2
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ATERROS SANITÁRIOS

2.1
Conceitos gerais

Segundo a Norma Brasileira (NBR 10.004) resíduos sólidos ou semi-sólidos são aqueles que "resultam da atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Considera-se também resíduo sólido os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água ou exijam, para isso, soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível" (ABNT 1987).

Os resíduos podem ser classificados segundo a sua origem (Tabela 2.1), como consta no capítulo primeiro do artigo quarto da política estadual de gestão integrada de resíduos sólidos do estado de São Paulo, ou, considerando aspectos ecológicos, sanitários e econômicos, e as características físicas dos resíduos (Tabela 2.2), de acordo com a norma brasileira (NBR 10.004).

Quanto a Origem	
Resíduos Urbanos	Residências, atividades comerciais, varrição de ruas, podas de árvores e similares.
Resíduos Especiais	Gerados pelos processos de transformação: Industriais, Agrícolas, Radioativos, provenientes dos Serviços de Saúde e da Construção civil.

Tabela 2.1 – Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a sua origem.

Os Resíduos Urbanos são gerados nas áreas urbanas, enquanto que os Especiais são gerados em processos de transformação. Estes, em virtude do fato de possuírem características peculiares, necessitam de cuidados mais específicos quanto à coleta, acondicionamento, transporte, manipulação e disposição final.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

Resíduos	Descrição
Classe I (materiais perigosos)	Características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, radioatividade e patogenicidade que podem apresentar riscos à saúde pública ou efeitos adversos ao meio ambiente.
Classe II (materiais não inertes)	Materiais que não se enquadram nas classes I e III. Os resíduos desta classe podem ter as seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
Classe III (materiais inertes)	Materiais que não se solubilizam ou que não têm qualquer componente solubilizado em concentrações superiores aos padrões estabelecidos (NBR 10.006 – Solubilização de Resíduos)

Tabela 2.2 – Classificação dos Resíduos Sólidos segundo as suas características físicas.

As características dos resíduos podem ainda variar, segundo Zanta e Ferreira (2003), em função de fatores que distinguem as comunidades entre si, como sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, além dos aspectos biológicos e químicos. O conhecimento destas características possibilita uma escolha mais apropriada na seleção de processos de tratamento e técnicas de disposição final a serem utilizadas.

A composição gravimétrica dos resíduos é outro dado de grande importância, no que diz respeito ao seu gerenciamento, e pode contemplar várias categorias como mostra a Tabela 2.3. É importante explicitar ainda o teor de umidade presente, devido ao fato de que o peso dos resíduos orgânicos é determinado em condição úmida, (Zanta e Ferreira, 2003).

É necessário ainda, além dos aspectos qualitativos, o conhecimento da quantidade produzida por dia (ton/dia; m^3/dia) e a produção per capta (ton/hab.dia). Dados a serem empregados nas fases de planejamento do GIRSU. Utiliza-se, nesta prática, as quantidades referentes aos resíduos coletados, Zanta e Ferreira (2003).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

Categoria	Exemplos
Matéria orgânica putrescível	Restos alimentares, flores, podas de árvores.
Plástico	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, beleza e alimentícios, esponjas, isopor, utensílios de cozinha, látex, sacos de ráfia.
Papel e papelão	Caixas, revistas, jornais, cartões, papel, pratos, cadernos, livros, pastas.
Vidro	Copos, garrafas de bebidas, pratos, espelhos, embalagens de produtos de limpeza, beleza e alimentícios.
Metal ferroso	Palha de aço, alfinetes, agulhas, embalagens de produtos alimentícios.
Metal não-ferroso	Latas de bebidas, restos de cobre e chumbo, fiação elétrica.
Madeira	Caixas, tábuas, palitos de picolé e de fósforos, tampas, móveis, lenha.
Panos, trapos, couro e borracha	Roupas, panos de limpeza, pedaços de tecido, bolsas, mochilas, sapatos, tapetes, luvas, cintos, balões.
Contaminante químico	Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticidas, colas em geral, cosméticos, vidro de esmaltes, embalagens pressurizadas, canetas com carga, papel carbono, filme fotográfico.
Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gazes e panos com sangue, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, lâminas de barbear, cabelos, pêlos, embalagens de anestésicos, luvas.
Pedra, terra e cerâmica	Vasos de flores, pratos, restos de construção, terra, tijolos, cascalho, pedras decorativas.
Diversos	Velas de cera, restos de sabão e sabonete, carvão giz, pontas de cigarro, rolhas, cartões de crédito, lápis de cera, embalagens longa-vida, embalagens metalizadas, sacos de aspirados de pó, lixas e outros materiais de difícil identificação.

