobstruído.

### **11.4. Drenagem de Gases**

O sistema de drenagem de gases é composto por poços verticais de 50 cm de diâmetro, espaçados de 50 a 60 cm entre si, e executados em brita ou rachão.

Existem dois métodos para se executar os drenos de gás: subindo o dreno à medida que o aterro vai evoluindo ou escavar a célula encerrada para implantar o dreno, deixando uma guia para quando se aterrará em um nível mais acima.

Características gerais:

- o solo ao redor do poço, num raio e 2,00 metros, deve ser aterrado com uma camada de argila de cerca de 50 cm de espessura, para evitar que o gás de disperse na atmosfera;
- o topo do poço deve ser encerrado por um queimador, normalmente constituído para uma manilha de concreto ou de barro vidrado colocada na posição vertical;
- o sistema de drenagem de gases deve ser vistoriado permanentemente, de forma a manter os queimadores sempre acesos.

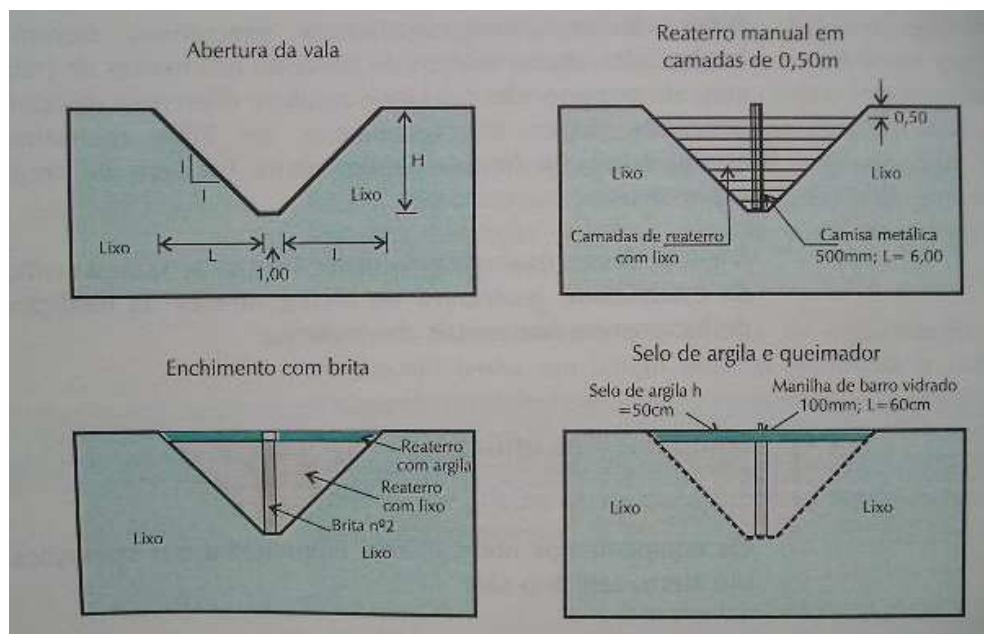


Figura 3. Esquema da drenagem de gases.

### 11.5. Monitoramento Ambiental

O monitoramento das massas d'água do entorno do aterro deve começar antes do inicio da operação, com a coleta e analise de amostras dos corpos d'água próximos, inclusive do lençol freático, para se avaliar a qualidade atual dos mesmos e poder efetuar comparações futuras.

O segundo instante do monitoramento ambiental se dá a partir do momento em que se começa a coletar o chorume para tratamento.

A freqüência de amostragem, assim como os parâmetros a serem analisados, devem ser estabelecidos em acordo com o órgão de controle ambiental.

Analises no monitoramento ambiental:

- mensalmente: analise físico-químicos e bacteriológicas do sistema de tratamento, nos efluentes bruto e tratado, envolvendo ensaios de pH, DBO, DQO, resíduos sedimentares totais e fixos e colimetria.
- Trimestralmente: analise dos poços de monitoramento construído e dos locais de coleta nos corpos d'água de superfície, a montante e jusante do aterro, ensaiando os mesmos parâmetros.

### **11.6. Monitoramento Geotécnico e Topográfico**

- Todo trabalho de enchimento das células do aterro deve ser acompanhado topograficamente, até a execução da declividade do platô final acabado;
- Deve ser realizado acompanhamento topográfico da execução da declividade de fundo dos drenos secundários e do coletor principal, de modo a assegurar o perfeito escoamento do chorume coletado.

### **11.7. Aterro Controlado**

Normalmente um aterro controlado é utilizado para municípios que coletem ate 50 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos.

O aterro controlado difere do Aterro Sanitário, pois prescinde da coleta e tratamento do chorume, assim como da drenagem e queima do biogás.

Características gerais:

- construção e operação igual ao aterro sanitário;
- necessidade de fazer a proteção superficial com material argiloso;
- necessidade de que a área tenha um lençol freático profundo (maior que 3,00 metros).

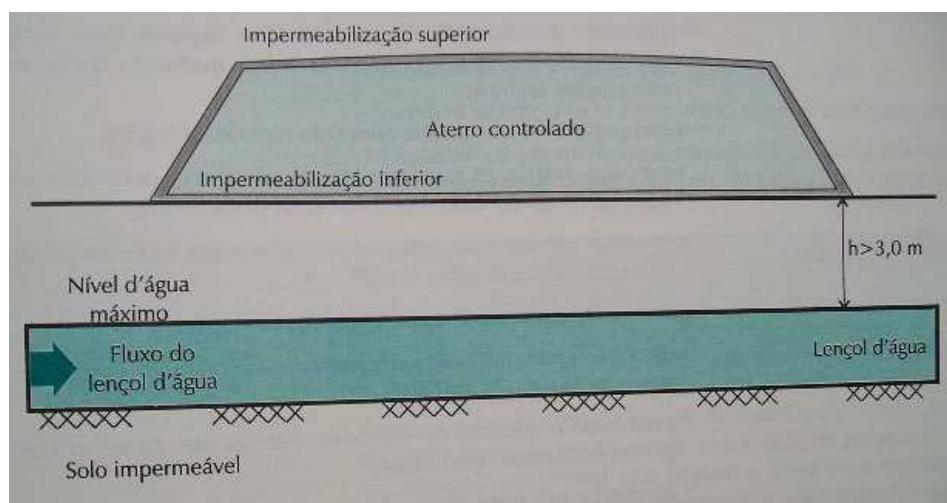


Figura 4. Esquema do aterro controlado.

