

SHEYLA CHRISTINNE DOS SANTOS



**A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ARACAJU E A
SUA DISPOSIÇÃO FINAL**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Núcleo de Pós-Graduação e
Extensão da FANESE, como requisito para
obtenção do título de Especialista em
Gestão Ambiental**

Orientador: João D'Ávila

**Aracaju-SE
2008**

SHEYLA CHRISTINNE DOS SANTOS

**A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ARACAJU E A
SUA DISPOSIÇÃO FINAL**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Núcleo de Pós-Graduação e
Extensão – NPGE, da Faculdade de Administração de Negócios de Sergipe – FANESE,
como requisito para a obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental**

João Samparo d'Ávila 

Nome completo do Avaliador

Nome completo do Coordenador de Curso

Sheyla Christine dos Santos

Nome completo do Aluno

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2008.

Dedico este trabalho aos meus pais,
que são minha fonte de inspiração para
todas as minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me iluminado ao longo de toda minha jornada, me guiando nas horas mais difíceis me dando força e coragem para enfrentar as árduas batalhas da vida.

À minha família, principalmente meus pais e irmãos por me apoiarem incondicionalmente para que eu viesse a concretizar mais um grande passo na minha vida educacional.

Aos meus amigos e mestres, que contribuíram com o apoio e o conhecimento necessário para a realização deste trabalho.

RESUMO

Esta monografia discute a problemática da destinação final dos resíduos sólidos urbanos que vem se instalando nos grandes centros urbanos, enfatizando a cidade de Aracaju. Considerando que os resíduos descartados pela população são levados para um aterro controlado no bairro Santa Maria que foi criado a partir do mesmo, sendo que apenas uma pequena parte do que deveria ser utilizado para reciclagem é doado para a CARE (Cooperativa de Agentes Autônomos para Reciclagem). Levando em consideração estes aspectos faz-se necessário destacar os processos de tratamento, acondicionamento, meios de coleta, transporte, processos de tratamento e deposição final adequada, os meios de coletas e o seu funcionamento na cidade, enfocando os impactos ambientais negativos na localidade.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Aracaju. Destinação final. Impactos ambientais.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- Responsáveis pela destinação dos resíduos	18
QUADRO 2- Economia ambiental através da reciclagem	43
QUADRO 3- Tempo necessário dos resíduos no meio ambiente	43
QUADRO 4- Período de Decomposição de materiais descartados	44
QUADRO 5- Materiais recicláveis e não recicláveis	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Lixão	24
FIGURA 2- Aterro Controlado	26
FIGURA 3- Lagoa de chorume	27
FIGURA 4- Formas de aterro sanitário	28
FIGURA 5- Esboço de um aterro sanitário	30
FIGURA 6- Esquema de um aterro sanitário	30
FIGURA 7-Esquema de uma usina de triagem e compostagem	31
FIGURA 8- Fluxograma de uma usina de reciclagem	39
FIGURA 9- Esteira de Triagem	40
FIGURA 10- Vala para colocação dos resíduos hospitalares	49
FIGURA 11- Trabalhador sem o uso do epi necessário	49
FIGURA 12- Foto de satélite do aterro sanitário de Aracaju	54
FIGURA 13- Chorume escorrendo pela superfície	55
FIGURA 14- Área aterrada na Lixeira do Bairro Santa Maria para ser colocado mais lixo	56

SUMÁRIO

RESUMO	06
LISTA DE QUADROS	07
LISTA DE FIGURAS	08
1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	11
1.2 Objetivo Geral.....	11
1.3 Objetivos específicos	12
1.4 Situação Problemática.....	12
1.5 Justificativa.....	12
1.6 Metodologia	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Histórico.....	13
2.2. Conceituação de Resíduos Sólidos.....	15
2.3. Classificação dos Resíduos Sólidos.....	16
2.4- Classificação quanto aos riscos que podem causar ao meio ambiente.....	18
2.5 Características dos resíduos sólidos quanto à periculosidade.....	19
2.6 Transporte Dos Resíduos Soliduos Urbanos	20
2.6.1 Veículos para coleta de lixo domiciliar	21
2.7 Medidas Mitigadoras à Problemática dos Resíduos Sólidos	22
3. PROCESSOS DE TRATAMENTO E DEPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	24
3.1 Lixão	24
3.2 Aterro Controlado.....	25
3.3 Aterro Sanitário.....	27
3.4 - Compostagem.....	31
3.4.1- Decomposição Da Matéria Orgânica	32
3.4.2- Processo De Separação Dos Resíduos Sólidos Urbanos Na Compostagem.....	33
3.5 Incineração.....	34
3.6 Usina De Reciclagem	38
4. A IMPORTÂNCIA DA COLETA SELETIVA E A RECICLAGEM	41
5. SERVIÇO DE COLETA URBANA EM ARACAJU	47

5.1 Coleta Seletiva e Reciclagem em Aracaju	50
6. SERVIÇO DE COLETA URBANA EM ARACAJU.....	51
6.1 O Destino Dos Resíduos Sólidos Urbanos Em Aracaju.....	53
7. METODOLOGIA	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
ABSTRACT	61
APÊNDICES	62

1. INTRODUÇÃO

Até pouco tempo, o símbolo do sucesso das economias capitalistas modernas era a produção abundante de bens de consumo pelo sistema industrial. Mas atualmente, a sociedade consumista passou a ser considerada como um dos principais problemas da degradação ambiental. Isto porque a felicidade e a qualidade de vida têm sido cada vez mais associadas às conquistas materiais; onde o indivíduo trabalha para manter e ostentar um nível de consumo, reduzindo o tempo dedicado ao lazer e a outras atividades e relações sociais. Até mesmo o tempo livre e a felicidade tornam-se mercadorias nesse ciclo vicioso da capitalização do homem e da natureza.

O volume da produção de lixo, assim como as características dos resíduos sólidos, varia de local para local, em razão de diferentes hábitos e costumes da população que habita determinada região e de fatores climáticos que acabam auxiliando no aumento do teor de umidade, folhas caídas e durante o verão embalagens de bebidas, em datas comemorativas que aumenta o número de embalagens, matéria orgânica e o aumento populacional em locais turísticos. Os índices socioeconômicos também influenciam na produção dos resíduos sólidos urbanos, pois quanto maior o nível de educação, maior a incidência de matéria orgânica, quanto maior o poder aquisitivo, maior a incidência de materiais recicláveis e menor a incidência de matéria orgânica.

Atualmente, dentre as alternativas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, destacam-se: aterros sanitários, incineração, reaproveitamento através da reciclagem e da compostagem. Mesmo com muitas tecnologias disponíveis, é importante ressaltar que a redução da geração de resíduos na origem é, de fato, a fase mais importante para resolver os problemas atrelados ao gerenciamento dos resíduos urbanos.

Porém, a grande maioria dos resíduos sólidos urbanos coletados tem como destino final o solo, disposto em lixões a céu aberto, em aterros controlados ou em aterros sanitários. Os lixões a céu aberto também são conhecidos como vazadouros, sendo locais onde ocorre a simples descarga dos resíduos sem qualquer tipo de controle técnico.

1.1 OBJETIVOS

1.2. OBJETIVO GERAL

Analisar o problema de descarte final dos resíduos sólidos urbanos e as possíveis soluções.

1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Destacar o histórico dos resíduos sólidos urbanos no mundo e a quantidade de lixo produzida pela população de Aracaju.
- Identificar os métodos de coleta e tratamento dos resíduos sólidos urbanos.
- Contemplar a destinação final dos resíduos sólidos em Aracaju.
- Identificar as principais características dos processos de destinação final dos resíduos sólidos urbanos.

1.4 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA

A quantidade de resíduos sólidos tratamento e a destinação final dos mesmos é um dos principais problemas ambientais enfrentados em todo o mundo. Em Aracaju a coleta de resíduos é organizada, porém ainda encontra-se inadequada a destinação final dos mesmos, que é feita sem o tratamento adequada. Portanto, a questão que norteará esta pesquisa será: Qual a problemática dos resíduos sólidos na cidade de Aracaju?

1.5. JUSTIFICATIVA

Devido ao real problema ocasionado pelo lixo ao meio ambiente que hoje é vivenciado por toda a população mundial, justifica esta pesquisa que pretende conhecer as principais causas e efeitos, principalmente na cidade de Aracaju e o que tem sido feito para resolver tal situação. Sendo que tal análise será feita em escala global tendo em vista a problemática das grandes metrópoles.

A escolha pela cidade foi motivada por ser cidade natal dos integrantes desta pesquisa, com isso o maior interesse em focar e verificar as reais condições da cidade e o que pode ser feito por sua melhoria quanto a este aspecto, aliando-se ainda ao interesse despertado ao longo do curso de pós-graduação em Gestão Ambiental na FANESE.

1.6. METODOLOGIA

Esta pesquisa busca contextualizar através de levantamentos bibliográfico em livros, revistas, jornais, visitas técnicas, artigos científicos e consultas na rede mundial de computadores (INTERNET), a questão da problemática dos resíduos sólidos, propondo conhecimentos e alternativas sobre a temática, principalmente no que diz respeito à reciclagem, coleta seletiva, redução, reutilização, impactos ambientais e reciclagem de lixo aplicando o método dedutivo, partindo do geral para o particular.

Levando em consideração a necessidade de transformação dos hábitos da sociedade por meio da educação ambiental, destacando também a importância do consumo sustentável para a mitigação dos problemas relacionados aos resíduos sólidos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Serão abordados os conceitos e causas dos problemas ocasionado pelos resíduos sólidos urbanos enfatizando sua destinação final inadequada e o que pode ser feito para reutilizá-lo gerando não apenas benefícios para o meio ambiente como renda e emprego para a população.

Para compreender melhor este processo retrocederá desde o momento em que o homem iniciou a produção de resíduos até os dias atuais.

2.1 Histórico

O problema com a destinação dos resíduos sólidos não é algo recente. Desde a antiguidade, o meio ambiente é penalizado pela falta de local adequado para a disposição final dos mesmos.

A descoberta do fogo fez com que o homem deixasse de ser nômade, dando início ao aparecimento das primeiras vilas e cidades; logo, a produção de barro foi intensificada e surgiu a fabricação de objetos de metal. Com isso, o lixo era levado para locais mais distantes dos aglomerados humanos e surgiam assim os lixões a céu aberto ou ainda jogados em ambientes aquáticos.

A partir da Revolução Industrial, no século XVIII, a capacidade do ser humano de dispor da natureza aumentou e as fábricas começaram a produzir objetos de consumo em larga escala e a introduzir novas embalagens no mercado, aumentando o volume e a diversidade de resíduos gerados nas áreas urbanas. Ressaltando que um dos principais problemas atuais ainda são as embalagens descartáveis e o excesso de consumo, o desperdício inconseqüente.

O crescimento das cidades resultou num aumento da pressão sobre os recursos naturais e fez com que as áreas disponíveis para o lixo se tornassem escassas, o que levou à um grave problema sanitário e ambiental.

No Brasil, a questão da destinação dos resíduos sólidos data da época colonial, não sendo, portanto, uma preocupação nova; assim as implicações ambientais mais graves e de saúde pública já eram reconhecidas no início do século XX. O problema dos resíduos sólidos se agravou de forma particularmente intensa nas grandes cidades com a rápida urbanização ocorrida no Brasil, entre as décadas de 1940 e 1970: a infra-estrutura urbana física e de prestação de serviços públicos não conseguiu acompanhar o ritmo de crescimento da população urbana (PHILIPPI Jr., 2005, p 123).

No estado de Sergipe, o destino final para os resíduos sólidos ainda é precário, pois não existe aterro sanitário ou algo que possa ser menos prejudicial ao meio ambiente. Na capital sergipana há 22 anos o lixo é levado para o bairro Santa Maria, situado a 20 km do centro da cidade. Anteriormente, a lixeira municipal localizava-se no Morro do Urubu, mas devido à presença de Mata Atlântica, esta foi transferida para o bairro Soledade, situado também na zona norte da cidade, às margens de uma área estuarina, pertencente ao Rio do Sal e logo foi transferida novamente para o local atual, também inadequado.

O sistema de coleta de Aracaju é regular, porém a destinação final ainda é equivocada. A maior parte do lixo é coletado em caminhões e descartado em uma lixeira. Por estar situada em uma região extremamente vulnerável, pode provocar uma série de contaminações principalmente, dos solos, recursos hídricos e sedimentos dos riachos e ao homem e animais através dos contatos direto e indireto. As aberturas dos lixões desativados provocam aberturas de crateras que, além de perderem sua camada fértil, ficam friáveis e suscetíveis à erosão pluvial. Em locais onde a cobertura vegetal é removida, é comum a ocorrência de ravinamentos e voçorocas.

Os resíduos sólidos constituem, portanto, problema sanitário, econômico e principalmente estético de extrema importância, pois, quando não recebem os cuidados

adequados com relação ao acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final; favorecem a proliferação de vetores e a contaminação do homem. Além disso, segundo PHILIPPI Jr. (2005), a decomposição dos resíduos e a formação de lixiviados podem levar à contaminação do solo e das águas subterrâneas com substâncias orgânicas, microorganismos patogênicos e inúmeros contaminantes químicos presentes nos diversos tipos de resíduos.