Tabela 2.3 – Exemplos básicos de cada categoria de resíduos sólidos urbanos.
Fonte: Adaptado de Pessin, et al. (2002)

É de responsabilidade do GIRSU ações gerenciadoras relacionadas às etapas de geração, acondicionamento, coleta e transporte, reaproveitamento, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos, apresentados a seguir:

- Geração de Resíduos - que promove a não geração de resíduos e a mudança do padrão de consumo da sociedade. Incentivando o consumo de produtos mais apropriados ambientalmente, e a segregação dos resíduos com base em suas características, evitando, o quanto possível, a mistura de resíduos que contamine materiais reaproveitáveis. Valorizando os resíduos e possibilitando uma maior eficiência nas demais etapas do processo.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

- Acondicionamento de Resíduos – que orienta o coerente acondicionamento dos resíduos de acordo com suas características, facilitando a sua identificação e manuseio seguro durante as etapas posteriores.
- Coleta e Transporte – que orienta as operações de remoção e transferência dos resíduos para os locais de armazenamento, processamento ou destinação final. Pode ser realizada de forma seletiva e pela coleta de resíduos misturados.
- Reaproveitamento e tratamento – que agrega, nesta etapa, ações corretivas, objetivando a valorização dos resíduos e a redução de impactos ambientais. Reciclagem, reutilização, recuperação, ou compostagem são formas de reaproveitamento ou tratamento dos resíduos.
- Destinação final – que encaminha, após as etapas anteriormente descritas, os resíduos não utilizados para os locais reservados à sua deposição final (aterros sanitários) com garantias sanitárias, e devidamente preparados para a captação dos efluentes líquidos e gasosos.

Problemas de saúde pública e problemas ambientais decorrem do não tratamento adequado do lixo gerado. Transmissores de doenças, a exemplo de animais e insetos contaminados, ou ainda o ar ou a água poluídos, contaminados com produtos tóxicos, podem proliferar quando o lixo é depositado a céu aberto em lixões. Problemas respiratórios, intestinais e outros que são causados por ambientes poluídos ou através do contato com animais contaminados podem levar à morte.

O fato é que cada vez mais, em todo o mundo, gera-se uma maior quantidade de lixo. Portanto, a necessidade do desenvolvimento de tecnologias comprometidas com a preservação do meio ambiente e com a preservação da qualidade de vida aumenta em dimensão proporcional.

A média de geração diária de resíduos sólidos domésticos, dos países do primeiro mundo, corresponde, segundo Rosa et al., a 1,77kg per capita. Esta realidade, agregada aos custos de tratamento e manejo dos resíduos decorrentes de revisões das normas sanitárias e ambientais, foi motivo de investimentos, desde a década de 80, na reciclagem do lixo e na coleta seletiva dos resíduos gerados.

No Brasil, nas grandes cidades, segundo Rosa et al., o lixo doméstico produzido já está em torno de 0,8kg per capta. Isto indica a crescente necessidade, no país, de programas que tratem os resíduos gerados de forma adequada, e que possam, além de combater a poluição, gerar riquezas e empregos. A Figura 2.1 explicita a situação em que se encontra o Brasil, no

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

aspecto da disposição final dos resíduos, e revela boas possibilidades que o país tem com relação ao aproveitamento dos resíduos gerados.

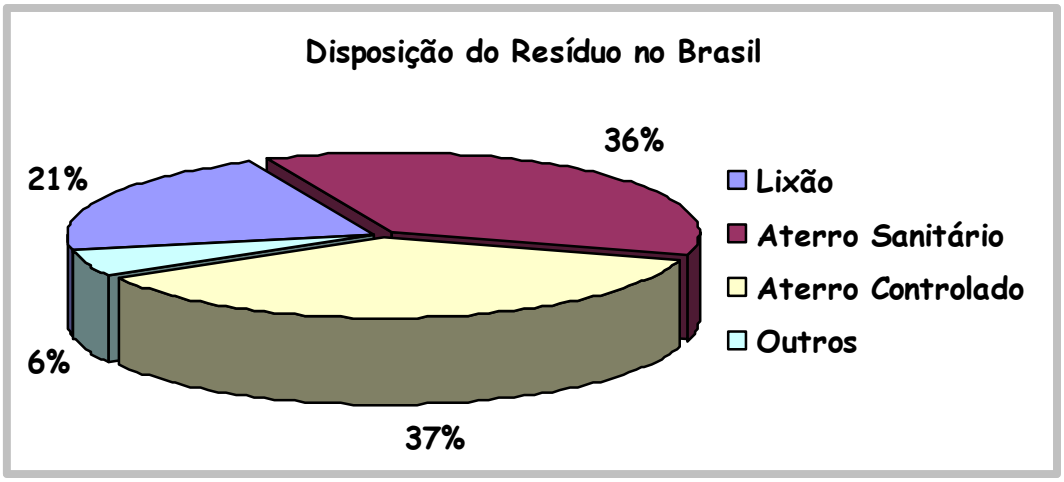


Figura 2.1 – Disposição dos Resíduos no Brasil
Fonte: IBGE, 2000

A Figura 2.2 apresenta um fluxograma das rotas de destinação dos resíduos sólidos tendo em vista seu aproveitamento energético.