### **11.8.. Recuperação Ambiental de Lixões**

A forma mais correta de recuperação de uma área degradada pela presença de um lixão, seria a remoção completa de todo lixo depositado, colocando-o num aterro sanitário e recuperando a área escavada com solo natural da região.

Tal procedimento torna-se extremamente caro, podendo adotar-se alguns procedimentos viáveis para recuperação de uma área degradada, tais como:

- estabelecer com precisão a área degradada e isola-la adequadamente;
- efetuar sondagem para definir a espessura da camada de lixo ao longo da área degradada;
- conformar os taludes com declividade de 1:3 (V:H);
- conformar o platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas;
- cobrir a área degradada com camada mínima de 50 cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais;
- recuperar a área escavada com solo natural da região;
- executar valetas retangulares de “pé de talude”, escavadas no solo, ao longo de todo perímetro da pilha de lixo;
- executar poços de reunião para acumulação de chorume coletado pela valetas;
- construir poços verticais para drenagem de gás;
- espalhar camada de solo vegetal, com 60 cm de espessura, sobre a camada de argila;
- promover o plantio de espécies nativas de raízes curtas, preferencialmente gramíneas;
- aproveitar furos de sondagem realizada e implantar poços de monitoramento, sendo um a montante do lixão recuperado e dois a jusante;
- recircular o chorume acumulado nos poços de reunião;
- manutenção dos drenos de gás;
- controlar a qualidade da água subterrânea através dos poços de monitoramento, assim como as águas superficiais dos corpos hídricos próximos;

## **11.9. Disposição Final de Resíduos Sólidos Domiciliares**

### **11.9.1. Disposição final de resíduos da construção civil**

A solução ideal é a reciclagem dos materiais, entretanto, pode ser utilizado como material de cobertura em aterros sanitários, quando há escassez de solo no local.

### **11.9.2. Disposição final de pilhas e baterias**

Quando resíduos perigosos Classe I, sua destinação final é a mesma indicada para resíduos industriais Classe I.

As pilhas contêm elementos muito tóxicos como chumbo, níquel, cádmio, mercúrio e zinco, que se descartados de forma incorreta pode contaminar o solo, cursos d'água e lençol freático, atingindo também a cadeia alimentar humana. Assim podem

provocar sérios efeitos à saúde, incluindo disfunções pulmonares, renais, estomacais, neurológicas e cerebrais.

#### **11.9.3. Disposição final de lâmpadas fluorescentes**

Destino adequado é o aterro para resíduos perigosos Classe I.

Lâmpadas fluorescentes contém metais pesados nocivos ao meio ambiente, especialmente o mercúrio metálico. A lâmpada rompida libera vapor de mercúrio, que causa intoxicação pelas vias respiratórias e pele, promovendo danos ao fígado e ao sistema nervoso. Dependendo da temperatura do ambiente, este vapor pode permanecer no ar por até 20 dias durante o período de inverno

#### **11.9.4. Disposição final de pneus**

Visando a regulamentação da destinação final dos pneus inservíveis, o CONAMA publicou a Resolução nº 258/99, impondo que as empresas fabricantes e produtoras façam a coleta e dêem uma destinação final ambientalmente adequada aos resíduos, empreendendo metas progressivas para diminuir o passivo ambiental.

A ANIP- Associação Nacional de Industrias Pneumáticas tem sido parceiras de alguns programas de coleta seletiva. Os pneus coletados por alguns programas municipais e da iniciativa privada são encaminhados para fornos das industrias cimenteiras.

### **11.10. Disposição Final dos Resíduos de Fontes Especiais**

#### **11.10.1. Disposição final de resíduos sólidos industriais**

- **LANDFARMING:** é um tratamento biológico no qual a parte orgânica do resíduo é decomposta pelos microorganismos presentes na camada superficial do próprio solo. É um tratamento muito utilizado na disposição final de derivados de petróleo e compostos orgânicos;
- **ATERROS INDUSTRIALIS:** podem ser classificados na Classe I, Classe II ou Classe III, conforme a periculosidade dos resíduos a serem dispostos, ou seja, os aterros Classe I podem receber resíduos industriais perigosos, os Classe II, resíduos não inertes, e os Classe III, somente resíduos inertes.

Cuidado especial deve ser tomado na operação de aterros industriais com controle dos resíduos a serem dispostos, pois, em aterros industriais, só podem ser

dispostos resíduos quimicamente compatíveis, ou seja, aqueles que não reagem entre si, nem com as águas de chuva infiltradas.

Os fenômenos mais comuns que podem ter origem na mistura de resíduos incompatíveis são: geração de calor, fogo ou explosão, produção de fumos e gases tóxicos e inflamáveis, solubilização de substâncias tóxicas e polimerização violenta.

- **ATERRO CLASSE II** : é como um aterro sanitário para lixo domiciliar mas, normalmente, sem o sistema de drenagem de gases;
- **ATERRO CLASSE I**: as condições de impermeabilização dos aterros Classe I são mais severas que as da classe anterior. A distância mínima do lençol d'água é de 3,0 metros e as seguintes camadas são obrigatórias:

- dupla camada de impermeabilização inferior com manta sintética ou camada de argila ( $e > 80$  cm;  $k < 10^{-7}$  cm/s);
  - camada de detecção de vazamento entre as camadas de impermeabilização inferior;
  - camada de impermeabilização superior;
  - camada drenante acima da camada de impermeabilização superior ( $e = 25$  cm).
- **BARRAGENS DE REJEITO**: são utilizadas para resíduos líquidos e pastosos, com teor de umidade acima de 80%. Esses aterros possuem pequena profundidade e necessitam muita área. São dotados de um sistema de filtração e drenagem de fundo para captar e tratar a parte líquida, deixando a matéria sólida no interior da barragem.

Neste tipo de barragem só existe a dupla camada de impermeabilização inferior. A camada de impermeabilização superior não é executada, uma vez que o espelho d'água é utilizado para evaporar parte da fração líquida.

#### **11.10.2. Disposição Final de Resíduos Radioativos**

São três processos de disposição final do resíduo nuclear, todos complexos e de custo elevado:

- Construção de abrigos especiais com paredes duplas de concreto de alta resistência e preferencialmente enterrados;
- Encapsulamento em invólucros impermeáveis de concreto seguido de lançamento em alto mar (sendo proibido em alguns países);
- Disposição final em cavernas subterrâneas salinas, seladas para não contaminar a biosfera.