Com isso, nota-se que o problema com o destino final do lixo vem desde a antiguidade e uma das medidas a serem tomadas para resolver esta situação é sensibilizar e conscientizar a população de que o lixo afeta diretamente o meio ambiente e, portanto, a qualidade de vida.

2.2 Conceituação de Resíduos Sólidos

Segundo a resolução CONAMA 05, de 5 de agosto de 1993, para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, NBR 10.004/04), resíduos sólidos são: [...] resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o lançamento na rede pública de esgoto ou corpo de água, ou exijam para isso uma solução técnica e economicamente inviável face à melhor tecnologia prática disponível.

O termo resíduo sólido, comumente conhecido como lixo, é ainda definido como, material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta MONTEIRO (2001). Sendo assim, lixo é um conjunto heterogêneo de elementos desprezados durante um dado processo e, pela forma como é tratado, assume um caráter depreciativo, sendo associado à sujeira, repugnância, pobreza, falta de educação e outras conotações negativas, porém, existe uma diferença fundamental entre os termos lixo e resíduo sólido; enquanto que o primeiro não possui qualquer tipo de valor, sendo necessário o seu descarte, o segundo pode possuir valor econômico agregado, havendo possibilidade de se estimular o seu aproveitamento dentro de um processo produtivo apropriado.

Porém, é também entendido que:

O lixo é uma questão local, pois cada cidade tem seu lixo com uma composição diferente. A questão dos resíduos é também cultural, variando

de acordo com cada forma de pensar e agir de cada comunidade. As soluções possíveis para os problemas ocasionados pelo lixo só virão a partir desse entendimento (OLIVEIRA, 1992, p 145).

2.3 Classificação dos Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos são classificados de acordo com a sua origem e quanto aos riscos de contaminação do meio ambiente.

A origem e formação dos resíduos estão sempre na dependência dos hábitos e costumes do local onde se vive e do grau de educação do homem. Assim sendo, conforme PHILIPPI Jr. (2005), quanto à origem os resíduos sólidos podem ser classificados em:

- Resíduos Domiciliares – aqueles gerados nos lares ou que, quando gerados em outras atividades, possuem características compatíveis com os gerados no domicílio e são normalmente restos de comidas, embalagens de alimentos ou equipamentos adquiridos para uso familiar.

Pode ser separado lixo ainda em:

Seco: papéis, plásticos, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, guardanapos e tochas de papel, pontas de cigarro, isopor, lâmpadas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças.

Molhado: restos de comida, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados e outros.

- Resíduos Públicos – resíduos provenientes de limpeza pública urbana como capina, raspagem e varrição produzidos nas vias públicas, praças, jardins e feiras livres;
- Resíduos Industriais – aqueles gerados tanto nos processos produtivos, quanto nas atividades auxiliares, como manutenção e operação de áreas de utilidades, limpeza, obras e outros serviços, podendo ser representado por cinzas, lodos, resíduos alcalinos ou ácidos, fibras, metais e outros. Nesta categoria, inclui-se a grande maioria de lixo considerado tóxico.

Existem ainda:

- Resíduos Sólidos Comerciais – gerados em estabelecimentos de comércio e prestação de serviços e tem um forte componente de papel, plásticos, embalagens diversas e resíduos de asseio dos funcionários.

- Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde – gerados em hospitais, clínicas, ambulatórios, farmácias e similares e apresentam como principal característica o potencial de estarem contaminados com agentes patogênicos. São eles: agulhas, seringas, gases, bandagens, algodões, órgãos, tecidos removidos e outros desta natureza.
- Resíduos Sólidos de Construção Civil – resultantes das atividades de construção e demolição;
- Resíduos Sólidos Especiais – considerados tipos de resíduos que possuem alguma particularidade nas suas características ou que possuem uma legislação específica que traz orientações com relação ao manejo destes materiais.

Quanto à composição química:

Orgânico: É composto por pó de café e chá, cabelos, restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, ossos, aparas e podas de jardim.

Inorgânico: composto por produtos manufaturados como plásticos, vidros, borrachas, tecidos, metais (alumínio, ferro, etc.), tecidos, isopor, lâmpadas, velas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças, etc.

Características físicas do lixo

- Composição gravimétrica: traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total do lixo.
- Peso específico: é o peso dos resíduos em função do volume por eles ocupado, expresso em kg/m^3 . Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações.
- Teor de umidade: esta característica tem influência decisiva, principalmente nos processos de tratamento e destinação do lixo. Varia muito em função das estações do ano e da incidência de chuvas.
- Compressividade: também conhecida como grau de compactação, indica a redução de volume que uma massa de lixo pode sofrer, quando submetida a uma pressão determinada. A compressividade do lixo situa-se entre 1:3 e 1:4 para uma pressão equivalente a 4 kg/cm^2 . Tais valores são utilizados para dimensionamento de equipamentos compactadores.
- Chorume: substância líquida decorrente da decomposição de material orgânico. Extremamente poluente.

2.4- Classificação quanto aos riscos que podem causar ao meio ambiente

Dentre outras coisas, classifica os resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde da população, mostrando quais os tipos de resíduos necessitam de um manuseio e destinação mais rigorosamente controlados.

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

- Resíduos classe I – Perigosos: são aqueles que de acordo com suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podem representar: riscos à saúde pública, provocar mortalidade ou incidência de doenças e riscos ao meio ambiente. Estes resíduos apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Resíduos classe IIA - Não Perigosos – Não-inertes: de acordo a NBR 10004, “são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – perigosos – ou de resíduos classe IIB – inertes, nos termos desta norma. Os resíduos classe IIA – não-inertes podem ter propriedades, tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água”.
- Resíduos classe IIB - Não Perigosos – Inertes: são os resíduos sólidos ou misturas de resíduos que submetidos ao teste de solubilização, segundo a NBR 10006, não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões de portabilidade de água, excetuando-se aspectos, cor, turbidez, dureza e sabor.

No quadro a seguir, mostra de quem é a responsabilidade quanto a destinação dos resíduos sólidos.

QUADRO 1

Responsáveis pela destinação dos resíduos

Origem	Responsável
Domiciliar	Prefeitura
Comercial	Prefeitura
Industrial	Gerador do resíduo
Público	Prefeitura
Serviços de saúde	Gerador do resíduo
Portos, aeroportos e terminais ferroviários	Gerador do resíduo

Origem	Responsável
Agrícola	Gerador do resíduo
Entulho	Gerador do resíduo

Fonte : Fonte: <http://www.atibaia.com.br/sucata/importan.htm>

Além da poluição visual, do risco de contaminação do solo, de rios e águas subterrâneas - caso os resíduos alcancem o lençol freático, a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos proliferam espécies de parasitas causadores de doenças. Muitas pessoas, ainda, lançam seus lixos em vias públicas, rios, praias, mares, em terrenos baldios, margens de vias públicas, redes de esgoto, entre outros locais impróprios, logo, podem prejudicar o meio-ambiente, muitas vezes de forma irremediável, gerando sérios problemas de saúde pública.

Os resíduos causam ainda, elevação da temperatura da camada de terra que cobre o lixo, consequente do processo exotérmico de decomposição da matéria orgânica, dificultando o desenvolvimento normal da cobertura vegetal , torna a área inadequada para qualquer tipo de construção, pois a obra irá sofrer recalques destrutivos, em virtude da decomposição da fração orgânica e redução de volume do lixo.

Os lixões ainda geram CH_4 , H_2S , CO_2 e outros gases que afetam o clima global com um aquecimento que pode se tornar perigoso para ao planeta.

2.5 Características dos resíduos sólidos quanto à periculosidade

Dentre os mais diversos tipos de resíduos sólidos, um dos que se deve ter maior cuidado e controle são os considerados perigosos e são assim definidos por algumas propriedades físicas, químicas e infecto-contagiosas que podem ser resumidas em sete características: Vide NBR 10004/04

- Corrosividade: Atacam materiais e organismos vivos devido a suas características ácidas ou básicas intensas;
- Reatividade: reage com outras substâncias, de forma violenta e imediata, podendo liberar calor e energia;
- Explosividade: em razão de sua reatividade muito intensa, podem liberar grande quantidade de energia

- **Toxicidade:** agem sobre os organismos vivos, provocando danos a suas estruturas biomoleculares; pode incluir aspectos carcinogênicos, teratogênicos (deformações ou monstruosidades orgânicas), mutagênicos, entre outros;
- **Inflamabilidade:** podem entrar em combustão facilmente ou até de forma espontânea;
- **Patogenicidade:** apresentam características biológicas infecciosas, contendo microorganismos ou suas toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais e vegetais;
- **Radioatividade:** emitem radiações ionizantes e podem ser a causa de acidentes radiológicos e nucleares.

2.6 Transporte Dos Resíduos Sólidos Urbanos

Com relação à modalidade de transporte, os sistemas de transferência podem ser:

- **Ferroviário:** indicado para longas distâncias ou para cidades que não apresentem boas condições de tráfego rodoviário.

Necessita de sistema rodoviário complementar para transportar o lixo da área de desembarque de carga até as frentes de trabalho do aterro sanitário.

- **Marítimo:** mais empregado em longas distâncias, é ótima opção para cidades que contêm rios ou baías navegáveis. Os resíduos devem ser transportados preferencialmente em contêineres fechados, evitando-se o transporte do lixo a granel.

Necessita de sistema rodoviário complementar para transportar o lixo da área de desembarque de carga até as frentes de trabalho do aterro sanitário.

- **Rodoviário:** sistema mais empregado é recomendável para distâncias médias de transporte e para locais que não tenham o sistema de tráfego saturado.

Tipos de estações de transferência Muito empregadas no passado, contam com um desnível entre os pavimentos, para que os caminhões de coleta, posicionados em uma cota mais elevada, façam a descarga do lixo do caminhão de coleta diretamente no veículo de transferência.

Por não contarem com local para armazenamento de lixo, estas estações necessitam de uma maior frota de veículos de transferência para assegurar que os caminhões de coleta não fiquem retidos nas estações aguardando para efetuar a descarga dos resíduos.

A implantação de uma estação de transferência deve ser precedida de estudo de viabilidade que avalie seus ganhos econômicos e de qualidade para o sistema de coleta.

Com relação à modalidade de transporte, os sistemas de transferência podem ser:

- Ferroviário: indicado para longas distâncias ou para cidades que não apresentem boas condições de tráfego rodoviário.

Necessita de sistema rodoviário complementar para transportar o lixo da área de desembarque de carga até as frentes de trabalho do aterro sanitário.

- Marítimo: mais empregado em longas distâncias, é ótima opção para cidades que contêm rios ou baías navegáveis. Os resíduos devem ser transportados preferencialmente em contêineres fechados, evitando-se o transporte do lixo a granel.

Necessita de sistema rodoviário complementar para transportar o lixo da área de desembarque de carga até as frentes de trabalho do aterro sanitário.

- Rodoviário: sistema mais empregado é recomendável para distâncias médias de transporte e para locais que não tenham o sistema de tráfego saturado.

2.6.1 Veículos para coleta de lixo domiciliar

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

- compactadoras: no Brasil são utilizados equipamentos compactadores de carregamento traseiro ou lateral;
- sem compactação: conhecidas como Baú, com fechamento na carroceria por meio de portas corrediças.

Um bom veículo de coleta de lixo domiciliar deve possuir as seguintes características:

- não permitir derramamento do lixo ou do chorume na via pública;
- apresentar taxa de compactação de pelo menos 3:1, ou seja, cada 3m³ de resíduos ficarão reduzidos, por compactação, a 1m³;
- apresentar altura de carregamento na linha de cintura dos garis, ou seja, no máximo a 1,20m de altura em relação ao solo;
- possibilitar esvaziamento simultâneo de pelo menos dois recipientes por vez;
- possuir carregamento traseiro, de preferência;

A coleta do lixo é uma operação perigosa para os garis. Quando o veículo pára, a guarnição fica sujeita a eventuais batidas de outras viaturas contra a traseira do compactador e

nas viaturas de carregamento lateral os trabalhadores ficam sujeitos a perigos maiores como atropelamentos. Sendo assim, alguns cuidados devem ser adotado com os mecanismos de compactação e com o transporte dos garis no caminhão como:

- dispor de local adequado para transporte dos trabalhadores;
- apresentar descarga rápida do lixo no destino (no máximo em três minutos);
- possuir compartimento de carregamento (vestíbulo) com capacidade para no mínimo $1,5m^3$;
- possuir capacidade adequada de manobra e de vencer aclives;
- possibilitar basculamento de contêineres de diversos tipos;
- distribuir adequadamente a carga no chassi do caminhão;
- apresentar capacidade adequada para o menor número de viagens ao destino, nas condições de cada área.

Deve-se escolher um tipo de veículo/equipamento de coleta que apresente o melhor custo/benefício. Em geral esta relação ótima é atingida utilizando-se a viatura que preencha o maior número de características de um bom veículo de coleta como o baú, coletores compactadores, e poliguindastes duplos para caixas estacionárias

2.7 Medidas Mitigadoras à Problemática dos Resíduos Sólidos

A sociedade moderna rompeu os ciclos da natureza, sendo que por um lado, são extraídas mais matérias-primas e por outro, faz-se crescer montanhas de lixo.