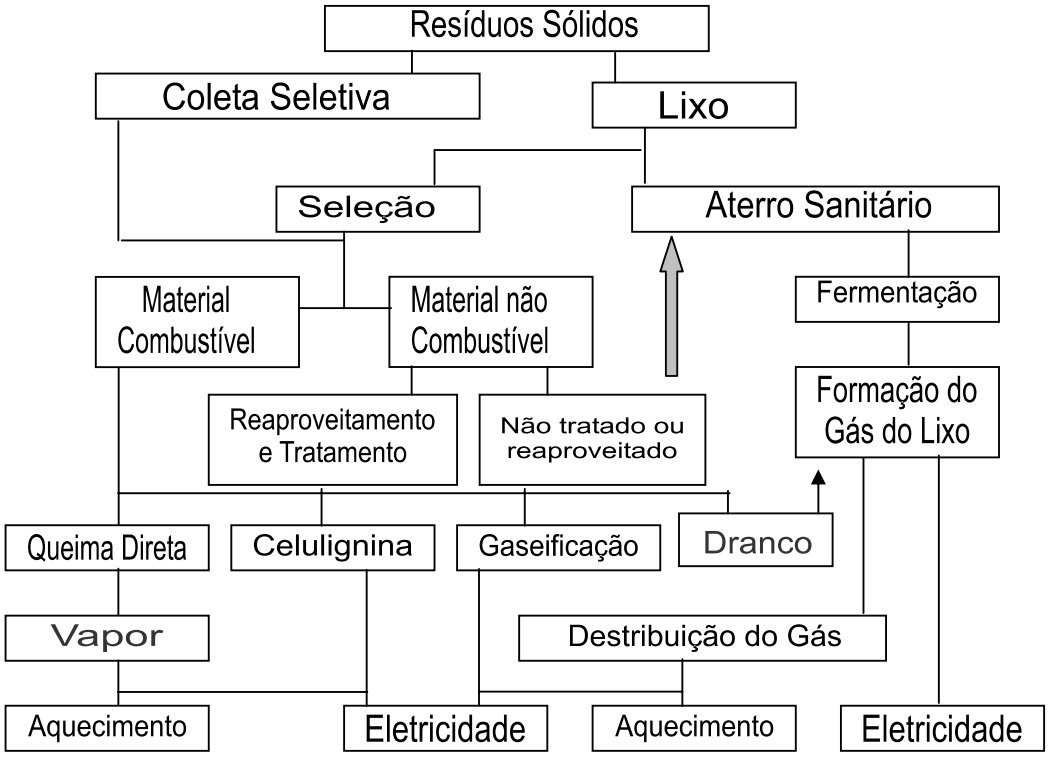


Figura 2.2 – Fluxograma das rotas de destinação dos resíduos sólidos.
Fonte: Adaptado de Oliveira (2000).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

As atividades de reaproveitamento ou tratamento utilizam os resíduos como insumo, consumindo menos energia quando comparados ao insumo virgem. Isto revela uma conservação de energia que colabora com o crescimento econômico, pois pode gerar redução de custos e aumento de produtividade nos âmbitos micro e macroeconômicos.

O reaproveitamento dos resíduos sólidos por meio dessas atividades, além de melhorar a produtividade econômica de empresas ou países, também contribui para a minimização dos impactos ambientais relacionados à geração e utilização da energia.

O aproveitamento energético do lixo pode acontecer através da utilização do seu poder calorífico por meio da incineração; da gaseificação; do aproveitamento calorífico do biogás produzido a partir do lixo; ou da produção de combustível sólido a partir de restos de alimentos.

A incineração aproveita o poder calorífico existente no lixo por meio da sua queima direta, para a produção de vapor. Este processo, de acordo com Oliveira (2000), tem como vantagens a possibilidade do uso direto da energia térmica, a necessidade de sua contínua alimentação, o que demanda grande quantidade de lixo, baixos níveis de ruído e odor, considerando-se uma pequena área de instalação. Tem como desvantagens a inviabilidade para resíduos de baixo poder calorífico, a necessidade de equipamento auxiliar para manter a combustão, as cinzas, por exemplo, que podem apresentar concentrações de metais tóxicos, altos custos de investimento na operação e manutenção e, ainda, a possibilidade de emissão de poluentes cancerígenos.