#### **11.10.3. Disposição final de resíduos de Portos e Aeroportos**

O destino final obrigatório para disposição de resíduos de portos e aeroportos é a incineração.

#### **11.10.4. Disposição de resíduos de serviços de saúde**

Após tratamento adequado conforme tecnologias encontradas no mercado, os resíduos podem ser dispostos em aterros sanitários.

Outro procedimento que vem sendo adotado no país para disposição final dos resíduos de saúde é a vala séptica, método questionado por técnicos do setor, mas que devido ao seu baixo custo de implantação e operação, tem sido permitido em algumas localidades.

A rigor uma vala séptica é um aterro industrial Classe II, com cobertura diária dos resíduos e impermeabilização superior obrigatória, onde não se processa a coleta do percolado.

## **12. GESTAO E GERENCIAMENTO DE RESIDUOS SOLIDOS**

### **12.1. Conceituação**

O conceito de Gestão de Resíduos Sólidos abrange atividades referentes à tomada e decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições políticas, instrumentos e meios.

O termo gerenciamento de resíduos sólidos refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho: produtividade e qualidade, por exemplo, e relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos.

Portanto define-se Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos como “um conjunto de referencias político-estratégicas, institucionais, legais e financeiras capaz de orientar a organização do setor”.

São elementos indispensáveis na composição de um modelo de gestão:

- reconhecimento dos diversos agentes sociais envolvidos, identificando os papéis por eles desempenhados e promovendo a sua articulação;

- consolidação da base legal necessária e dos mecanismos que viabilizem a implementação das leis;
- mecanismos de financiamento para a auto-sustentabilidade da estruturas de gestão e do gerenciamento;
- informação à sociedade, empreendida tanto pelo poder público quanto pelos setores produtivos envolvidos, para que haja um controle social;
- sistema de planejamento integrado, orientando a implementação das políticas públicas para o setor.

A composição de modelos de gestão envolve, portanto, fundamentalmente três aspectos, que devem ser articulados: arranjos institucionais, instrumentos legais e mecanismos de financiamento.

### **12.2. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**

Definido um modelo básico de gestão de resíduos sólidos, contemplando diretrizes, arranjos institucionais, instrumentos legais, mecanismos de financiamento, entre outras questões, deve-se criar uma estrutura para o gerenciamento dos resíduos, de acordo com o modelo de gestão.

O gerenciamento de resíduos sólidos pode ser definido como a disciplina associada ao controle da geração, estocagem, coleta, transferência, transporte, processamento e disposição dos resíduos sólidos, de acordo com os princípios de saúde pública, econômicos, de engenharia, de conservação, estéticos, de proteção ao meio ambiente, sendo também responsável pelas atitudes públicas.

Dessa forma, o gerenciamento de resíduos exige o emprego das melhores técnicas na busca do enfrentamento da questão. A solução do problema dos resíduos pode envolver uma complexa relação interdisciplinar, abrangendo os aspectos políticos e geográficos, o planejamento local e regional, elemento de sociologia e demografia, entre outros.

Gerenciar os resíduos de forma integrada é articular ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve, apoiada em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor o lixo de um município, ou seja, é acompanhar de forma criteriosa todo ciclo dos resíduos, da geração à disposição final, empregando técnicas e tecnológicas mais compatíveis com a realidade local.

Exemplos de estratégias de gerenciamento integrado podem ser resumidas da seguinte forma:

1 – Coleta de resíduos sólidos sem implementação de coleta seletiva, seguida de uma etapa de triagem para a separação dos materiais que podem ser reciclados. O material restante é incinerado e as cinzas encaminhadas para aterros sanitários.

2- Coleta de resíduos sólidos sem implementação de coleta seletiva, seguida de uma etapa de produção de combustível através do resíduo e da recuperação de metais. Incineração do material orgânico. As cinzas e o resíduo gerado na produção de combustível e na recuperação de metais são encaminhados para o aterro sanitário.

3- Os resíduos sólidos municipais são encaminhados diretamente para aterros sanitários e os resíduos da poda vão para compostagem. O composto gerado é vendido e o resíduo desse processo disposto em aterros sanitários.

4- Coleta seletiva de materiais orgânicos e inorgânicos. O material orgânico é disposto diretamente em aterros sanitários, enquanto o inorgânico segue para uma unidade de triagem e reciclagem. O material que não pode aproveitado é disposto em aterros sanitários.

5- Basicamente igual à estratégia 4, mas com a implementação de incineração dos resíduos orgânicos e a disposição final das cinzas.

6- Coleta seletiva de materiais orgânicos e inorgânicos. O material orgânico é encaminhado para uma unidade de produção de combustível e para recuperação de metais, o material restante é incinerado e as cinzas dispostas em aterros sanitários. Enquanto o material inorgânico segue para uma unidade de triagem e reciclagem, o que não pôde ser aproveitado é disposto em aterros sanitários.

7- Coleta seletiva de materiais orgânicos e inorgânicos. O material orgânico é encaminhado para uma unidade de produção de combustível e para compostagem e o material restante é disposto em aterros sanitários. Enquanto o material inorgânico segue para uma unidade de triagem e reciclagem, o que não pôde ser aproveitado é disposto em aterros sanitários.

8- Coleta seletiva de materiais orgânicos e inorgânicos e de resíduos de poda. O material é disposto em aterros sanitários. O inorgânico segue para uma unidade de triagem e reciclagem, e o material que não pode ser aproveitado é disposto em aterros sanitários. Os resíduos de poda vão para compostagem e os resíduos da compostagem são dispostos em aterros sanitários.

9- Basicamente igual a estratégia 8, mas com a implementação da incineração dos resíduos orgânicos e a disposição final das cinzas.

Cada uma dessas estratégias para integração do gerenciamento de resíduos tem características próprias; por exemplo, as estratégias 1, 5, 6 e 9 são as que colocam menos material em aterros sanitários, pois incineraram os produtos orgânicos.

Já a estratégia 3 não propicia a reciclagem, porque não implementa formas de valorização dos resíduos.

Atualmente, entende-se que as formas de valorização dos resíduos domiciliares devem ser implementadas e, em razão de seus custos, otimizados.

A implementação do princípio do poluidor pagador é uma das formas de gerenciamento que pode diminuir os custos do sistema.