Recentemente a população ao perceber que, não pode deixar o lixo acumular dentro de suas casas, entendeu que é fundamental conter a geração de resíduos e dar um tratamento adequado ao lixo do planeta. Para isso, será preciso conter o consumo desenfreado, que gera cada vez mais lixo, e investir em tecnologias que permitam diminuir a geração de resíduos, além da reutilização e da reciclagem dos materiais em desuso. Precisa reformular a concepção a respeito do lixo, encarando-o como algo que pode ser transformado em nova matéria-prima para retornar ao ciclo produtivo.

O mundo está ficando sem espaço para guardar todo o lixo acumulado, porque o ser humano está cada vez mais produzindo irracionalmente, descartando de forma inadequada sem se preocupar com a sua destinação final gerando riscos para saúde humana e ao meio ambiente, podendo gerar poluição aos corpos d'água, solo e quando queimado sem controle ambiental gera também poluição atmosférica, gerando dessa forma um quadro desagradável e insalubre.

Todo ser humano produz lixo, porém raro são às vezes que se pensa em sua destinação final, simplesmente são descartados. Entretanto, o mundo está ficando sem espaço para guardar todo o lixo acumulado. Quando jogado de forma indevida, torna-se um risco para a saúde humana e ao meio ambiente, podendo gerar poluição de corpos de água, e do solo; quando queimado, leva à poluição do ar, e suas cinzas, muitas vezes, são tóxicas. Dessa forma, todo esse quadro gera um ambiente desagradável e insalubre.

Portanto, é possível limitar o impacto do lixo sobre o meio ambiente, através de medidas coletivas, como a preciclagem, redução e reciclagem dos resíduos sólidos.

A redução da produção do resíduo é vista como melhor solução. Já que, além de prolongar a vida útil dos aterros sanitários, é possível contribuir na redução do uso de recursos naturais para a fabricação de produtos. Ou seja, é aconselhável a compra de produtos que realmente tenha necessidade e que não contenham muita embalagem, já que alguns tipos de materiais levam bastante tempo para se decompor.

Tendo como exemplo o plástico, material utilizado em diversos tipos de embalagens, é notado que há cerca de 50 tipos de plásticos, e muitos destes são fortes e duráveis e não se decompõem ou se dissolvem facilmente; além disso, em sua fabricação é consumida bastante energia. Ainda, o lixo plástico pode se transformar em produtos venenosos; o vinil, um tipo de plástico usado para fazer garrafas, peças de carro e canetas, polui o solo, se for enterrado, e libera substâncias venenosas no ar, quando queimado.

Recentemente, foi introduzido o conceito de Preciclagem, que corresponde à preocupação dos consumidores em diminuir a produção de resíduos logo no ato da compra. A maior diferença entre a redução e a preciclagem se dá a partir da opção por produtos de material biodegradável ou reciclável, evitando a disposição excessiva de materiais nocivos que ameacem o meio ambiente, a preservação de recursos naturais e sobretudo a saúde da comunidade.

A citada linha de ação tem como um de seus lemas: "Não compre lixo!". Levando à população, nas grandes compras semanais, a regressar ao uso do cesto ou saco de pano, além de, sempre que houver a possibilidade, optar por embalagens de papel em detrimento das plásticas, já que, por enquanto, a reciclagem deste último material é ainda pouco praticável. No domínio das bebidas é dada preferência aos produtos embalados em materiais com retorno; a reutilização do vidro contribui para a redução dos efeitos provocados pela extração de areias necessárias à sua fabricação.

No caso da limpeza doméstica, existem já algumas alternativas menos agressivas para o ambiente, embora longe do desejável. Nos detergentes para lavagem de roupa, são

preferidos aqueles isentos de fosfatos; quanto aos detergentes para a louça, os biodegradáveis são mais aconselháveis. Na compra de eletrodomésticos, as indicações referentes aos consumos de água e energia são muito importantes.

A reutilização dos resíduos sólidos é também de grande valia para a minimização dos impactos ambientais. Sendo estes materiais muito utilizados nas artes e no dia-a-dia. É observada a criatividade de muitos na reutilização de resíduos. Por exemplo, ao amassar latas de alumínio vazias, é possível usá-las como chapa de metal; pode-se, ainda, fazer móveis com sobras de madeira e usar vidros bem lavados para guardar alimentos e materiais de carpintaria e de escritório.

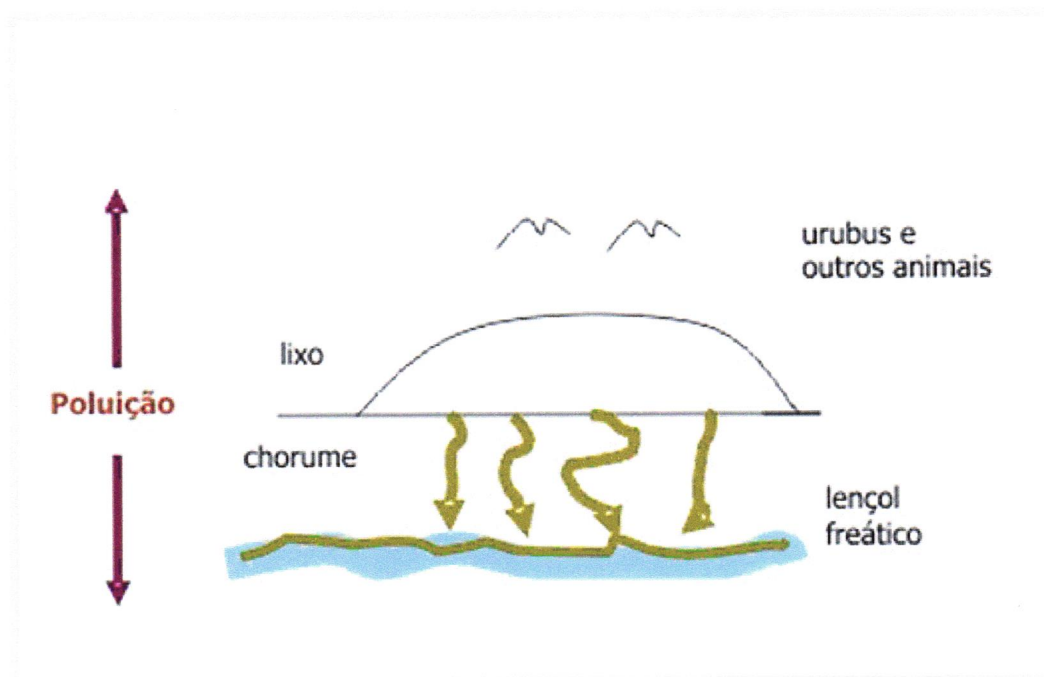
3. PROCESSOS DE TRATAMENTO E DEPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

3.1 LIXÃO

É um local onde há uma inadequada disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, não levando consideração a área em que está sendo feita a descarga, o escoamento de líquidos formados que contaminam as águas superficiais e subterrâneas, a liberação de gases, principalmente o gás metano que contamina o ar, o espalhamento de lixo nas áreas circunvizinhas e etc.

FIGURA 1

Lixão



Fonte: <http://69.89.31.176/~lixocomb/images/lixaoxaterro1.jpg>

Os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, urubus etc.), geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume (líquido de cor preta, mau cheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo), comprometendo os recursos hídricos, devido ao total descontrole quanto aos tipos de resíduos recebidos nesses locais, verificando-se, até mesmo, a disposição de dejetos originados dos serviços de saúde e das indústrias demais resíduos, deixando todos com o mesmo nível de contaminação.

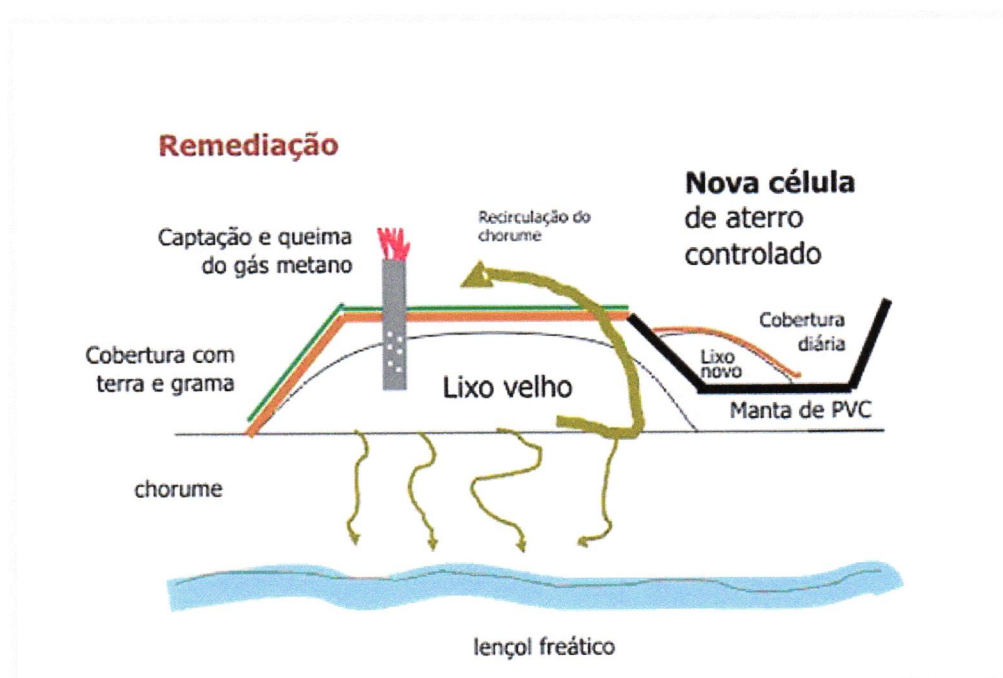
3.2 ATERRO CONTROLADO

É uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e a sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Este método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.

Esta forma de disposição produz, em geral, poluição localizada, pois similarmente ao aterro sanitário, a extensão da área de disposição é minimizada. Porém, geralmente não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados.

Este método é preferível ao lixão, mas, devido aos problemas ambientais que causa e aos seus custos de operação, a qualidade é inferior ao aterro sanitário.

FIGURA 2
Aterro Controlado



Fonte: <http://69.89.31.176/~lixocomb/images/lixoxaterro2.jpg>

Na fase de operação, realiza-se uma impermeabilização do local, de modo a minimizar riscos de poluição, e a proveniência dos resíduos é devidamente controlada. O biogás é extraído e as águas lixiviantes são tratadas. A deposição faz-se por células que uma vez preenchidas são devidamente seladas e tapadas. A cobertura dos resíduos faz-se diariamente. Uma vez esgotado o tempo de vida útil do aterro, este é selado, efetuando-se o recobrimento da massa de resíduos com uma camada de terras com 1,0 a 1,5 metro de espessura. Posteriormente, a área pode ser utilizada para ocupações "leves" (zonas verdes, campos de jogos, etc.).

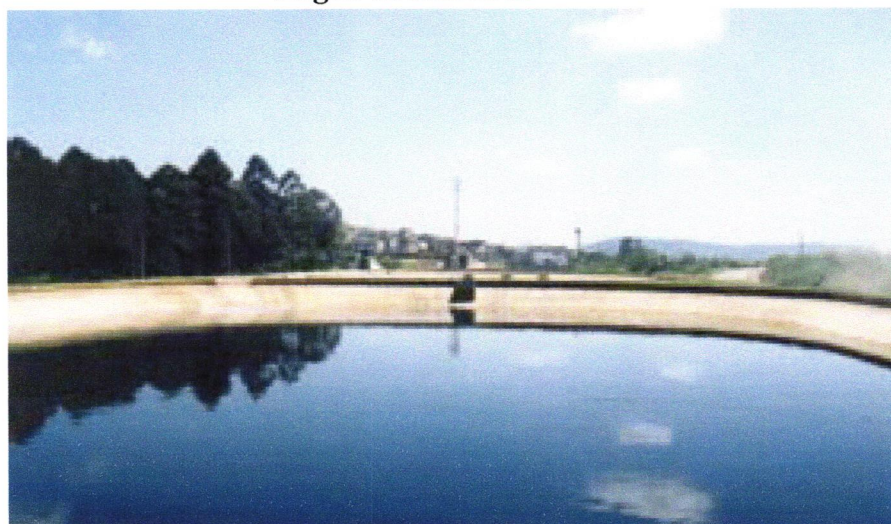
3.3 ATERRO SANITÁRIO

O aterro sanitário tem sido a forma mais sugerida e utilizada para destinação do lixo domiciliar gerado nos grandes centros urbanos. O método consiste na disposição dos resíduos sobre o solo, que será coberto por camadas inertes, a fim de proteger o meio ambiente. Tal aterro permite um confinamento seguro em termos de controle ambiental e proteção à saúde pública. São sistemas que possuem como característica a utilização de camadas impermeabilizantes, garantindo a integridade do solo e do lençol freático. Existem sistemas especiais de drenagem e coleta para águas percoladas da chuva bem como para o tratamento do chorume produzido, além de drenos verticais que são responsáveis pela drenagem de gases produzidos pela fermentação do lixo.

Na preparação da área são realizados, basicamente, a impermeabilização e o nivelamento do terreno, as obras de drenagem para captação do chorume (ou percolado) para conduzi-lo ao tratamento, além das vias de circulação. As áreas limítrofes do aterro devem apresentar uma cerca viva para evitar ou diminuir a proliferação de odores, que é pouco eficiente, e a poluição visual.