A gaseificação é um processo que consiste em quebrar as cadeias poliméricas do material do resíduo, através de um calor fornecido, para a formação de gases de composição mais simples como o metano, que são aproveitados em processos de aquecimento, em motores a combustão interna, ou em turbinas.

O aproveitamento do gás proveniente dos aterros sanitários será discutido com mais detalhes, em seção posterior neste presente capítulo.

É de fundamental importância o conhecimento da composição dos resíduos sólidos para uma melhor decisão, no que diz respeito ao seu aproveitamento e prevenção, o quanto possível, do envio de todos os materiais para o aterro, pois após a sua disposição o único aproveitamento será o do biogás.

A composição média dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil segundo pesquisa realizada em 1997 pelo IPT, é apresentada na Figura 2.3.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

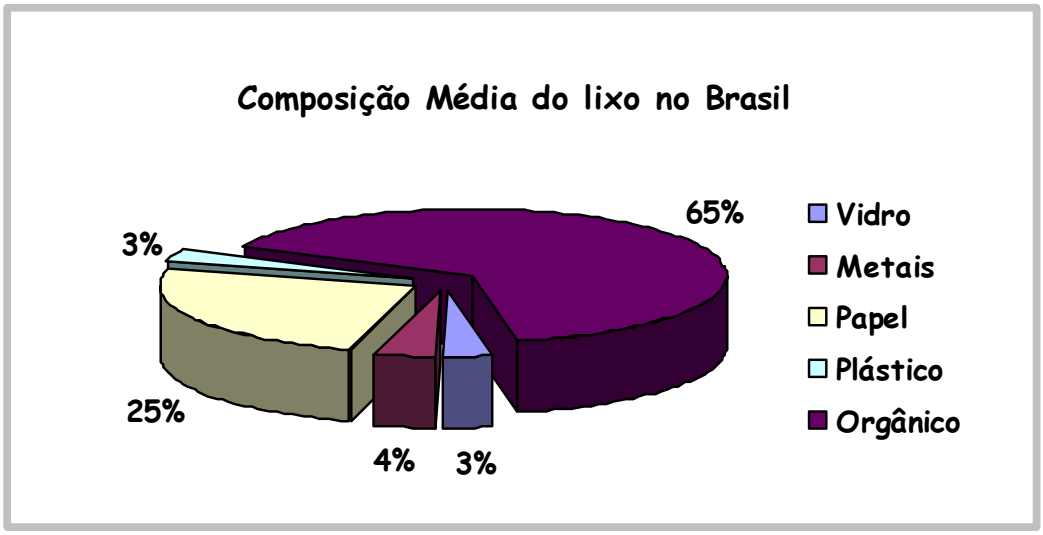


Figura 2.3 – Composição percentual média do lixo no Brasil em peso.
Fonte: IPT / CEMPRE, 1997

No aterro sanitário, o lixo é depositado sobre o terreno isolado de forma ordenada, e depois é recoberto por camadas do solo do próprio local, para que fique isolado do ambiente. Formam-se assim, espécies de câmaras, nas quais é produzido o gás e liberado o chorume, substância líquida escura formada pelos resíduos orgânicos parcialmente biodegradados.

O chorume acumula-se no fundo dessas câmaras e tende a infiltrar-se no solo podendo chegar até a atingir o lençol freático, o que torna evidente a necessidade de um terreno perfeitamente selado antes da deposição do lixo. As normas existentes requerem captação e tratamento dos gases (NBR 8419 e NBR 8849), e do chorume (NBR 8419).

A célula do aterro, espaço destinado à deposição dos resíduos, deve ser perfeitamente selada e com o sistema de captação de chorume já instalado, e, a cada camada, a cada câmara formada, o sistema de captação de gases deve ser igualmente instalado.

O local de instalação do aterro deve ser cuidadosamente escolhido, devendo abranger grandes dimensões, e, devido aos seus inconvenientes operacionais (mau cheiro, tráfego de caminhões de lixo, mau aspecto, etc.), localizado afastado das concentrações urbanas.

2.2
Geração de Gases em Aterros Sanitários

A mistura de resíduos nos aterros, lançados continuamente, proporciona uma grande variedade química que, sob a influência de agentes naturais, sofre

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

transformações físicas, químicas e biológicas. O conjunto dos fenômenos origina os vetores da poluição em aterros sanitários por meio do biogás e lixiviados. Vide Figura 2.4.

O gás do lixo é produzido no interior do aterro devido a mudanças bioquímicas que ali ocorrem. A biodegradação anaeróbica é conseguida após o esgotamento do oxigênio nas câmaras dos aterros. A compactação do lixo realizada por máquinas no momento de sua deposição contribui para a diminuição do oxigênio no interior das câmaras.