Resumidamente, entende-se por poluidor pagador a empresa ou indústria (e não o consumidor ou agente que promoveu a venda) que coloca determinado produto no mercado e que tem sua sustentação econômica baseada no consumo do produto por ele produzido, tornando-se responsável pelo tratamento e/ou disposição do resíduo gerado pelo produto. Esse princípio embute no preço dos produtos o custo de tratamento do resíduo e também do desenvolvimento de tecnologias e programas de reciclagem.

Conclui-se que o compromisso com o desenvolvimento sustentável, que é uma questão de gestão, ou seja, (está acima do gerenciamento) deve ser perseguido. Além disso, a valorização dos resíduos sólidos significa também a valorização do cidadão.

### ***12.3. Experiências de países do mundo na Gestão de Resíduos Sólidos***

## ▪ GESTAO DE RESIDUOS NOS ESTADOS UNIDOS DA AMERICA

HIERARQUIA POLITICA	ARRANJOS INSTITUCIONAIS	INSTRUMENTOS LEGAIS	MECANISMOS DE FINANCIAMENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MUNICIPIOS</li> <li>▪ CONDADOS</li> <li>▪ GOVERNO ESTADUAL</li> <li>▪ GOVERNO FEDERAL</li> </ul> <p><b>Diretrizes para Gestão de Resíduos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redução na fonte</li> <li>▪ Reciclagem/compostagem</li> <li>▪ Tratamento/combustão</li> <li>▪ Aterro sanitário</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Governo federal: responsável pela elaboração das leis</li> <li>▪ Agencias federais: interpretam as leis do Congresso e prescrevem os padrões mínimos de gerenciamento de resíduos, a serem seguidos em todos os estados</li> <li>▪ EPA (Environmental Protection Agency): estabelece os critérios para aterros sanitários e para as instalações de tratamento. É o agente fiscalizador.</li> <li>▪ HEW (Health, Education, and Welfare): estabelece padrões para armazenamento de resíduos, enquanto o DOD (Department of Defense), através do Corpo de Engenheiros das Forças Armadas, encarrega-se da proteção das vias navegáveis).</li> <li>▪ Os condados se responsabilizam pela coleta, tratamento e disposição de resíduos.</li> <li>▪ Outros departamentos também participam de forma indireta na tomada de decisões na área dos resíduos (Comercio, Transportes e Energia).</li> <li>▪ Em nível local, funcionários de empresas, grupos organizados, cidadãos, agências reguladoras, grupos ambientalistas e outros, estão envolvidos nas decisões sobre resíduos sólidos.</li> </ul>	<p>Legislação Estadual Os estados desenvolvem planos específicos: Estatuto e Regulamentação Federal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lei de 1965 (SDWA – Solid Waste Disposal): criou o Conselho de Qualidade do Meio Ambiente, abrigando todas as agencias federais.</li> <li>▪ Emenda de 1970 (ACRA – Lei de conservação e recuperação de recursos): incentiva a reciclagem, a participação da população no controle da poluição e cria a EPA.</li> <li>▪ Em 1976 novos textos legais soa elaborados, enfatizando a recuperação e conservação de recursos e a EPA apresenta uma serie de princípios para o gerenciamento de resíduos.</li> <li>▪ Lei de 1980: I) compensação e responsabilidade sobre o meio ambiente II) política e regulamentação de utilidade publica – relacionada ao levantamento de custos para venda de energia a partir dos resíduos. Fechou usinas de compostagem e os estados criaram novas agencias para o controle das atividades do lixo.</li> <li>▪ lei de 1984 (HSWA): estabelece novos padrões para resíduos sólidos perigosos.</li> </ul>	<p>Nos Estados Unidos da América, todas as atividades devem ser auto-sustentáveis.</p> <p>Nas esferas governamentais, o orçamento é sustentado por fundos formados pela cobrança de taxas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ taxa de propriedade</li> <li>▪ taxa de vendas</li> <li>▪ taxa de serviços municipais</li> <li>▪ taxa de arrecadação especial (não orçamentária).</li> </ul> <p>Outros recursos são oriundos de emolumentos dos usuários e de arrecadação dos programas de recuperação.</p> <p>Existem varias opções de financiamento para abertura de negócios relacionados aos resíduos: empréstimos da iniciativa privada, leasing, etc.</p>

Tabela 16. Gestão de Resíduos nos EUA.

## ▪ GESTAO DE RESIDUOS NA ALEMANHA

HIERARQUIA POLITICA	ARRANJOS INSTITUCIONAIS	INSTRUMENTOS LEGAIS	MECANISMOS DE FINANCIAMENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MUNICIPIOS/DISTRITOS</li> <li>▪ REGIÃO ADMINISTRATIVA</li> <li>▪ ESTADO</li> <li>▪ GOVERNO CENTRAL</li> </ul> <p><b>Diretrizes para Gestão de Resíduos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Minimização: ênfase em tecnologias de produção industrial limpas</li> <li>▪ Reciclagem/reutilização</li> <li>▪ Tratamento/incineração com aproveitamento energético</li> <li>▪ Aterro sanitário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Federal: governo central Normativo e legislativo, elabora as diretrizes gerais, através dos ministros que tem interface com o assunto. Elabora o planejamento ambiental e a fiscalização.</li> <li>▪ Estado Também tem a função normativa e legislativa; detalha as diretrizes gerais da federação, podendo torná-las mais restritiva e tem caráter fiscalizador.</li> <li>▪ Regiões administrativas Congregados em uma diretoria com vários departamentos responsabilizam-se pela análise, regulamentação, aprovação de planos e fiscalização.</li> <li>▪ Distritos e Municípios Elaboram planos para a contratação de projetos e se responsabilizam pela coleta e disposição de resíduos. Os municípios se responsabilizam pela coleta de resíduos e os distritos pelo tratamento e disposição final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lei de 1949 – Organização territorial: lei federal fixando toda a organização territorial atual.</li> <li>▪ Lei de 1986 (AfG): lei federal de resíduos. Foi revisada em 1990 em 1992. Esta lei é detalhada em cada estado, tornando-a, muitas vezes, mais restritiva.</li> <li>▪ A coleta, a disposição e a reciclagem de resíduos são de competência dos municípios/distritos. Embora exista uma tendência que caminha em direção à privatização, a função reguladora/fiscalizadora, reposaria sempre o poder público.</li> <li>▪ A responsabilidade pública e matéria de resíduos industriais é bastante reduzida; em princípio, o produtor é o responsável pela disposição.</li> <li>▪ O estado limita-se a planejar a organização do manejo dos resíduos industriais, podendo em alguns casos ser acionista de instalações de tratamento, em parceria com a iniciativa privada.</li> <li>▪ O gerador, o transportador e o receptor de resíduos industriais perigosos devem assegurar que a disposição final adequada está garantida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ As estruturas para o gerenciamento de resíduos devem ser auto-sustentáveis.</li> <li>▪ Existem financiamentos para as atividades ligadas à remodelação de sítios degradados. Nesses casos, 50% fica a cargo do estado e 50% a cargo dos municípios, ou ainda, 50% a cargo do estado e 50% a cargo da indústria.</li> </ul>