FIGURA 3

Lagoa de chorume



Fonte: Adriana Hélia Caseiro

A coleta do chorume será feita por drenos implantados sobre a camada de impermeabilização inferior e projetados em forma de espinha de peixe, com drenos secundários conduzindo o chorume coletado para um dreno principal que irá levá-lo até um poço de reunião, de onde será bombeado para a estação de tratamento. O leito destes drenos (drenos cegos) será em brita ou rachão, seguida de areia grossa e de areia média, a fim de

evitar a colmatção do dreno pelos sólidos em suspensão presentes em grande quantidade no chorume. Eventualmente, pode-se substituir as camadas de areia por bidim ou geotêxtil similar.

Uma outra opção, mais efetiva, é se implantar dentro do leito de brita um tubo perfurado de PVC ou de PEAD. O conjunto tubobrita também deve ser envolto por bidim ou geotêxtil similar, a fim de evitar a colmatção.

A drenagem das águas pluviais deve ser feita através de valas escavadas no terreno, evitando-se o uso de tubulações enterradas e deve acompanhar as estradas de serviço.

Os serviços de soldagem dos panos da manta de PEAD devem ser executados por equipe especializada, sendo desejável que o próprio fornecedor da manta se encarregue destes serviços.

A passagem da tubulação de coleta de chorume pela manta plástica deve ser feita com o auxílio de uma peça especial de PVC que já traz a manta soldada ao corpo do tubo.

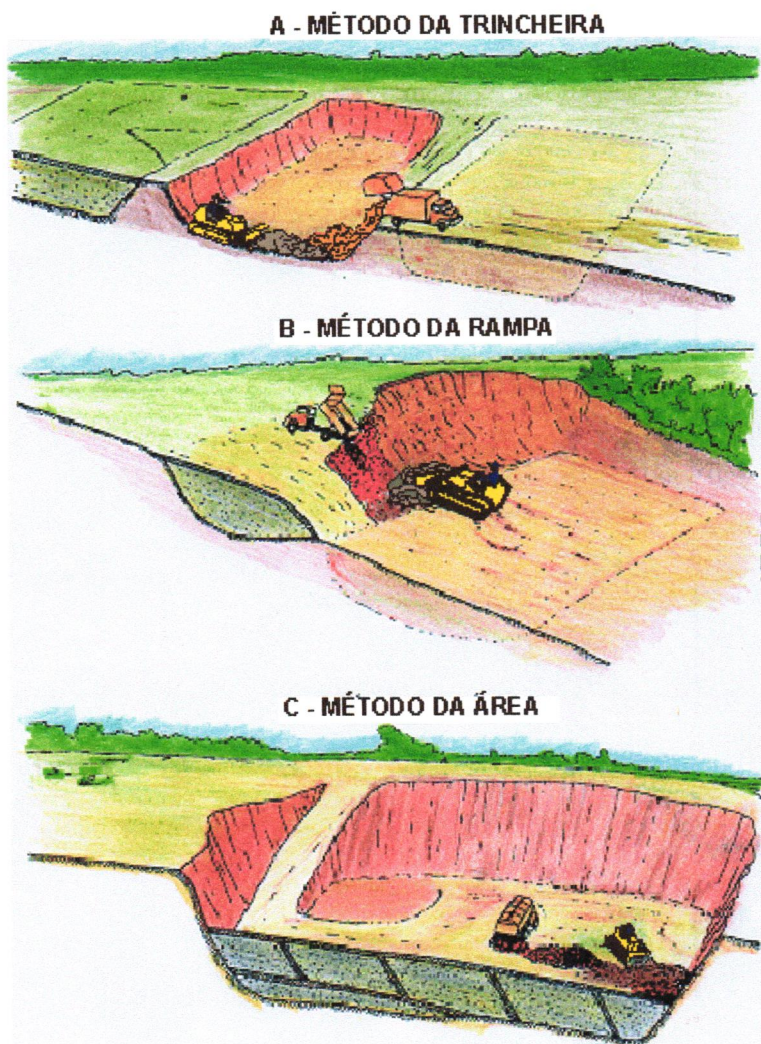
Na execução os resíduos são separados de acordo com suas características e depositados separadamente. Antes de ser depositado todo o resíduo é pesado, com a finalidade de acompanhamento da quantidade de suporte do aterro. Os resíduos que produzem material percolado são geralmente revestidos por uma camada selante.

Atingida a capacidade de disposição de resíduos em um setor do aterro, esse é revegetado, com os resíduos sendo então depositados em outro setor. Ao longo dos trabalhos de disposição e mesmo após a conclusão de um setor do aterro, os gases produzidos pela decomposição do lixo devem ser queimados e os percolados devem ser captados.

O método construtivo do aterro definirá sua classificação, podendo ser do tipo convencional ou área, trincheira, rampa ou vala, que será escolhido de acordo com o volume de material produzido e a avaliação de condição topográfica e quanto pode ser no método da Célula, do Sanduíche ou de descarga, tendo necessidade de uma grande área para ser implantado, preferencialmente em locais onde o solo tenha menor possibilidade de recalque em decorrência do peso aplicado sobre ele.

FIGURA 4

Formas de aterro sanitário



Fonte: www.rc.unesp.br/.../ead/residuos/res13.html

Para que um projeto de aterro sanitário possa ser aprovado e posteriormente executado, é necessário que atenda a uma série de critérios para obtenção do licenciamento que autorizará seu funcionamento, os documentos necessários são: Licença Prévia (LP), Instrução Técnica (IT), Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/Rima), Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO) e Cronograma do Licenciamento (Monteiro et al., 2001), sendo que deverá ser analisado a Geologia e Geotecnia do local, suas águas superficiais e subterrâneas quanto a profundidade do lençol freático, mananciais de interesse ao abastecimento, distancias dos cursos d'água, o tipo do solo na região, a declividade adequada e a distancia que terá dos núcleos habitacionais.

Para sua instalação o solo deve ser impermeabilizado, cobre-se a área com terra oriunda de jazida própria do aterro, com camadas de aproximadamente 25 centímetros (cm), a fim de garantir proteção mecânica para a geomembrana. O lixo é então descarregado no pé do

talude e compactado de baixo para cima, utilizando-se tratores tipo esteira. Quando a célula estiver com o volume completado, dá-se início ao seu encerramento. Para tanto, mais uma camada de terra é colocada sobre o lixo, com altura que pode variar de 0,8 a 1 m. Após esse processo, prepara-se a execução de mais uma célula sobre as desativadas, em seqüência, até atingir a cota máxima.

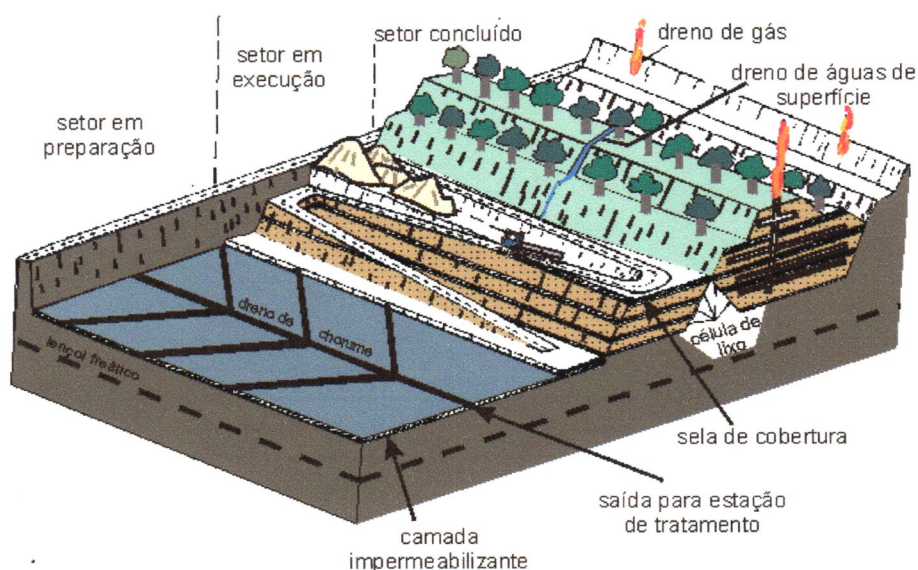
FIGURA 5

Esboço de um aterro sanitário



FIGURA 6

Esquema de um aterro sanitário



Nesse processo as águas superficiais oriundas das chuvas são drenadas por sistemas de enrocamento de brita e escadas hidráulicas, instalados em todo o aterro. As águas são coletadas e encaminhadas para o corpo d'água mais próximo, evitando, assim, infiltração no solo e minimizando efeitos de liquefação do lixo, o chorume, líquido extremamente poluente gerado a partir dos resíduos sólidos, gerado deve ser encaminhado até uma estação de tratamento através de drenos que tem a função de bombeá-lo até a lagoa de Chorume para ser tratado .

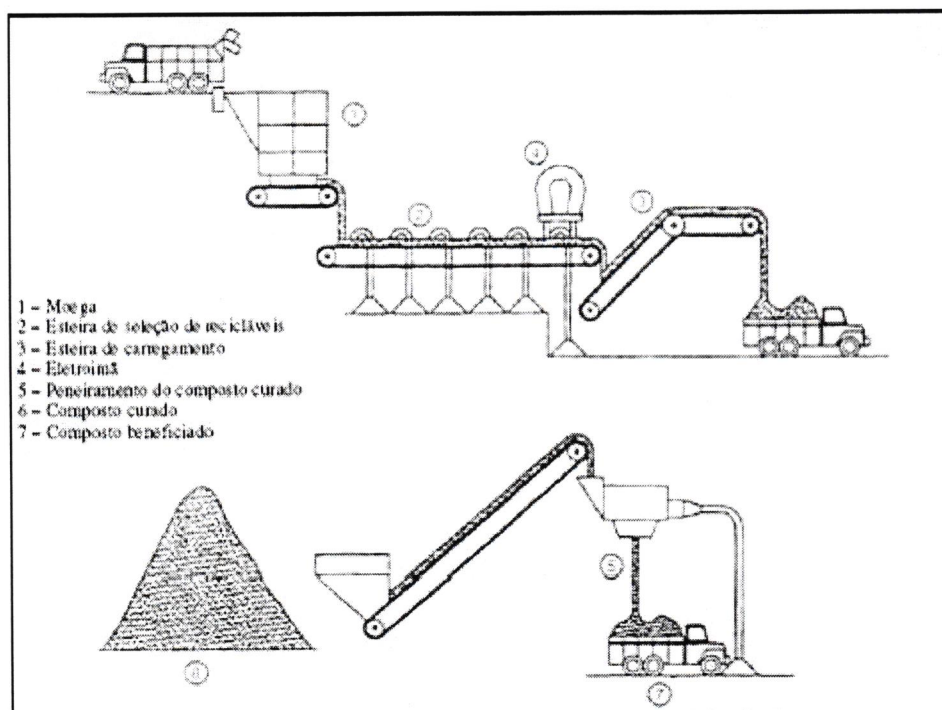
No aterro há um constante monitoramento ambiental tanto das águas subterrâneas quanto da emissão de gases, isso ocorre através de amostras coletadas e analisadas periodicamente.

3.4 - COMPOSTAGEM

A compostagem é um processo de transformação da matéria orgânica do lixo em um composto (adubo) orgânico e existem dois tipos de compostagens um que se dá com a presença do oxigênio do ar (via aeróbia), as substâncias resultantes neste processo são gás carbônico (CO_2), a água (H_2O) e produtos finais oxigenados (nitratos, sulfatos, etc.), havendo uma grande liberação de energia sob a forma de calor durante o processo. O outro tipo de compostagem ocorre sem oxigênio (via anaeróbia) que produz além de gás carbônico e água, o metano (CH_4), a amônia (NH_3) e produtos finais parcialmente reduzidos (aldeídos, álcoois, etc.), exala odores desagradáveis e líquidos agressivos e a liberação de energia durante a decomposição tem intensidade menor que na compostagem aeróbia.

FIGURA 7

Esquema de uma usina de triagem e compostagem



<http://www.bancor.com.br/usina.htm>

3.4.1- DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

Os principais fatores que influem na atividade biológica para a decomposição da matéria orgânica, são:

- **Teor de umidade** - Se não houver água em quantidade suficiente, a massa de lixo a compostar tenderá a secar, reduzindo a velocidade de decomposição e aumentando o tempo de compostagem.

Se o teor de umidade é muito alto, odores desagradáveis são produzidos, além de poder ocorrer uma percolação de nutrientes do composto pela elevada concentração de água e a compostagem nesta situação também ocorrerá lentamente. O teor de umidade ideal para uma compostagem aeróbia está na faixa de 40 a 60%.

- **Aeração** - No processo de compostagem aeróbia, se o teor de oxigênio é baixo os microorganismos aeróbios morrem e são substituídos pelos anaeróbios, os quais não decompõem a matéria orgânica com rapidez e ainda produzem maus odores.

Para se garantir, num processo aeróbio, a aeração necessária a toda massa de resíduos, é normalmente empregado o sistema de aeração forçada ou utilizados mecanismos para o ressolamento periódico como, por exemplo, pás mecânicas.

Relação carbono-nitrogênio (C/N) - Os microorganismos responsáveis pela compostagem necessitam de carbono para seu desenvolvimento e de nitrogênio para a síntese de proteínas.