Esse processo acontece em vários estágios devido à presença de bactérias que se alimentam de matéria orgânica transformando-a em compostos mais simples. Três são os principais grupos de microorganismos atuantes no processo, organismos hidrolisantes-fermentativos, acetógenos e metanógenos que são responsáveis pela quebra das ligações dos polímeros e produção de gás carbônico, produção de ácido acético e produção de metano respectivamente.



Figura 2.4 Esquema dos principais impactos ambientais resultantes da disposição de resíduos em aterros

A geração de gás em aterro sanitário é afetada por diversas variáveis, entre as quais podem ser citadas: natureza dos resíduos, umidade presente nos resíduos, estado físico dos resíduos (tamanho das partículas), ph, temperatura, nutrientes, capacidade-tampão e taxa de oxigenação. Estes fatores é que são responsáveis pelo desenvolvimento do processo de digestão anaeróbia de substratos orgânicos (Castilhos Jr., 2003).

Os aterros podem gerar cerca de até 125 metros cúbicos de gás metano por tonelada de lixo em um período de 10 a 40 anos. Segundo a Companhia de

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

Tecnologia de Saneamento Ambiental, CETESB (1999), esta geração no Brasil é de 677 Gg/ ano, podendo representar cerca de 945 milhões de metros cúbicos por ano.

Na Tabela 2.4 são apresentadas a quantidade de resíduos e a taxa de produção de alguns aterros nos EUA.

Aterro Sanitário	Quantidade de Resíduos	Taxa de Produção de Gás
Azuza	6.350 x 10^6 kg	0.002 m^3/ kg.ano
Mountain View	3.628 x 10^6 kg	0.008 m^3/ kg.ano
Sheldon-Arletta	5.450 x 10^6 kg	0.014 m^3/ kg.ano
Palos Verdes	18.143 x 10^6 kg	0.001 m^3/ kg.ano
Scholl Canyon	4500 x 10^6 kg	0.006 m^3/ kg.ano

Tabela 2.4 Quantidade de Resíduos e Taxa de produção dos gases em aterros sanitários
Fonte: Adaptado de Castilhos, Jr.2003

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

2.3 Composição e Aproveitamento do Gás produzido em Aterros Sanitários

O gás produzido é composto, basicamente, de metano (CH4) e gás carbônico (CO2). As outras espécies químicas, presentes no gás, dependem diretamente da composição do lixo ali depositado e do estágio dos processos de decomposição, o que indica que é preciso conhecer suas concentrações para uma avaliação dos impactos ambientais conseqüentes, dentro das normas ambientais vigentes. Vide Tabela 2.4 e Tabela 2.5.

Composição	Concentração
Metano CH4	44.03 %
Dióxido de Carbono	34.2 %
Oxigênio O2	0.52 %
Nitrogênio N2	20.81 %
Amoníaco NH3	1.7 a 3.9 ppm
Propano C3H8	7 ppm
Butano C4H10	4 ppm
Tolueno	50 a 90 ppm
Benzeno	80 a 110 ppm

Tabela 2.5 Composição dos gases do aterro sanitário de Mountain View, Califórnia, EUA.
Fonte: Adaptado de Castilhos, Jr.2003

O metano natural, de acordo com o IPCC (1996), corresponde a apenas 20% das emissões ficando os 80% restantes consequentes de atividades

humanas. E segundo a CETESB (2001) dentre as emissões mundiais de metano, 8% cabem aos aterros sanitários e lixões. Vide Figura 2.5.

Estudos feitos por Keller (1988) indicam que os gases de aterro sanitário contêm seis classes de compostos: hidrocarbonetos saturados e insaturados, álcoois orgânicos e hidrocarbonetos ácidos, hidrocarbonetos aromáticos, compostos halogenados, sulfurados e compostos inorgânios.

Outros estudos, feitos por Allen et al. (1997) em aterros da Inglaterra, identificam 140 compostos orgânicos voláteis (VOCs), dos quais 90 são detectados na composição de todas as amostras colhidas. São eles: alcanos, compostos aromáticos, ciclo-alcanos, terpenos, álcoois e cetonas, e compostos halogenados.