Tabela 17. Gestão de Resíduos na Alemanha

## ▪ GESTAO DE RESIDUOS NO JAPÃO

HIERARQUIA POLITICA	ARRANJOS INSTITUCIONAIS	INSTRUMENTOS LEGAIS	MECANISMOS DE FINANCIAMENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MUNICIPIOS</li> <li>▪ PROVINCIAS (ESTADOS)</li> <li>▪ REGIONAIS (poder misto: províncias e municípios)</li> <li>▪ GOVERNO CENTRAL</li> </ul> <p><b>Diretrizes para Gestão de Resíduos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Preservação do meio ambiente</li> <li>▪ Proteção à saúde publica</li> <li>▪ Restrições a descargas de resíduos</li> <li>▪ Classificação apropriada</li> <li>▪ Estocagem, coleta, transporte, reciclagem, disposição final de resíduos</li> </ul>	<p><b>GOVERNO CENTRAL</b> Ministério da Saúde e do Bem Estar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ agente coordenador e executor da política nacional de resíduos.</li> <li>▪ função normativa, fiscalização e de articulação interinstitucional.</li> </ul> <p><b>PROVINCIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ planejamento e fiscalização</li> <li>▪ fornece aos municípios técnicas adequadas de gerenciamento</li> <li>▪ coloca em prática a política de resíduos do Ministério da Saúde e do Bem Estar.</li> </ul> <p><b>MUNICIPIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gerencia de forma adequada os resíduos (coleta, transporte e disposição de resíduos domiciliares) em sua área de administração, de acordo com o plano anual de disposição elaborado em conjunto com as províncias.</li> <li>▪ propaga os conceitos de limpeza.</li> </ul>	<p>Gerenciamento e Limpeza Pública: Lei 137/1970.</p> <p>Objetivos: preservação do meio ambiente e proteção da saúde pública, através do gerenciamento adequado de resíduos, e conservação do meio ambiente.</p> <p>Contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ classificação dos resíduos</li> <li>▪ deveres do cidadão</li> <li>▪ deveres da empresa</li> <li>▪ deveres do governo (regional e nacional)</li> <li>▪ planejamento local e regional (resíduos)</li> <li>▪ criação de centro de gerenciamento de resíduos</li> <li>▪ contratos entre empresas e prefeituras</li> <li>▪ fiscalização</li> <li>▪ assistência e subsídios</li> <li>▪ regulamento penal</li> </ul>	<p>As estruturas regionais (municípios e províncias) devem ser auto-sustentáveis, podendo em alguns casos específicos receber subsídios do governo nacional para construção de instalações de tratamento de resíduos especiais. Tais subsídios na maioria das vezes são requisitados devido à ocorrência de sinistros que venham a afetar as instalações.</p> <p>Normalmente, as instalações são mantidas por taxas, fundos de cooperação das empresas e outras formas de contribuição que os governos de províncias e o governo central se esforçam para obter.</p>

Tabela 18. Gestão de Resíduos no Japão

Apesar das realidades distintas, observa-se que o enfrentamento dos impasses decorrentes do gerenciamento e gestão de resíduos passa por diretrizes semelhantes.

Os países estudados assumem como metas prioritárias: a **prevenção**, através da redução do volume de resíduos na fonte (com ênfase no desenvolvimento de tecnologias limpas na linha de produção e análise do ciclo de vida dos produtos); a **reciclagem** e a **reutilização** dos resíduos: a **transformação** através de tratamentos físicos, químicos e biológicos, enfatizando a incineração com aproveitamento de energia, como forma de redução do volume de resíduos, aumentando o período de vida útil dos aterros sanitários. Outro aspecto importante é a disposição final somente dos resíduos que já passaram por alguma forma de tratamento e não são passíveis de reutilização. Além disso, a reabilitação das áreas contaminadas por antigas descargas de resíduos, enquadra-se nas prioridades.

O êxito de países relativamente à gestão e ao gerenciamento dos resíduos, deve-se ao planejamento eficiente das atividades e à clareza na definição dos papéis dos agentes envolvidos.

O acesso permanente à informação, em todas as etapas do processo de planejamento é fundamental para o efetivo controle social. As organizações não governamentais e a mídia desempenham papel preponderante na divulgação da informação à sociedade.

O controle social se dá pela participação de segmentos da sociedade nos processos de planejamento e de tomada de decisão de diferentes formas: convivência integrada nos centros comunitários, formação de ONG's, representatividade em fóruns consultivos e deliberativos nos vários níveis de ação do governo.

Embora exista a tendência na terceirização das atividades relacionadas aos resíduos sólidos, há sempre a presença do estado, com o papel de normatizador e fiscalizador.

O investimento em mecanismos de controle ambiental e em padrões de desempenho do sistema de gerenciamento de resíduos é uma preocupação constante. A utilização de instrumentos reguladores (padrões de emissão, uso do solo, etc.) e econômicos (taxas ambientais sobre produtos e práticas indesejáveis por exemplo)

vêm se multiplicando como medida importante na consolidação de política de gestão de resíduos.

A operação e a manutenção dos sistemas de gerenciamento de resíduos se dão pela forma a garantir a auto-sustentabilidade, ou seja, é o próprio usuário dos serviços quem financia o sistema através do pagamento de taxas, tarifas e preços públicos. Já o financiamento de novas instalações e equipamentos se realizam através de recursos das próprias empresas para esse fim ou através de empréstimos junto às instituições financeiras públicas ou privadas.

A tendência para os próximos anos é um aumento dos custos com gerenciamento de resíduos, devido ao crescente controle exercido por setores organizados da sociedade e que deverá resultar em normas cada vez mais restritivas, especialmente em relação ao tratamento e destino final.