No processo de compostagem há uma queda acentuada do teor de carbono, enquanto ocorre uma menor diminuição do teor de nitrogênio. Em geral, a relação C/N ideal no início da compostagem deverá estar entre 30:1 e 35:1.

Um composto curado, isto é, em condições de ser empregado na agricultura deverá ter uma relação C/N menor ou igual à 18:1. Teor de fósforo e de potássio - A presença destes dois elementos é necessária para o desenvolvimento dos microorganismos responsáveis pela compostagem.

A quantidade ideal de fósforo é de cerca de 20% do teor de nitrogênio, enquanto o potássio deverá ocorrer em nível de aproximadamente 8% do teor de nitrogênio. Substâncias tóxicas - Manganês, cobre, zinco, níquel, cromo e chumbo são metais pesados que, ocorrendo sob determinada configuração química, podem inibir o processo de compostagem, já que são nocivos aos microorganismos.

Além destes fatores, existem outros que também influenciam o processo de compostagem, como a reação do meio (pH ácido ou alcalino), a presença no substrato a ser composto de macro e micronutrientes necessários ao metabolismo dos microorganismos e ainda a intensidade dos ventos.

3.4.2- PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA COMPOSTAGEM

Existem diversos processos para seleção desses materiais que podem ser instalados de forma isolada ou associadas entre si, como por exemplo:

- Manual - consiste na "catação" executada por trabalhadores ao longo de uma esteira transportadora, em uma mesa de madeira ou concreto ou mesmo no chão.
- Peneiramento - consiste na classificação dos subprodutos em função do tamanho através de peneiras rotativas ou vibratórias em plano inclinado.

- Separação gravimétrica - efetua-se em função da diferença de massa entre os subprodutos utilizando-se esteiras oscilatórias inclinadas, separadores balísticos ou por ricochete.
- Separação magnética - consiste na separação do material ferroso existente no lixo através de **extrator eletromagnético ou tambor (também chamado polia) magnético.**

Existem, ainda, outros processos de separação, tais como classificação ótica, via úmida e correntes elétricas induzidas, sendo em sua maioria procedimentos sofisticados, caros e de utilização um tanto ou quanto discutíveis.

3.5 INCINERAÇÃO

A incineração é um processo de decomposição térmica, onde há redução de peso, do volume e das características de periculosidade dos resíduos, com a conseqüente eliminação da matéria orgânica e características de patogenicidade (capacidade de transmissão de doenças) através da combustão controlada. A redução de volume é geralmente superior a 90% e em peso, superior a 75%. A incineração de resíduos é uma rota secular de destinação final do lixo – o primeiro incinerador foi construído na Inglaterra por volta de 1870 - sendo a técnica mais comumente utilizada para o tratamento térmico de resíduos até os dias atuais.

Para a garantia do meio ambiente a combustão tem que ser continuamente controlada. Com o volume atual dos resíduos industriais perigosos e o efeito nefasto quanto à sua disposição incorreto com resultados danosos à saúde humana e ao meio ambiente, é necessário todo cuidado no acondicionamento, na coleta, no transporte, no armazenamento, tratamento e disposição desses materiais, já que a temperatura de queima dos resíduos não é suficiente para fundir e volatilizar os metais, estes se misturam às cinzas, podendo ser separados destas e recuperados para comercialização.

Para os resíduos tóxicos contendo cloro, fósforo ou enxofre, além de necessitar maior permanência dos gases na câmara (da ordem de dois segundos), são precisos sofisticados sistemas de tratamento para que estes possam ser lançados na atmosfera.

Para os resíduos de saúde classificados como patogênicos, por exemplo, uma das alternativas consideradas adequadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) é a incineração. A redução de passivos ambientais constituídos por resíduos

perigosos tem encontrado na incineração em alta temperatura, a melhor técnica disponível e mais segura, confirma engenheiro químico de uma empresa.

No Brasil, a destruição de resíduos pela via do tratamento térmico pode contar com os incineradores industriais e com o co-processamento em fornos de produção de clínquer (cimenteiras). A Resolução Conama 264/99 não permite que os resíduos domiciliares brutos e certos resíduos perigosos venham a ser processados em cimenteiras, tais como os provenientes dos serviços de saúde, os rejeitos radioativos, os explosivos, os organoclorados, os agrotóxicos e afins.

O Greenpeace (organização-não-governamental ambientalista) criticou a nova proposta para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) apresentada à Comissão Especial de Resíduos Sólidos da Câmara Federal pelo seu relator deputado federal Emerson Kapaz (PPS-SP). A entidade reclama, que no documento, a incineração e o co-processamento em fornos de cimento são apresentados como as principais políticas para a redução de resíduos.

Existem diversos tipos de fornos de incineração, os mais comuns são os de grelha fixa, de leito móvel e o rotativo. Veja alguns tipos abaixo:

- Incineradores de grelha fixa

Nesse processo, os resíduos são lançados sobre uma grelha fixa, onde são queimados. O ar é introduzido sobre a grelha de modo a minimizar o arraste das cinzas. As cinzas e a escória resultantes da queima caem através dos orifícios da grelha num cinzeiro, de onde são removidas mecanicamente ou por via úmida.

Para garantir o excesso de oxigênio necessário à completa combustão dos resíduos e dos gases, o fluxo de ar é feito por meio de um exaustor colocado antes da chaminé.

- Incineradores de leito móvel

São formados por peças de ferro fundido posicionadas em degraus e ligadas a um sistema hidráulico que proporciona ao leito um movimento de vaivém, conduzindo o lixo desde a porta de acesso até o fosso de remoção de cinzas e escórias.

O leito de combustão é dividido em três seções, com a finalidade de secar os resíduos (primeira seção) e efetuar a completa queima dos mesmos (segunda e terceira seções).

O ar de combustão do forno é suprido por dois sopradores de ar, sendo um para forçar a admissão do ar por sob os resíduos (ar sob fogo) e outro que força a introdução do ar por sobre os resíduos (ar sobre fogo).

As cinzas e escórias oriundas da queima do lixo são descarregadas continuamente dentro de um fosso situado debaixo do forno. No fosso, as cinzas e escórias esquentadas são removidas mecanicamente ou por via úmida.

- Fornos rotativos

Apesar de servirem para destruir termicamente os resíduos infectantes, os fornos rotativos são mais utilizados para resíduos industriais Classe I. São incineradores cilíndricos, com diâmetro da ordem de quatro metros e comprimento de até quatro vezes o diâmetro, montados com uma pequena inclinação em relação ao plano horizontal.

A entrada é feita na extremidade mais elevada, pelo lado oposto ao dos queimadores, obrigando os resíduos a se moverem lentamente para baixo devido à rotação do cilindro.

Os gases gerados passam para uma câmara secundária de queima onde estão instalados os queimadores de líquidos e gases.

O fluxo dos gases resultantes da queima é então dirigido aos trocadores de calor e aos equipamentos de lavagem.

- Pirólise

A pirólise também é um processo de destruição térmica, como a incineração, com a diferença de absorver calor e se processar na ausência de oxigênio. Nesse processo, os materiais à base de carbono são decompostos em combustíveis gasosos ou líquidos e carvão.

Existem modelos de câmara simples, onde a temperatura gira na faixa dos 1.000°C, e de câmaras múltiplas, com temperaturas entre 600 e 800°C na câmara primária, e entre 1.000 e 1.200°C na câmara secundária.

Os pirolisadores são muito utilizados no tratamento dos resíduos de serviços de saúde, onde o poder calorífico dos resíduos mantém uma determinada temperatura no processo.

Podem ser dotados de sistema de alimentação automática (contínua) ou semi-automática (em bateladas) e possuem queimadores auxiliares que podem operar com óleo combustível ou a gás.

Suas grandes vantagens são:

- garantia da eficiência de tratamento, quando em perfeitas condições de funcionamento;
- redução substancial do volume de resíduos a ser disposto (cerca de 95%).

Suas principais desvantagens são:

- custo operacional e de manutenção elevado;

- manutenção difícil, exigindo trabalho constante de limpeza no sistema de alimentação de combustível auxiliar, exceto se for utilizado gás natural;
- elevado risco de contaminação do ar, com geração de dioxinas a partir da queima de materiais clorados existentes nos sacos de PVC e desinfetantes;
- risco de contaminação do ar pela emissão de materiais particulados;
- elevado custo de tratamento dos efluentes gasosos e líquidos.

Observa-se que nem a incineração, nem a pirólise resolve integralmente o problema da destinação dos resíduos de serviços de saúde, havendo a necessidade de se providenciar uma disposição final adequada para as cinzas e para o lodo resultante do tratamento dos gases.

- Autoclavagem

Originalmente utilizado na esterilização de material cirúrgico, este processo foi adaptado e desenvolvido para a esterilização de resíduos e dentre as demais apresenta a melhor solução.

Em linhas gerais, 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.

Esse processo apresenta as seguintes vantagens:

- custo operacional relativamente baixo;
- não emite efluentes gasosos e o efluente líquido é estéril;
- manutenção relativamente fácil e barata.

Em contrapartida, apresenta as seguintes desvantagens:

- não há garantia de que o vapor d'água atinja todos os pontos da massa de resíduos, salvo se houver uma adequada trituração prévia à fase de desinfecção;
- não reduz o volume dos resíduos, a não ser que haja trituração prévia;
- processo em batelada, não permitindo um serviço continuado de tratamento.
- Microondas

Nesse processo os resíduos são triturados, umedecidos com vapor a 150°C e colocados continuamente num forno de microondas onde há um dispositivo para revolver e transportar a massa, assegurando que todo o material receba uniformemente a radiação de microondas.

As vantagens desse processo são:

- ausência de emissão de efluentes de qualquer natureza;
- processo contínuo.

As principais desvantagens são representadas pelos seguintes aspectos:

- custo operacional relativamente alto;
- redução do volume de resíduos a ser aterrado obtida somente na trituração.
- Radiação ionizante

Nesse processo, os resíduos, na sua forma natural são expostos à ação de raios gama gerados por uma fonte enriquecida de cobalto 60 que torna inativo os microorganismos.

Esse processo apresenta as seguintes desvantagens em relação aos processos anteriores:

- eficiência de tratamento questionável, uma vez que há possibilidades de nem toda a massa de resíduos ficar exposta aos raios eletromagnéticos;
- necessidade de se dispor adequadamente a fonte exaurida de cobalto 60 radioativa.

Suas vantagens referem-se à ausência de emissão de efluentes de qualquer natureza, assim como pelo fato de ser um processo contínuo.

- Desativação eletrotérmica

Este processo consiste numa dupla trituração prévia ao tratamento, seguida pela exposição da massa triturada a um campo elétrico de alta potência gerado por ondas eletromagnéticas de baixa frequência, atingindo uma temperatura final entre 95 e 98°C.

Neste processo não há a emissão de efluentes líquidos, nem gasosos, e a redução de volume só é obtida pelo sistema de trituração.

As vantagens e desvantagens deste processo são as mesmas do processo de microondas, agravadas pela dificuldade de manutenção do equipamento e ausência de redução do volume, a não ser que se instale um sistema de trituração posterior ao tratamento.

3.6 USINA DE RECICLAGEM

Na maioria das cidades brasileiras, além do serviço de coleta ser insuficiente, o destino final do lixo é inadequado. São usados principalmente vazadouros a céu aberto ou ainda aterros sanitários que, muitas vezes, pelas dificuldades de manejo e o alto custo de manutenção, se descaracterizam, acarretando os mesmos problemas dos vazadouros. Essa

disposição do lixo compromete diretamente o meio ambiente, causando a poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos, afetando também a condição sanitária da população.

As usinas surgiram como uma das alternativas para contornar a inércia de nossa sociedade em modificar seus hábitos e costumes e atuam como agente de controle de poluição orgânica, na conservação e recuperação de recursos naturais e na conservação de energia, sua implantação possibilita a geração de empregos diretamente proporcional ao total da demanda de lixo gerada no município, minimiza o envio de lixo para aterro sanitário devido aproveitamento de materiais recicláveis existentes, minimizando a contaminação do Meio Ambiente em função da redução de lixo enviado para aterro sanitário. Nela os resíduos passam pelos seguintes procedimentos, por recepção e pesagem, fosso de recepção, triagem manual, eletroímã, bioestabilizador, peneira rotativa, separador magnético para as latas de segunda, separador balístico do composto e peneiramento do composto curado, conforme mostra o fluxograma.