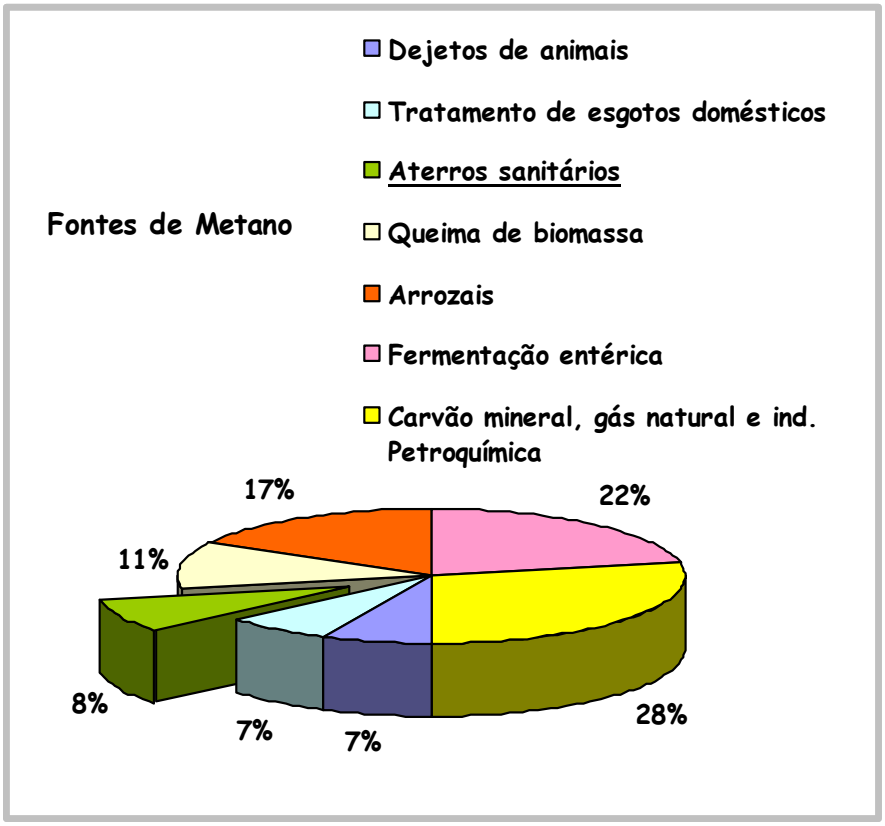


Figura 2.5 Distribuição Global das fontes de metano
Fonte: Adaptado de MCT, 1997

O metano, como já foi dito anteriormente, é um gás inflamável e contribui de maneira forte para o aumento do efeito estufa. O gás sulfídrico e outros componentes-traços do biogás são tóxicos e possuem odores desagradáveis.

Em contra-partida, devido ao percentual de metano em sua composição, o biogás produzido nos aterros sanitários pode ser aproveitado como combustível,

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

na geração de energia térmica ou elétrica, ou em sistemas de cogeração. O poder calorífico desse gás está entre 14,9 e 20,5 MJ/m3 ou 5.800 Kcal/m3.

A utilização do gás do lixo é realizada em vários países (Europa, América, Ásia) e pode ser considerado como o uso energético mais simples dos resíduos sólidos urbanos.

Este aproveitamento do lixo aponta como vantagens: a redução dos gases de efeito estufa devido ao consumo de metano, o baixo custo para o descarte do lixo e a utilização como combustível ou para geração de energia do gás produzido. E como desvantagens: ineficiência na recuperação do gás num aproveitamento de cerca de 50%, inviabilidade da utilização do gás em locais remotos, alto custo para "upgrade" de plantas, possibilidades remotas de auto-ignição ou explosão. Comparando as vantagens e desvantagens, as primeiras têm impactos bem maiores (Oliveira, 2000).

A Figura 2.6 é um pequeno esquema de como o gás é captado da região do aterro e aproveitado na geração de energia elétrica.

O sistema de captação envolve uma rede de tubos furados uniformemente, através dos quais percorrem o biogás, que é transportado para um coletor principal. Segundo Rosa et al. (2003), duas configurações de sistema de coleta são utilizados: poços verticais e trincheiras horizontais. O sistema de captação deve ser projetado de modo a possibilitar monitoramentos e ajustes de fluxos do biogás, facilitando sua operação.

Os resíduos líquidos, que são coletados através de calhas situadas na base do aterro, podem ser redirecionados para dentro do aterro, possibilitando uma maior decomposição e uma maior produção de gás.