#### **12.4. Considerações finais**

A inexistência de uma política específica para o setor tem desencadeado ações públicas desarticuladas, dificultando o equacionamento dos problemas existentes, e gerando desperdícios significativos na aplicação dos recursos públicos.

A situação dos resíduos sólidos no país é crítica, especialmente nos grandes centros, onde as opções para o destino final dos rejeitos tornam-se escassos, favorecendo as descargas clandestinas de toda natureza. O impacto negativo causado ao meio ambiente às vezes tem caráter irreversível. Muitas áreas já afetadas pela disposição desordenada de resíduos deverão ser recuperadas num futuro próximo, envolverão dificuldades técnicas e elevado custo financeiro.

O quadro mais preocupante é a degradação do meio ambiente comprometendo a qualidade de vida da população, cujo principal fator é a ausência de uma política efetiva para o setor.

A exemplo da ocorrência em diversos países, a progressiva conscientização da sociedade a respeito das questões ambientais exigira fatalmente uma atuação mais incisiva dos administradores públicos.

O compromisso com a gestão dos resíduos sólidos é um dever de todos, envolvendo setores públicos, iniciativa privada, segmentos organizados da sociedade civil, exigindo que os governantes definam uma política eficiente e compatível com a nossa realidade.

### 13. INVENTARIO ESTADUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS -CETESB

A CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, órgão delegado do Governo do Estado de São Paulo, em consonância com o disposto na resolução SMA 13, de 27 de fevereiro de 1998, apresenta anualmente um Relatório sobre a situação dos locais de destinação final de resíduos sólidos domiciliares nos municípios do Estado de São Paulo.

Tal relatório permite a consulta rápida e direta sobre a evolução das condições dos sistemas de disposição e de tratamento de resíduos sólidos domiciliares, assim como, acompanhar o resultado das ações adotadas para o controle ambiental e das políticas e programas aplicados pelo Governo do Estado de São Paulo. Tais informações constantes do Inventário referem-se aos sistemas em operação, não incluindo os passivos ambientais correspondentes a antigos locais de disposição atualmente desativados, os quais são objetos de ações e medidas específicas da CETESB.

#### 13.1. Metodologia

Para elaboração do Inventário, todas as instalações de tratamento e destinação de resíduos sólidos domiciliares em operação no Estado de São Paulo são periodicamente inspecionadas pelos técnicos das Agencias Ambientais da CETESB.

As informações coletadas nas inspeções, são processadas a partir da aplicação de um questionário padronizado, constituído por três capítulos relativos, respectivamente, às características locacionais, estruturais e operacionais de cada instalação de tratamento e/ou disposição de resíduo. As informações reunidas e devidamente analisadas, permitem apurar o *IQR – Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos*, o *IQR Valas – Índice de Qualidade de Aterro em Valas* e o *IQC – Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem*, cuja pontuação varia de 0 a 10.

A utilização de um índice abrangente, devidamente fundamentado, que leva em consideração as condições encontradas por ocasião das inspeções, permite efetuar um balanço confiável das condições ambientais, diminuindo eventuais distorções devidas à subjetividade na análise dos dados, além de possibilitar a comparação entre as instalações existentes no Estado. Em virtude do dinamismo operacional das instalações e à variação das condições climáticas a que ficam expostas, não raro, pode, ser

encontradas situações distintas nas avaliações, mesmo em inspeções realizadas em datas próximas.

Em função dos índices IQR e IQC apurados, as instalações são enquadradas como *inadequadas*, *controladas* e *adequadas*, conforme mostra a Tabela 19.

IQR/IQC	ENQUADRAMENTO
$0,0 \leq \text{IQR/IQC} \leq 6,0$	CONDICOES INADEQUADAS ( I )
$6,1 < \text{IQR/IQC} \leq 8,0$	CONDICOES CONTROLADAS ( C )
$8,1 < \text{IQR/IQC} \leq 10,0$	CONDICOES ADEQUADAS ( A )

Tabela 19 . Enquadramento das instalações de tratamento e/ou destinação Final de RSD em função dos índices de IQR e IQC.

As quantidades de resíduos gerados nos municípios foram calculadas com base na população urbana de cada cidade e nos índices de produção de resíduos por habitante.

Como referencia oficial do numero de habitantes, foi adotado o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, publicado em 2000, atualizado para 2004, com a aplicação de índices de crescimento fornecidos pelo IBGE> para estimar a quantidade de resíduos sólidos dispostos, adotaram-se os índices de produção por habitante apresentados na Tabela 20.

POPULAÇÃO (HAB)	PRODUÇÃO (KG/HAB.DIA)
ATÉ 100.000	0,4
DE 100.001 A 200.000	0,5
DE 200.001 A 500.000	0,6
MAIOR QUE 500.001	0,7

Tabela 20. Índices de produção “ per capita” de RSD em função da população.

Para os municípios onde são efetuadas pesagens periódicas das quantidades de resíduos gerado, poderão ocorrer índices diferentes dos acima citados.

Estas diferenças podem ser, decorrentes de vários fatores, tais como, tipo de atividade produtiva predominante no município, nível sócio-econômico, sazonalidade, nível de interesse e participação da população relacionado com a existência de programas de coleta seletiva e de ações governamentais que objetivem a conscientização da população, quanto à redução da geração de resíduos.

Alem disso, os índices utilizados para apurar a quantidade de resíduos gerada consideram, apenas, os resíduos de origem familiar, ou seja, aqueles gerados nas residências e no pequeno comercio e em empreendimentos de pequeno porte, destinados á prestação de serviços.

Verifica-se, assim, que o Inventario Estadual de Resíduos deve ser utilizado como um instrumento de acompanhamento das condições ambientais e sanitárias dos locais de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos domiciliares e não como fonte de informações sobre as quantidades de resíduos efetivamente geradas nos municípios.