FIGURA 8

Fluxograma de uma usina de reciclagem

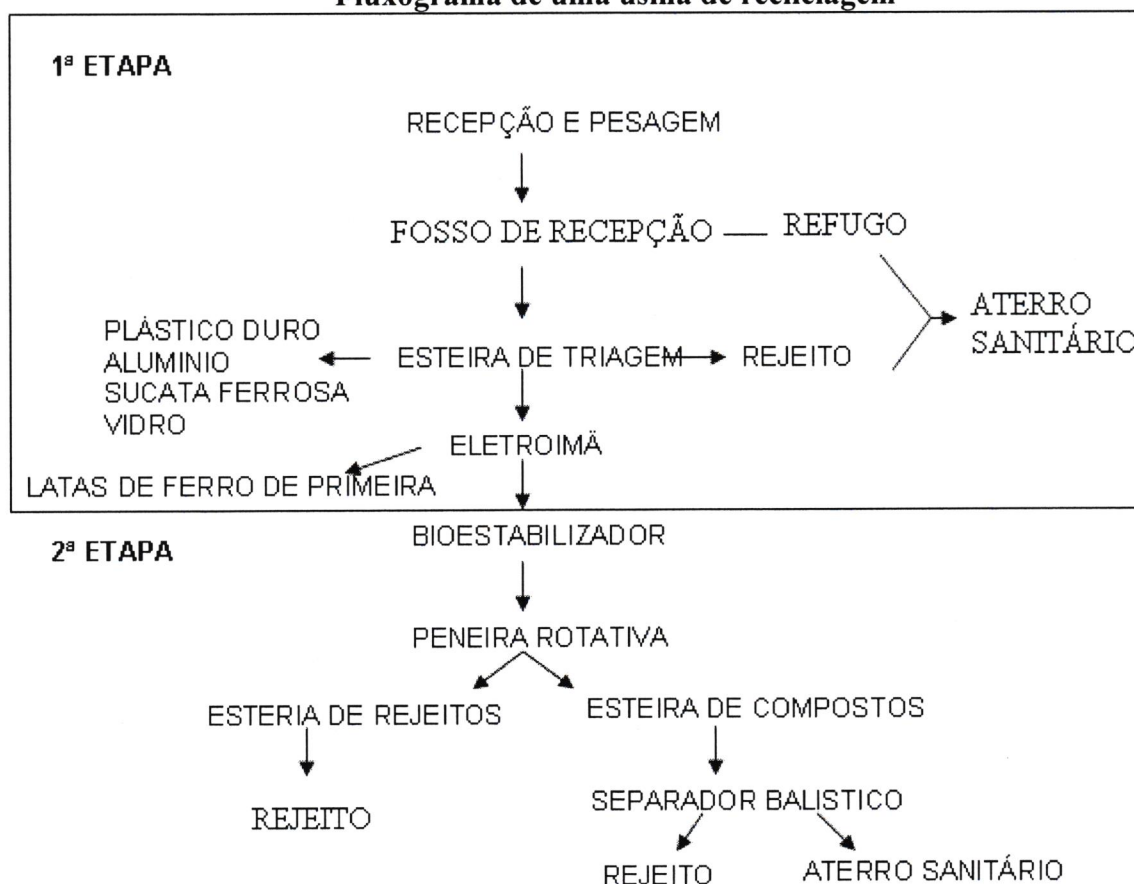
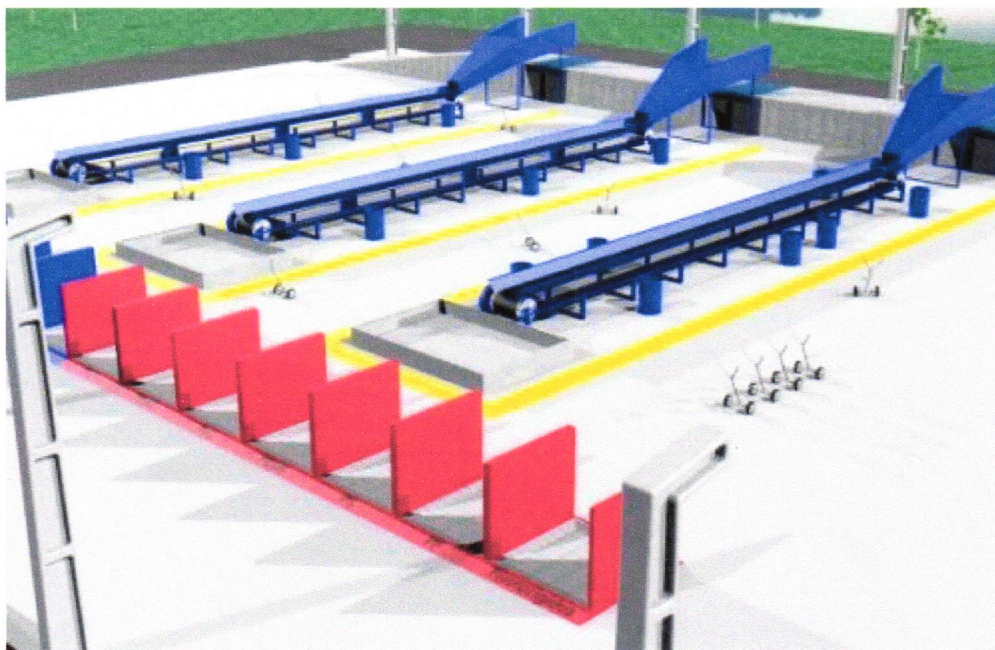


FIGURA 9
Esteira de Triagem



Fonte: <http://www.kubitz.com.br/imgs/produtos/228c63d910.jpg>

Para a instalação de uma usina de reciclagem a avaliação da área é de fundamental importância, pois deverá atender alguns aspectos como ser suficiente para abrigar o setor de recuperação de materiais, a estação de compostagem e o aterro; possibilitar um rápido e fácil acesso aos veículos coletores, ser provido de água, energia e comunicação; estar próxima dos centros consumidores de produtos reciclados e de adubos orgânicos ou, então, nas cercanias de estradas que possam escoá-los e está situada em local que não incomode a população adjacente.

Um fator que também deve ser bem considerado é a escolha de tecnologia quanto ao grau de mecanização e automatização, pois quanto maior for este grau menor será a utilização de mão-de-obra na instalação e conseqüentemente maior será a necessidade de emprego de pessoal técnico especializado e também o custo de manutenção e operação será mais elevado.

Os objetivos básicos de uma usina de reciclagem são:

- Conservação dos Recursos Naturais – Recuperação dos materiais passíveis de serem utilizados nos processos industriais de reprocessamento, incluindo-se aí a reciclagem de nutrientes da fração orgânica pela compostagem para utilização agrícola.
- Conservação de Energia – Pela recuperação de produtos de uso imediato (reutilizáveis) e

de produtos que demandem pouca energia para seu reaproveitamento.

- Redução do Volume do Lixo – Pela recuperação do material reciclável volumoso, presente no lixo urbano através de transformações de matéria prima reutilizável.

O lixo é um grande gerador de emprego em função da necessidade de maciça utilização de mão de obra manual para coleta e seleção do material reciclável em uma Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo, mão de obra esta que deve ser aproveitada entre os catadores existentes tornando mais digna a atividade sendo também um benefício social importante.

4. A IMPORTÂNCIA DA COLETA SELETIVA E A RECICLAGEM

A escassez de recursos naturais, juntamente com os problemas relacionados à disposição inadequada dos resíduos no meio ambiente, foi aos poucos convencendo o homem da necessidade de se realizar a reciclagem. O reaproveitamento de matéria-prima para a reciclagem sempre se estabeleceu por necessidades eventuais, em épocas de crise e escassez, como as vividas nas duas últimas grandes guerras.

A coleta seletiva não só contribui para a redução da poluição causada pelo lixo, como também proporciona economia de recursos naturais – matérias-primas, água e energia – e, em alguns casos, pode representar a obtenção de recursos, advindos da comercialização do material.

Cabe a cada um a responsabilidade para que a situação do lixo seja alterada para melhor, atuando individualmente e separando o próprio lixo e levando para locais onde ele seja aproveitado, ou organizando programas de coleta seletiva nos locais de trabalho, de estudo ou de moradia (como condomínios), etc. Onde houver atividade humana, haverá lixo e oportunidade de praticar a coleta seletiva.

A implantação da coleta seletiva começa com uma experiência-piloto, que vai sendo ampliada aos poucos. O primeiro passo é a realização de uma campanha informativa junto à população, convencendo-a da importância da reciclagem e orientando-a para que separe o lixo em recipientes para cada tipo de material ou leve-os para os postos de entrega voluntária que ficam localizados em locais estratégicos do bairro.

No sistema de coleta seletiva, os materiais recicláveis são separados em: papéis, plásticos, metais e vidros. Existem indústrias que reutilizam estes materiais para a fabricação de matéria-prima ou até mesmo de outros produtos.

Pilhas e baterias também são separadas, pois quando descartadas no meio ambiente provocam contaminação do solo. Embora não possam ser reutilizados, estes materiais ganham um destino apropriado para não gerarem a poluição do meio ambiente. Como dizia o cientista francês Lavoisier, do século XVIII: “Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.

No Brasil, a coleta seletiva foi iniciada na cidade de Niterói, no bairro de São Francisco, em abril de 1985, como o primeiro projeto sistemático e documentado. A partir daí, um número cada vez maior de municípios passou a praticá-la, tendo sido identificados 82 programas de coleta seletiva em 1994, iniciados, de um modo geral a partir de 1990 (Cempre, 1995), sendo que a forma de coleta ainda o sistema mais utilizado é o porta a porta. Da quantidade de resíduos coletados em nosso país, apenas aproximadamente 1,7% recebe algum tipo de tratamento antes de ser conduzido para disposição final.

Os danos ao meio ambiente causados pelos resíduos sólidos começaram a despertar interesse a pouco tempo. A reciclagem no Brasil existe oficialmente a cerca de 12 anos, quando por iniciativa governamental foi elaborado o Programa Nacional de Reciclagem (PRONAR). Nele foram previstas várias situações abrangentes, no qual se estabelecia desde a conceituação do que seriam rejeitos econômicos, inócuos e até não econômicos, sendo estes últimos denominados nocivos.

A reciclagem é um sistema de recuperação de recursos projetado para recuperar e reutilizar resíduos, transformando-os novamente em substâncias e materiais úteis à sociedade, que poderíamos denominar de matéria secundária.

A reciclagem é atualmente uma prática que vem se desenvolvendo enormemente nos países do Primeiro Mundo. Já nos países menos desenvolvidos é realizada de maneira rudimentar, pouco racional e desorganizada.

A reciclagem é um processo que converte o lixo descartado (matéria-prima secundária) em produto semelhante ao inicial ou outro. Reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que é jogado fora. A palavra reciclagem foi introduzida ao vocabulário internacional no final da década de 80, quando foi constatado que as fontes de petróleo e outras matérias-primas não renováveis estavam e estão se esgotando. Reciclar significa = Re (repetir) + Cycle (ciclo). Por isso, reciclar é preciso e de fundamental importância para a vida do ser humano e do meio ambiente.

A reciclagem surgiu como uma maneira de reintroduzir no sistema uma parte da matéria (e da energia), que se tornaria lixo. Assim desviados, os resíduos são coletados,

separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de bens, os quais eram feitos anteriormente com matéria prima virgem comprometendo menos os recursos naturais.

Existem três tipos de Modelos de Reciclagem:

- **Reciclagem Mecânica:** Aquela que possui um ou vários processos operacionais (lavagem, trituração, moagem, aglomeração, aglutinação, extrusão, granulamento, fundição, outros), visando o reaproveitamento de um determinado resíduo sólido para produção de bens de consumo (produtos secundários).
- **Reciclagem Química:** Aquela que decorre do processo tecnológico realizado a partir da conversão do resíduo sólido em matérias primas primárias. Este processo já vem sendo utilizado para a conversão de plásticos em matérias primas petroquímicas (gasolina, querosene, óleo diesel, outros) a partir de reações químicas específicas.
- **Reciclagem Energética:** Aquela realizada com o objetivo de recuperar parte da energia calorífica contida nos constituintes dos resíduos sólidos considerados como combustíveis e/ou putrescíveis.

A partir do quadro 01 abaixo, é possível perceber a relevância da reciclagem.

QUADRO 2

Economia ambiental através reciclagem

Economia com a Reciclagem	
1000 kg de papel reciclado	20 árvores poupadas
1000 kg de vidro reciclado	1300 kg de areia extraída poupada
1000 kg de plástico reciclado	Milhares de litros de petróleo poupados
1000 kg de alumínio reciclado	5000 kg de minérios extraídos poupados

Fonte: <http://www.atibaia.com.br/sucata/importan.htm>

Ademais, o tempo de decomposição dos materiais descartados é também fator importante no incentivo à implementação da reciclagem, conforme o quadro 02, que segue.