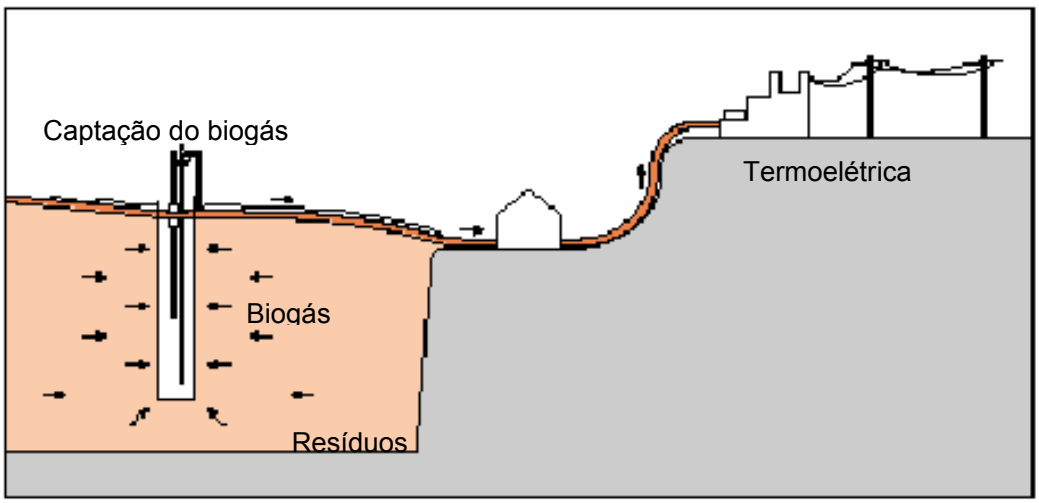


Figura 2.6 Esquema de captação e geração de energia elétrica a partir do gás do lixo.
Fonte: Adaptado de CADDET 393, 2000

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

Antes da sua utilização, no processo de conversão de energia, o biogás passa por uma fase de tratamento. Nesta fase são removidos particulados, impurezas e o condensado presentes no gás. Este tratamento depende da finalidade de uso do biogás.

O gás tratado é direcionado para sistemas de geração de vapor (caldeiras, fornos) ou sistemas geradores de energia elétrica (motores estacionários), podendo ser igualmente aproveitado o calor rejeitado para aquecimento de água.

A sua utilização, como combustível, para a geração de energia elétrica é a mais comum. Um sistema de cogeração pode ser uma alternativa que, além de obter eficiências elevadas, pode ser utilizado para diversos fins que garantem mais rendimento para o projeto.

No Brasil, no ano de 2003, ocorreram iniciativas no sentido de aproveitar o biogás gerado em aterros ou em antigos lixões. Exemplos destas iniciativas são, por exemplo, encontradas nas cidades de São Paulo e Salvador.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

2.3.1
Aterro Sanitário Municipal Bandeirantes

O Aterro Bandeirantes, em São Paulo, é considerado um dos maiores do mundo, recebe cerca de 7000 toneladas de resíduos por dia, 50% do total produzido na cidade. Sua utilização começou há quase 30 anos e estará sendo concluída em 2006, a previsão é que neste ano esteja armazenando mais de 30 milhões de toneladas de lixo. Os gases gerados eram simplesmente queimados em drenos verticais, lançando os poluentes na atmosfera. (Site Logos Engenharia).

No dia 23 de Janeiro de 2004, foi inaugurada a Termoelétrica a Gás do Aterro Sanitário Municipal Bandeirantes que já utiliza o biogás produzido no aterro para a geração de energia elétrica.



Figura 2.7 Aterro Bandeirantes – Foto aérea
Fonte: Site ARCADIS Logos Engenharia

A utilização correta dos gases prevê uma redução significativa de gás metano, obedecendo-se, na prática, o que está determinado no Protocolo de Kyoto sobre a redução da emissão de gases de efeito estufa.

A captação do biogás se dá por meio de tubos conectados a drenos verticais colocados estrategicamente no aterro, juntamente com equipamentos de sucção, secagem e queima do gás excedente.

O gás coletado é encaminhado para moto-geradores, localizados na usina do aterro, com uma concentração mínima em volume de 50%, numa vazão de até 12.000m3/h. Esta quantidade pode gerar energia elétrica para abastecer uma cidade de cerca de 300.000 pessoas.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA



Figura 2.8 Aterro Bandeirantes – Moto-geradores
Fonte: Site ARCADIS Logos Energia

A usina está conectada a quatro alimentadores de energia da Eletropaulo, que a distribui para os pontos da cidade.

2.3.2
Parque Sócio Ambiental de Canabrava

No período entre 1974 e 1997 o antigo lixão de Canabrava recebeu o lixo gerado pela cidade de Salvador. Era palco de uma realidade de degradação social significativa. Cerca de 1000 catadores trabalhavam em cooperativas e sobreviviam da catação de lixo.

Em parceria com o governo do Canadá, a prefeitura de Salvador empreendeu o projeto de construção do Parque Sócio Ambiental de Canabrava. Este projeto envolveu estudos e ações para a selagem do território do lixão, para o planejamento de atividades de reciclagem e compostagem do lixo, e para o aproveitamento dos gases produzidos no interior do antigo lixão.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA



Figura 2.9 Parque Sócio Ambiental de Canabrava – Unidades de Compostagem, Triagem de Reciclados e Áreas de Lazer.

O Parque Sócio Ambiental agora é uma área urbanizada e abriga um grande espaço destinado ao lazer da comunidade da região. Integrando também este espaço está o Projeto Criança Canabrava, que realiza ações ligadas à educação dos filhos dos antigos catadores, hoje funcionários do Parque. As unidades de compostagem para a produção de adubo e de triagem de material reciclável (plástico, vidro, papelão) e uma usina termelétrica piloto para a geração de energia elétrica.