MUNICIPIO	UG RHI	LIXO T/DIA	INVENTARIO														ENQUADRAMENTO E OBS.					
			2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		COND.	TAC	LI	LO
			IQR	IQC	IQR	IQC	IQR	IQC	IQR	IQC	IQR	IQC	IQR	IQC	IQR	IQC	IQR	IQC	COND.	TAC	LI	LO
AURIFLAMA	18	5,0	3,7		5,2		5,3		4,8		5,4		7,1		6,8		7,2		C	N	S	S
DIRCE REIS	18	0,4	8,8		7,5		7,9		7,0		6,7		6,8		6,3		7,8		C	N	S	S
FLOREAL	18	0,9	6,9		8,5		7,3		7,4		9,1		7,8		6,7		6,8		C	N	S	S
GEL. SALGADO	18	3,6	6,6		5,3		6,1		6,3		6,2		6,7		7,7		6,3		C	N	S	S
GUZOLANDIA	18	1,2	4,9		8,5		6,6		9,3		6,1		6,8		7,2		6,7		C	N	S	S
ILHA SOLTEIRA	18	10,0	7,9		7,6		5,3		4,0		4,2		4,1		5,2		4,4		I	N	S	N
JALES	18	18,5	6,7		7,3		7,3		6,2		6,1		6,1		6,1		6,1		C	N	N	N
MARINOPOLIS	18	0,7	8,4		7,8		7,3		7,3		6,9		7,4		8,8		7,9		C	N	S	S
MONTE APRAZIVEL	18	6,6	3,6		8,8		6,4		6,8		7,2		8,4		7,6		8,6		A	N	S	S
NHANDEARA	18	3,1	8,6		8,6		9,0		6,8		6,3		5,9		5,9		6,2		C	N	S	S
PONTALINDA	18	1,2	8,3		9,7		8,6		7,2		7,5		6,5		6,7		6,8		C	N	S	S
RUBINEIA	18	0,9	8,6		8,6		8,6		9,3		7,7		8,7		8,7		8,7		A	N	S	S
SANTA FE DO SUL	18	11,1	3,4		4,7		6,1		6,2		6,2		6,2		9,8		9,8		A	N	S	N
SAO FRANCISCO	18	0,9	8,9		7,4		7,4		6,4		6,1		6,2		6,1		7,4		C	N	S	S
SAO J. D. PONTES	18	0,8	5,5		8,3		5,7		6,3		2,7		3,4		8,9		6,9		C	N	S	S
SÃO J IRACEMA	18	0,5	6,8		8,8		7,8		6,8		6,5		7,4		6,5		7,5		C	N	S	S
SEBASTINOPOLIS	18	0,7	9,3		6,4		6,6		6,6		5,1		5,5		7,1		7,5		C	N	S	S
SUZANAPOLIS	18	0,8	6,3		7,0		6,4		9,7		6,4		6,3		6,9		7,6		C	N	S	S
NOVA CANAÁ PAULISTA	18	0,3	7,8		7,3		6,5		9,4		8,5		7,3		7,0		8,0		C	N	S	S

TABELA 21. ENQUADRAMENTO DOS MUNICÍPIOS QUANTO ÀS CONDIÇÕES DO TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS RSD- 2000 A 2007.

A – CONDIÇÃO ADEQUADA

C – CONDIÇÃO CONTROLADA

I – CONDIÇÃO INADEQUADA

LI – LICENÇA DE INSTALAÇÃO

LO – LICENÇA DE OPERAÇÃO

N – NÃO

S - SIM

## 14. LEGISLAÇÃO

### 14.1. Legislação Federal

- Decreto nº 50.877, 1961 – dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do país e dá outras providências.
- Decreto nº 58.256, 1966 – promulga o tratado de proscrição das experiências com armas nucleares na atmosfera, no espaço cósmico e sob as águas.
- Lei nº 5318, 1967 – estabelece penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais que lançarem detritos ou óleos em águas brasileiras.
- Portaria nº 53, de 01 de março de 1979 – estabelece normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção.
- Portaria nº 01 de 04 de março de 1983 – que aprova as normas sobre especificações, garantias, tolerâncias e procedimentos para coleta de amostras de produtos e modelos oficiais a serem utilizados para inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes e biofertilizantes, destinados à agricultura.
- Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986- que estabelece critérios básicos e diretrizes para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental – EIA/RIMA.
- Resolução CONAMA Nº 006, de 15 de junho de 1988 – que exige o estabelecimento dos inventários dos tipos e quantidades dos resíduos gerados pelas empresas.
- Lei Nº 7.802, de 11 de julho de 1989 – dispõe sobre agrotóxicos (regulamentada pelo decreto Nº 98.816 de 11 de janeiro de 1990).
- Resolução CONAMA Nº 002, de 22 de agosto de 1991 – que estabelece critérios para manuseio de cargas perigosas.
- Resolução CONAMA Nº 008, de 19 de setembro de 1991 – que veta a entrada de materiais residuais destinados à disposição final e incineração no país.
- Resolução CONAMA Nº 005 , de 05 de agosto de 1993 – que dispõe sobre a destinação final de resíduos sólidos.
- Resolução CONAMA Nº 009 , de 31 de agosto de 1993 – que dispõe sobre óleos usados.

---

**MN CONSULTORIA E PROJETOS LTDA ME**

---

- Resolução CONAMA Nº 004, de 09 de outubro de 1995 – que estabelece áreas de segurança aeroportuárias.
- Resolução CONAMA Nº 23, de 12 de dezembro de 1996 – revoga a Resolução nº 37, de 07 de dezembro de 1994 – que proibi a importação dos resíduos perigosos, Classe I, em todo território nacional.
- Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997 – que estabelece o licenciamento ambiental.
- Decreto Lei Nº 366-A, de 20 de dezembro de 1997 – estabelece os princípios e as normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens, visando a prevenção da produção desses resíduos, a reutilização e reciclagem de embalagens usadas, bem como a redução da sua eliminação final, assegurando a proteção ambiental.
- Decreto Lei nº 268, de 28 de agosto de 1998 – visa regular a localização dos parques de sucata e o licenciamento da instalação e ampliação de depósitos de sucata, com o objetivo de promover um correto ordenamento do território, evitar a degradação da paisagem e do ambiente e proteger a saúde pública.
- Resolução CONAMA Nº 257, de 30 de junho de 1999 – dispõe sobre pilhas e baterias, bem como produtos eletro-eletrônicos.
- Resolução CONAMA Nº 258, de 26 de agosto de 1999 – que estabelece critérios para destinação final de pneumáticos.
- Resolução CONAMA Nº 275, de 25 de abril de 2001 – estabelece código de cores para os diferentes tipos coletores e transportadores de resíduos.
- Resolução CONAMA Nº 283, de 12 de julho de 2001- que estabelece o tratamento e a destinação final dos Resíduos de Serviço de Saúde.
  - Lei nº 10.888, de 20 de setembro de 2001 – dispõe sobre o descarte final de produtos potencialmente perigosos de resíduos urbanos (pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e frascos de aerosóis em geral) que contenham metais pesados.
  - Resolução CONAMA N º 307, de 05 de julho de 2002 – que estabelece a disposição final dos resíduos da construção civil.
  - Resolução CONAMA Nº 308, de 21 de março de 2002 – dispõe sobre disposição final d e resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte.