QUADRO 3

Tempo necessário dos resíduos no meio ambiente

RESIDUO	TEMPO NECESSÁRIO
Papel	3 a 6 meses
Jornal	6 meses

Palito de madeira	6 meses
Toco de cigarro	20 meses
Nylon	mais de 30 anos
Chicletes	5 anos
Pedaços de pano	6 meses a 1 ano
Fralda descartável biodegradável	1 ano
Fralda descartável comum	450 anos
Lata e copos de plástico	50 anos
Lata de aço	10 anos
Isopor	8 anos
Plástico	100 anos
Garrafa plástica	400 anos
Pneus	600 anos
Vidro	4.000 anos

Fonte: <http://www.atibaia.com.br/sucata/importan.htm>

QUADRO 4

Período de Decomposição de materiais descartados

Jornal	Algumas semanas
Sapatos de couro	Até 50 anos
Caixas de papelão	Vários meses
Plástico fino	Até 5 anos
Folhas de bananeira	Algumas semanas
Pneus	Desconhecido
Sacolas de plástico	10–20 anos ou até centenas de anos, dependendo do tipo de plástico.
Metais	Até 50 anos
Latas de alumínio	Até 80 anos
Garrafas de plástico	Centenas de anos
Cacos de vidro	Milhares de anos

Fonte: <http://www.atibaia.com.br/sucata/importan.htm>

No quadro abaixo mostra materiais que possuem as mesmas matérias-primas porém, nem todos podem ser reciclados:

QUADRO 5
Materiais recicláveis e não recicláveis

Material reciclável	Material não-reciclável
Papel: Jornais, folhas de caderno, formulários de computador, caixas em geral, fotocópias, provas, envelopes, papel de fax, cartazes, rascunhos, aparas de papel.	Papel: Etiqueta adesiva, papel carbono, fita crepe, papéis sanitários, papéis metalizados, papéis parafinados, papéis plastificados, papéis sujos, guardanapos, tocos de cigarro, fotografias.
Metal: Lata de óleo, leite em pó, lata de alumínio, outras sucatas de reforma.	Metal: Clips, grampos, esponjas de aço, canos.
Vidro: Recipientes em geral, garrafas e copos	Vidro: Espelhos, vidros planos, lâmpadas, cerâmica, porcelana, tubos de TV.
Plástico: Embalagem de refrigerante, embalagem de produtos de limpeza, copinhos descartáveis, embalagem de margarina, canos e tubos, sacos plásticos em geral.	Plástico: Cabo de panela, tomadas, embalagem de biscoito, misturas de papel, plásticos e metais.

Fonte: <http://www.atibaia.com.br/sucata/importan.htm>

Portanto, o material para ser reciclado precisa ser anteriormente selecionado e encaminhado, cada tipo, à empresa recicladora específica. Geralmente, os resíduos domiciliares, comerciais e da construção civil são os mais utilizados para a seleção, que pode ocorrer ainda na fonte de geração ou em instituições destinadas à segregação dos materiais.

Alguns resíduos industriais também podem ser reciclados, quando não aproveitados na própria indústria para outros fins.

Para que a coleta seletiva seja realmente eficiente é necessária a mudança de hábito na disposição e acondicionamento do lixo já na fonte geradora, o que promoverá benefícios ambientais e a inclusão social dos catadores.

Faz-se necessário, dessa forma, a contribuição da população na separação dos materiais destinados à coleta seletiva. A segregação nas residências, geralmente, é feita entre o lixo seco, materiais destinados às empresas recicladoras, e lixo úmido, composto por materiais orgânicos, que podem ser encaminhados às usinas de compostagem para a produção de adubo natural para o solo.

Ano após ano, a reciclagem vem crescendo no mundo inteiro, isto porque, a conscientização da população á respeito da reciclagem está cada vez maior. A reciclagem é

uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosa, tanto do ponto de vista ambiental como do social. Além do mais, quando reciclamos temos inúmeras vantagens, dentre as quais, citamos:

- Geração de empregos;
- Contribui para diminuir a poluição do solo, água e ar.
- Prolonga a vida útil de aterros sanitários
- Redução da poluição;
- Melhora a produção de compostos orgânicos
- Estimula a concorrência, uma vez que produtos gerados a partir dos reciclados são comercializados em paralelo àqueles gerados a partir de matérias-primas virgens.
- Economia de energia;
- Melhoria da limpeza e higiene da cidade;
- Diminuição da extração de recursos naturais;
- Diminuição do lixo no aterro, através da formação de sistemas de coleta seletiva.

Benefícios econômicos da reciclagem :

- A reciclagem de papel economiza matéria-prima (celulose).
- A reciclagem de 1 kg de vidro quebrado (cacos) gera 1 kg de vidro novo, economizando 1,3 kg de matérias-primas (minérios).
- A cada 10% de utilização de cacos, há uma economia de 2,9% de energia.
- A reciclagem de alumínio economiza 95% da energia que seria usada para produzir alumínio primário.
- A reciclagem de lixo orgânico, por meio da compostagem, resulta em adubo de excelente qualidade para a agricultura.
- Uma única latinha de alumínio reciclada economiza energia suficiente para manter um aparelho de TV ligado durante três horas .

Benefícios ambientais da reciclagem:

- 50 kg de papel reciclado evitam o corte de uma árvore de 7 anos.
- Cada tonelada de papel reciclado pode substituir o plantio de até 350 m² de monocultura de eucalipto.
- Uma tonelada de papel reciclado economiza 20 mil litros de água e 1.200 litros de óleo combustível.
- A reciclagem de vidro diminui a emissão de gases poluidores pelas fábricas.

- A reciclagem do plástico impede um enorme prejuízo ao meio ambiente, pois o material é muito resistente a radiações, calor, ar e água.
- A cada quilo de alumínio reciclado, 5 kg de bauxita (minério com que se produz o alumínio) são poupados.
- A reciclagem de vidro aumenta a vida útil dos aterros sanitários e poupa a extração de minérios como areia, barrilha, calcário, feldspato etc

5 . SERVIÇO DE COLETA URBANA EM ARACAJU

O sistema de limpeza urbana da cidade pode ser administrado das seguintes formas:

- diretamente pelo Município;
- através de uma empresa pública específica;
- através de uma empresa de economia mista criada para desempenhar especificamente essa função.

Independentemente disso, os serviços podem ser ainda objeto de concessão ou terceirizados junto à iniciativa privada. As concessões e terceirizações podem ser globais ou parciais, envolvendo um ou mais segmentos das operações de limpeza urbana.

A partir de dados coletados através de questionário na EMSURB, órgão responsável pela limpeza da cidade de Aracaju, foi possível chegar às informações a seguir.

O gerenciamento dos serviços de limpeza urbana em Aracaju foi passada através de licitação pública para uma empresa privada a TORRE Empreendimentos LTDA, na qual existem 147 funcionários diariamente ligados ao serviço de limpeza urbana, sendo 135 nas ruas, 35 motoristas e 100 agentes de limpeza e no aterro controlado 12 funcionários, sendo 5 operam as máquinas, 03 fiscalizam e 04 são agentes de limpeza que ajudam a espalhar os resíduos no local determinado. Este modelo de privatização de serviços está cada vez mais comum no Brasil, pois estas empresas passam a serem responsabilizadas pela coleta, a limpeza de logradouros, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos. Estes serviços são pagos pela população através de taxas, como por exemplo, o IPTU- Imposto Predial e Territorial Urbano.

Na cidade o serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares é feita porta a porta durante dois turnos, nos bairros da zona norte a coleta é feita durante o dia iniciando às 07:00h, nas segundas, quartas e sextas, nos bairros da zona sul é realizada também durante o

dia, sendo este nas terças, quintas e sábados, já nas áreas que existe grande concentração comercial e de serviços de saúde é executada diariamente no turno da noite, iniciando o serviço às 19:00h e se utilizando de caminhões compactadores, caçambas e ainda nos locais de difícil acesso os veículos de tração animal como as carroças.

Esse serviço tem seu horário determinados para cada bairro, evitando assim a exposição dos resíduos por tempo desnecessário minimizando a proliferação de animais como insetos, roedores e outros animais que são atraídos pelo cheiro forte e muitas vezes rasgam e espalham o lixo que na grande maioria estão acondicionados em sacos plásticos, dificultando o serviço.

Para o redimensionamento de roteiro da coleta a TORRE divide a cidade por subáreas, sistematizando e analisando para redimensionar os roteiros para que o serviço seja feito de forma satisfatória durante o tempo normal de trabalho, não necessitando solicitar empregados fora do expediente.

Alguns serviços específicos de limpeza como capinação, varrição, recolhimento do lixo, roçagem, pintura de meios fios e podaço fazem parte do processo de limpeza geral da cidade. O processo de capinação é necessário para evitar a acumulação de detritos nos logradouros que surgem e se acumulam principalmente nos períodos chuvosos, crescendo matos e ervas daninhas, os materiais utilizados são as enxadas, pás, e raspadeiras. Quando o mato e o capim estão altos faz-se o serviço de roçagem, utilizando-se além dos outros instrumentos foices, facões e tesouras de jardinagem. Para este serviço e o de pintura de meios fios e podaço são separadas equipes de 15 funcionários por áreas, dos quais num período de 3 meses repetem a operação. Para varrição são destinados 74 funcionários, dos quais são responsáveis pelos serviços de varrição de guias de passeio, gadanhamento dos canteiros centrais das vias e recolhimento de lixo dos recipientes instalados ao longo do trajeto.

Um dos grandes problemas da cidade ainda são os entupimentos dos canais, por conta da falta de conscientização da população e acúmulo de lixo nos mesmos, logo para efetuar a limpeza destes os garis se utilizam de escavadeira hidráulica, caçambas basculante, o método de barragem e a limpeza manual, para desta forma evitar o transbordamento. Nas praias e mangues o método utilizado é o tradicional, sendo utilizado duas equipes compostas por 15 agentes cada, realizando serviços de gadanhamento e recolhimento de lixo em toda sua extensão com uma frequência de três vezes por semana podendo se estender no período de alta estação.

Para o recolhimento dos entulhos é feita a coleta diária, utilizando pá carregadeira, caçambas e contêiner que é disponibilizado em alguns pontos que são oferecidos como opção

para a população fazer o descarte do que não é coletado pelo sistema convencional através dos caminhões coletores.

Quanto aos resíduos de saúde em Aracaju a coleta é executada por empresas particulares, contratadas por seus geradores e posteriormente levadas até o aterro controlado e colocados em uma “vala séptica” como mostra a figura abaixo, sem nenhuma proteção para o meio ambiente, nem fiscalização para o uso correto dos epi’s pelos trabalhadores, para evitar a contaminação, sendo assim, uma solução equivocada para os resíduos hospitalares.

FIGURA 10

Vala para colocação dos resíduos hospitalares



Fonte: Sheyla Christinne

FIGURA 11

Trabalhador sem o uso do epi necessário



Foto: Sheyla Christinne

Além da coleta do lixo os agentes de limpeza também fazem o serviço porta a porta em órgãos públicos e privados, pontos de arrecadação e condomínios residências para coletar os materiais que possam ser reaproveitados, os chamados materiais recicláveis.

5.1 Coleta Seletiva e Reciclagem em Aracaju

A CARE (Cooperativa de Agentes Autônomos para Reciclagem) surgiu a partir da UNICEF (Fundo Internacional de Emergência das Nações Unidas em prol da criança) com o programa “Criança no Lixo Nunca Mais” em parceria com o Ministério Público e foi implantado em 1999, através do envolvimento das famílias que subsistiam da Lixeira do Bairro Santa Maria.

Após reuniões e consulta prévia aos futuros beneficiários, foram cadastradas no período de outubro a novembro de 1999, 33 famílias de catadores de lixo que hoje integram a Cooperativa. Estas pessoas foram socialmente incluídas e hoje levam uma vida mais digna e realizam um trabalho mais humano. A partir do crescimento da CARE que deverá ocorrer em função, inclusive, da ampliação da coleta seletiva e com o aumento da produção dos resíduos, mais famílias serão inseridas neste programa, que conta também com a parceria de outras

entidades importantes, como EMSURB, SEBRAE/SE, CODISE, INFRAERO e Universidade Federal de Sergipe e outros.

A coleta seletiva tem sido operacionalizada de forma sistemática pela EMSURB em conjunto com a CARE: a EMSURB define os bairros a serem atendidos, elabora os roteiros e cronogramas de coleta, mobiliza as comunidades e disponibiliza o transporte e; a CARE disponibiliza seus agentes cooperados para a realização da coleta porta a porta.

A implantação do programa de coleta seletiva em Aracaju iniciou em uma única comunidade/ bairro, transformando-o em Projeto Piloto. Foi escolhido o Conjunto Inácio Barbosa, por ter sido esta comunidade a que maior interesse inicial demonstrou e se dispôs a cooperar.

Atualmente, a coleta acontece em 25 localidades: Conjunto Bela Vista, Bairro Cirurgia, Conjunto Beira Mar I e II, Conjunto Bugio, Conjunto Médice, Bairro Getúlio Vargas, Bairro 13 de Julho, Conjunto Inácio Barbosa e Bairro São José, Bairro Jardim Esperança, Loteamento Parque dos Coqueiros/Beira Rio e Residenciais dos bairros Aeroporto e Aruana - PAR, Conjunto J. K./Sol Nascente e Santa Lúcia, Bairro Jardins, Bairro Grageru, Bairro Siqueira Campos, além da coleta feita pelos agentes em outros bairros porta a porta.

Este tipo de coleta é feita através de dois caminhões de carroceria, totalizando cerca de 50 toneladas de lixo por mês, desde 2003, garantindo emprego e renda aos ex-catadores de lixo que participam da Cooperativa dos Agentes Autônomos de Reciclagem de Aracaju/SE (CARE).

Contribuir com a coleta seletiva é um ato de cidadania e de solidariedade que não exige grande esforço da sociedade. Uma pequena mudança de hábito que consiste na separação do lixo inorgânico (ou lixo seco) do lixo orgânico e seu adequado acondicionamento nos dias reservados à coleta. Essa mudança de hábito representa um grande gesto que justifica a gradativa ampliação do programa de coleta seletiva trazendo benefícios ambientais e econômicos.

Uma forma de contribuir para a ampliação da prática da coleta seletiva é a implantação de trabalhos de Educação Ambiental nas escolas e também na comunidade, pois é uma ação educativa que envolve a comunidade promovendo uma postura crítica em relação ao meio ambiente.