O gás produzido é canalizado através de drenos verticais. Após estudos realizados, escolheu-se três desses drenos, de acordo com o nível de concentração de metano, para alimentar o moto-gerador. Vide Figura 2.9.

O biogás captado é filtrado e desumidificado antes de ser direcionado para o gerador, proporcionando uma concentração maior de metano no combustor. O restante dos gases seguem para a queima em um flare.

Hoje, existe apenas uma planta piloto com a capacidade de 75kWh, que alimenta todos os equipamentos do complexo e parte das residências de moradores da região.

No gráfico apresentado na Figura 2.1, pode-se identificar ainda, um elevado percentual da presença de lixões no Brasil. Neste sentido, entende-se

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

que iniciativas como esta, realizada em Salvador, podem configurar-se em excelentes oportunidades para outras cidades do Brasil.



Figura 2.10 – Parque Sócio Ambiental de Canabrava – Dutos de Entrada do Gás, Válvulas de Entrada e Gerador.

Da composição do biogás, são conhecidas as concentrações em volume de metano, gás carbônico e oxigênio em cada poço de alimentação do gerador. A composição média de setembro de 2003 e a de fevereiro de 2004 são apresentadas na Tabela 2.6.

	Composição do Biogás (vol) Setembro de 2003	Composição do Biogás (vol) Fevereiro de 2004
CH4	39.6 %	24.6 %
CO2	32.8 %	27 %
O2	0.2 %	0.4 %
Mistura	27.4 %	48 %

Tabela 2.6 Composição dos gases gerados no Parque Sócio Ambiental de Canabrava, Salvador, Bahia, Brasil

2.3.3
Centro de Eliminação de Resíduos – Montreal (1988)

O Centro de Eliminação de Resíduos, em Montreal, no ano de 1988, recebia cerca de 30000 toneladas de resíduos sólidos desde 1968. A partir da

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

motivação para melhorar a qualidade de vida das pessoas que residiam próximas ao aterro sanitário, a prefeitura da cidade, juntamente com empresas particulares, construiu uma planta para a geração de energia elétrica, tendo como combustível o gás produzido no aterro. No projeto também estava contido o tratamento deste gás para evitar problemas ambientais. CADDET (Result 393 – 2000).

O gás produzido no aterro é canalizado para um filtro, o qual remove os condensados e particulados existentes no gás. O condensado é, por sua vez, canalizado para um local de tratamento. Um compressor eleva a pressão do gás até 35kPa(g).

O gás comprimido é queimado num combustor que tem a capacidade de produzir 100.000kg/h de vapor. A temperatura dentro do combustor varia entre 1650 e 1700^{o}C. O vapor produzido é, por sua vez, canalizado para uma turbina acoplada a um gerador. Nas condições de projeto tem-se o abastecimento de uma planta de geração de elétrica com potência instalada de 25MW.

O gás produzido após a combustão é composto, principalmente, por dióxido de carbono (CO_2) e vapor d'água, com traços de óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), hidrocarbonetos e compostos não queimados.

Na tabela 2.7 podemos encontrar a composição do gás produzido no aterro e a composição do gás emitido após a combustão.

Compostos	Concentração (em vol)	Emissões	Concentração (em vol)
CH_4	35 %	CO_2	66,7 %
N_2	20 %	H_2O	15,6 %
O_2	5 %	N_2	17,7 %
CO_2	40 %	CO	24 ppmv
H_2S	232 ppmv	NO_X	21 ppmv
VOC's	743 ppmv	SO_2	33 ppmv
		HC	2 ppmv

Tabela 2.7 Composição do gás produzido no aterro sanitário em Montreal e de suas emissões após o processo de combustão.

Os valores das concentrações obtidos, no aterro sanitário em questão, respeitam as leis reguladoras sobre a qualidade do ar vigente no Canadá.

De acordo com o balanço de massa realizado, utilizando como oxidante ar com 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de argônio, as emissões de nitrogênio e gás carbônico estariam invertidas. Apresentamos, na Tabela 2.8, valores prováveis das concentrações para as emissões no aterro de montreal.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA

Emissões	Concentração (em vol)
CO_2	17,7 %
H_2O	15,6 %
N_2	66,7 %
CO	24 ppmv
NO_X	21 ppmv
SO_2	33 ppmv
HC	2 ppmv

Tabela 2.8 Emissões após o processo de combustão do gás produzido no aterro em Montreal, de acordo com balanço de massa realizado neste estudo.

A partir dos valores apresentados, referentes ao aterro em Montreal, iniciou-se um estudo de um modelo para a simulação de um processo de combustão, no qual fosse possível investigar as concentrações dos poluentes formados, a partir do biogás produzido nos aterros sanitários.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0210229/CA