- Resolução CONAMA Nº 316, de 29 de outubro de 2002 – dispõe sobre procedimentos e critérios para funcionamento de sistema de tratamento térmico de resíduos.
- Resolução CONAMA Nº 319, DE 04 DE DEZEMBRO DE 2002 – dispõe sobre a prevenção e controle de poluição em postos de combustíveis e serviços.
- Resolução CONAMA Nº 334, de 19 de maio de 2003 – estabelece procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.
- Resolução CONAMA Nº 348, de 17 de agosto de 2004 – que inclui o amianto na classe de resíduos perigosos.
- Resolução CONAMA Nº 358, de 29 de abril de 2005 – dispõe sobre o tratamento final dos resíduos de serviços de saúde
- Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 – dispõe sobre a classificação dos corpos d’água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

#### **14.2 Legislação Estadual**

- Constituição Estadual de 1989, Artigos 191 a 204 – Capítulo IV Do meio ambiente dos Recursos Naturais e do Saneamento.
- Decreto Nº 41.261, de 31/10/96 – que autoriza a Secretaria do Meio Ambiente a celebrar convênios com municípios paulistas.
- Decreto Nº 43.505, de 01/10/98 – que autoriza o Secretário do Meio Ambiente a celebrar convênios com municípios paulistas.
- Resolução SMA Nº 51, de 25/07/97 – que dispõe sobre o licenciamento pela CETESB de aterros sanitários e usinas de reciclagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares, operados por municípios com menos de 10 toneladas/dia.
- Resolução SMA Nº 41, de 17/10/02 – que trata do licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil.
- Deliberação CONSEMA Nº 34 de 27/11/01 – que disciplina a realização de audiências públicas nos casos de projetos sujeitos ao EIA/RIMA.
- Lei Nº 997 de 31/05/76 – que dispõe sobre o Controle de Poluição do Meio Ambiente.
- Decreto Nº 8.468 de 08/09/76 – que aprova o regulamento da Lei Nº 997.
- Resolução SMA Nº 34 de 10/09/02 – que trata do licenciamento de unidade de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

---

**MN CONSULTORIA E PROJETOS LTDA ME**

---

- Resolução SMA Nº 19 de 22/03/96 – que trata sobre licenciamento ambiental de sistemas de esgotamento sanitário de pequeno porte.
- Resolução SMA Nº 01 de 02/01/86 – relativa à exigibilidade de EIA/RIMA para atividades já anteriormente licenciadas sem EIA/RIMA.
- Resolução SMA Nº 40 de 24/12/92 – sobre prazos para o interessado atender as exigências feitas no processo de exame do EIA/RIMA.
- Resolução SMA Nº 42 de 29/12/94 – sobre o procedimento para análise do EIA/RIMA.
- Resolução SMA Nº 32 de 06/09/02 – que dispõe sobre os procedimentos de licenciamento em Áreas de Proteção Ambiental – APA's.
- Resolução Conjunta SMA/SS , de 05 de março de 2002 – dispõe sobre a Trituração ou Retalhamento de pneus para fins de disposição em aterros sanitários.
- Lei Estadual Nº 9509 de 20/03/97 – que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
- Decreto Nº 47.400 de 04/12/02 – que regulamenta dispositivos da Lei Estadual Nº 9509 de 20/03/97.
- Resolução SMA Nº 48 de 05/12/02 – que fixa o valor do custo das horas técnicas despendidas em análises para expedição de licenças, autorizações, pareceres técnicos e outros documentos na forma do Decreto Nº 47.400 de 04/12/02.
- Resolução SMA Nº 12 de 02/08/89 – que determina à CETESB o cumprimento da Resolução CONAMA Nº 06/86.
- Lei Estadual Nº 12.300 de 16/03/2006 –que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

## 15. NORMAS TÉCNICAS

- NBR 8418 – Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos.
- NBR 8418 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos
- NBR 8843 – Aeroportos - Gerenciamento de resíduos sólidos.
- NBR 8849 – Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos.
- NBR 9191 – Sacos plásticos para acondicionamento de lixo.
- NBR 10004 – Resíduos sólidos – Classificação.
- NBR 10005 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.
- NBR 10006 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
- NBR 10007 – Amostragem de resíduos sólidos.
- NBR 10157 – Aterro de resíduos perigosos – Critérios para projetos, construção e operação.
- NBR 11175 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho.
- NBR 12235 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.
- NBR 12807 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia.
- NBR 12808 – Resíduos de serviço de saúde – Classificação.
- NBR 12809 – Manuseio de resíduos de serviço de saúde.
- NBR 12810 – Coleta de resíduos de serviço de saúde.
- NBR 12980 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos.
- NBR 13332 – Coletor-compactador de resíduos sólidos e seus principais componentes – Terminologia.
- NBR 13333 – Caçamba estacionaria de 08 m<sup>3</sup>, 1,2 m<sup>3</sup> e 1,6 m<sup>3</sup> para coleta de resíduos sólidos por coletores-compactadores de carregamento traseiro.
- NBR 13334 – Caçamba estacionaria de 0,8 m<sup>3</sup>, 1,2 m<sup>3</sup> e 1,6 m<sup>3</sup> para coleta de resíduos sólidos por coletores-compactadores de carregamento traseiro – Dimensões.
- NBR 13463 – Coleta de resíduos sólidos
- NBR 13591 – Compostagem
- NBR 13853 – Coletores para resíduos de serviço de saúde perfurantes ou cortantes – Requisitos e métodos de ensaio.

- NBR 13894 – Tratamento no solo (landfarming) – Procedimento.
- NBR 14599 – Requisitos de segurança para coletores-compactadores de carregamento traseiro e lateral.
- NBR 14719 – Embalagem rígida vazia de agrotóxico – Destinação final da embalagem lavada – Procedimento.
- NBR 14879 – Coletor-compactador de resíduos sólidos – Definição de volume.
- NBR 14935 – Embalagem vazia de agrotóxico – Destinação final de embalagem não lavada – Procedimento.
- NBR 15112 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15113 – Resíduos sólidos da construção e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.
- NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.