6. SERVIÇO DE COLETA URBANA EM ARACAJU

O sistema de limpeza urbana da cidade pode ser administrado das seguintes formas:

- diretamente pelo Município;
- através de uma empresa pública específica;
- através de uma empresa de economia mista criada para desempenhar especificamente essa função.

Independentemente disso, os serviços podem ser ainda objeto de concessão ou terceirizados junto à iniciativa privada. As concessões e terceirizações podem ser globais ou parciais, envolvendo um ou mais segmentos das operações de limpeza urbana.

O gerenciamento dos serviços de limpeza urbana em Aracaju foi passada através de licitação pública para uma empresa privada a TORRE Empreendimentos LTDA, na qual existem 147 funcionários diariamente ligados ao serviço de limpeza urbana, sendo 135 nas ruas, 35 motoristas e 100 agentes de limpeza e no aterro controlado 12 funcionários, sendo 5 operam as máquinas, 03 fiscalizam e 04 são agentes de limpeza que ajudam a espalhar os resíduos no local determinado. Este modelo de privatização de serviços está cada vez mais comum no Brasil, pois estas empresas passam a serem responsabilizadas pela coleta, a limpeza de logradouros, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos. Estes serviços são pagos pela população através de taxas, como por exemplo, o IPTU- Imposto Predial e Territorial Urbano.

Na cidade o serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares é feita porta a porta durante dois turnos, nos bairros da zona norte a coleta é feita durante o dia iniciando às 07:00h, nas segundas, quartas e sextas, nos bairros da zona sul é realizada também durante o dia, sendo este nas terças, quintas e sábados, já nas áreas que existe grande concentração comercial e de serviços de saúde é executada diariamente no turno da noite, iniciando o serviço às 19:00h e se utilizando de caminhões compactadores, caçambas e ainda nos locais de difícil acesso os veículos de tração animal como as carroças.

Esse serviço tem seu horário determinados para cada bairro, evitando assim a exposição dos resíduos por tempo desnecessário minimizando a proliferação de animais como insetos, roedores e outros animais que são atraídos pelo cheiro forte e muitas vezes rasgam e espalham o lixo que na grande maioria estão acondicionados em sacos plásticos, dificultando o serviço.

Para o redimensionamento de roteiro da coleta a TORRE divide a cidade por subáreas, sistematizando e analisando para redimensionar os roteiros para que o serviço seja

feito de forma satisfatória durante o tempo normal de trabalho, não necessitando solicitar empregados fora do expediente.

Alguns serviços específicos de limpeza como capinação, varrição, recolhimento do lixo, roçagem, pintura de meios fios e podaço fazem parte do processo de limpeza geral da cidade. O processo de capinação é necessário para evitar a acumulação de detritos nos logradouros que surgem e se acumulam principalmente nos períodos chuvosos, crescendo matos e ervas daninhas, os materiais utilizados são as enxadas, pás, e raspadeiras. Quando o mato e o capim estão altos faz-se o serviço de roçagem, utilizando-se além dos outros instrumentos foices, facões e tesouras de jardinagem. Para este serviço e o de pintura de meios fios e podaço são separadas equipes de 15 funcionários por áreas, dos quais num período de 3 meses repetem a operação. Para varrição são destinados 74 funcionários, dos quais são responsáveis pelos serviços de varrição de guias de passeio, gadanhamento dos canteiros centrais das vias e recolhimento de lixo dos recipientes instalados ao longo do trajeto.

Um dos grandes problemas da cidade ainda são os entupimentos dos canais, por conta da falta de conscientização da população e acúmulo de lixo nos mesmos, logo para efetuar a limpeza destes os garis se utilizam de escavadeira hidráulica, caçambas basculante, o método de barragem e a limpeza manual, para desta forma evitar o transbordamento. Nas praias e mangues o método utilizado é o tradicional, sendo utilizado duas equipes compostas por 15 agentes cada, realizando serviços de gadanhamento e recolhimento de lixo em toda sua extensão com uma frequência de três vezes por semana podendo se estender no período de alta estação.

Para o recolhimento dos entulhos é feita a coleta diária, utilizando pá carregadeira, caçambas e contêiner que é disponibilizado em alguns pontos que são oferecidos como opção para a população fazer o descarte do que não é coletado pelo sistema convencional através dos caminhões coletores.

Além da coleta do lixo os agentes de limpeza também fazem o serviço porta a porta em órgãos públicos e privados, pontos de arrecadação e condomínios residências para coletar os materiais que possam ser reaproveitados, os chamados materiais recicláveis.

6.1 O DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ARACAJU

Em Aracaju o problema com a destinação final dos resíduos sólidos urbanos é antigo, a primeira lixeira municipal era localizada no Morro do Urubu, mas devido à presença

da Mata Atlântica a mesma foi transferida para o bairro Soledade, contudo a proximidade com o rio do Sal também foi o fator principal para que em 1985 fosse novamente transferida, sendo que desta vez para o bairro Santa Maria, antiga Terra Dura, numa decisão conjunta entre as Prefeituras de Aracaju e São Cristóvão.

Atualmente transformada em aterro controlado e ocupando em média 34 hectares, que é monitorada pela Guarda Municipal de Aracaju 24 horas, através de Agentes que são revezados no local dificultando assim o acesso de pessoas ao local.

Localiza-se na zona sul da cidade, a 20 km do centro de Aracaju seu acesso dá-se pela Rodovia SE 004 em uma área de formação barreiras de granulação espessa, sendo assim uma área com elevada permeabilização, facilitando a infiltração de líquidos e neste caso extremamente poluidores, ao penetrarem no subsolo atinge o aquífero Marituba, que é um lençol freático de grande extensão.

FIGURA 12

Foto de satélite do aterro controlado de Aracaju



Fonte- Prof. João d'Avila

A estrutura do bairro é deficiente e o saneamento básico merece atenção especial, a iluminação pública cobre boa extensão do bairro, com à pavimentação inadequada.

Diariamente o aterro recebe cerca de 370 toneladas e este número tende a aumentar devido ao crescimento populacional da cidade e o grande número de produtos

industrializados descartáveis que elevam a quantidade de lixos domésticos. No final de todos os dias é colocado sobre os resíduos uma camada de areia para evitar a proliferação de animais nocivos.

Por não possuir sistema de coleta de chorume, uma parte deste líquido fica retido no interior do aterro e outra escoar pela superfície. Assim, é conveniente que o volume de água de chuva que entre no aterro seja o menor possível, para minimizar a quantidade de chorume gerado.

FIGURA 13

Chorume escorrendo pela superfície



Foto- Sheyla Christinne

Outro problema é a grande proliferação de urubus, que comprometem a segurança do tráfego aéreo, devido à proximidade ao Aeroporto do estado, sendo que este último problema está diminuindo, devido aos trabalhadores do IBAMA levando esses urubus para outro habitat e o serviço de monitoramento no qual são colocados alguns identificadores nos animais para desta forma saber o destino do mesmo, porém, esta medida não obteve grande êxito, pois quase todos os animais retornaram ao local, mas outro fator determinante para a diminuição dos números de aves é o aterro dos lixos.

FIGURA 14

Área aterrada na Lixeira do Bairro Santa Maria para ser colocado mais lixo



Foto- Sheyla Christinne

A Emsurb (Empresa Municipal de Serviços Urbanos) já vem adotando uma série de providências com objetivo de minimizar os impactos negativos causado ao meio ambiente naquela localidade, onde, podemos destacar: a retirada dos catadores, cobertura diária dos resíduos ali descartados, um melhor direcionamento para os resíduos descartados, com a separação obedecendo a sua tipologia.

Às margens do aterro controlado de Aracaju, existiam vestígios de mata atlântica que com o passar dos anos está sendo desmatada para a colocação dos resíduos sólidos.

Porém, vale ressaltar que uma solução definitiva só será possível com a construção de um aterro sanitário e recuperação da degradação onde hoje depositamos os resíduos provenientes dos serviços de limpeza realizados no Município de Aracaju.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi observado nesta monografia, o lixo é um problema mundial que vem aumentando proporcionalmente ao crescimento populacional, devido ao grande consumo de produtos industrializados. No que se refere a sua destinação final algumas vezes causa danos irremediáveis tanto ao meio ambiente quanto a população. Sendo assim, é necessário, então, conscientizar a população de que é possível diminuir o volume de lixo gerado.

As várias formas de tratamento dos resíduos sólidos mostradas têm a função de minimizar os impactos ao meio ambiente e a saúde pública, mostrando para a população o que melhor se enquadra na cidade de Aracaju, já que o aterro controlado mostra-se fragilizado em quase todos os aspectos, principalmente o ambiental, pois não há nenhum controle quanto aos gases e chorume.

Sabe-se também que os dois principais fatores para a diminuição efetiva da quantidade de resíduos na cidade é o menor consumo na fonte, ou seja, a população consumir mais produtos recicláveis ao invés de produtos descartáveis e para evitar a maior contaminação no bairro Santa Maria, a solução mais rápida é a transferência da destinação final do lixo para um aterro sanitário ou uma usina de reciclagem, sendo que esta além de evitar os danos ambientais gera emprego e renda.

REFERÊNCIAS

- BAILÃO, Cheila Aparecida Gomes. Gestão e educação Ambiental: reflexões sobre a questão ambiental e sugestões de atividades pedagógicas. 2ª ed. Santo André: Semasa, 2001.
- BELCHIOR, Y. Prefeitura realiza Coleta Seletiva em 24 Localidades de Aracaju. Infonet, Sergipe, abr. 2007.
- BRASIL, Resolução CONAMA 05, de 5 de agosto de 1993. Estabelece normas relativas aos resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
- BRASIL, NBR 10.004/1987. Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.
- CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação. Brasília: Consumers Internacional/MMA/MEC/IDEA, 2005.
- EMSURB, Reciclagem não dá só trabalho. Dá também educação e futuro: Folheto explicativo, 2004.
- JÚNIOR, Armando Borges de Castilho (Organizador). Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água : prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. Florianópolis, SC : ABES, 2006.
- JÚNIOR, Luiz Antônio (Organizador). Encontros e Caminhos: formação de educador as (es) ambientais e coletivos educadores: Brasília, MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2005.
- LEFF, Enrique. Saber ambiental. São Paulo. Vozes, 2001.
- MONTEIRO, José Henrique Penido. Manual de gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAMA, 2001
- OLIVEIRA, Artur Santos Dias. Lixões: o preço da ignorância. Rio Grande, RS:. Editora Fundação Universidade do Rio Grande, 1992.
- PHILIPPI Jr., Arlindo (Org.). Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável – Barueri, SP: Manole, 2005. – (coleção Ambiental, 2).
- Disponível em: <<http://www.santecresiduos.com.br/nbr.php>> . Acesso em: 06 set. 2007.
- Disponível em
<http://www.infonet.com.br/yarabelchior/ler.asp?id=57689&titulo=Yara_Belchior>. Acesso:
08 set. 2007.

Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0593.html> >. Acesso em: 10 set. 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU. Coleta Seletiva contribui para preservação do Meio Ambiente. Sergipe, fev. 2007. Disponível em: <<http://www.aracaju.se.gov.br/agencia/agenciaaracaju.asp?id=20946&titulo=Noticias>> . Acesso: 08 set. 2007. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0593.html> >. Acesso em: 10 set. 2007.

RECICLAGEM. Disponível em: <www.aparassaojudas.com.br/reciclagem.html>. Acesso em: 10 set. 2007

Disponível em: http://www.resol.com.br/cartilha/tratamento_reciclagem.asp. Acesso em 02/08/08

Disponível em: <http://www.reciclaveis.com.br/usinas/soluc.html>. Acesso em 02/08/08

Disponível em: <http://www.tvcanal13.com.br/noticias/usina-de-reciclagem-de-lixo-inaugurada-em-timon-10757.asp> Acesso em 03/08/08

Disponível em: <http://www.floridapaulista.sp.gov.br/not48-07.htm>. Acesso em 03/08/08

Disponível em: <http://www2.fpa.org.br/portal/modules/news/article.php?storyid=2549> Acesso em 03/08/08

Disponível em: http://www.lixo.com.br/site_antigo/www.lixo.com.br/usina.htm Acesso em 03/08/08

Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Incinera%C3%A7%C3%A3o> Acesso em 05/08/08

Disponível em: <http://www.netresiduos.com/cir/rsurb/incinersu.htm#imp> Acesso em 05/08/08

Disponível em: http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/factsheet_incineracao.pdf Acesso em 05/08/08

Disponível em: http://www.lagoasanta.com.br/cidade/lixo/lixao_municipal_2006_2007.htm Acesso em 07/08/08

Disponível em: <http://pt.shvoong.com/exact-sciences/physics/1674820-lixo-meio-ambiente/> Acesso em 03/09/08

Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/cidades/cid10.htm> Acesso em 03/09/08

Disponível em: <http://www.akatu.net/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=498&sid=63> Acesso em 05/09/08

Disponível em: <http://www.recicloteca.org.br/dicas.asp?Ancora=> Acesso em 05/09/08

Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Res%C3%ADduo_s%C3%B3lido_urbano Acesso em 11/09/08

Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-25092007-105128>
Acesso em 11/09/08

Disponível em: <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=28090078> Acesso em 11/09/08

Disponível em: http://www.ufmg.br/proex/arquivos/8Encontro/Meio_10.pdf Acesso em 10/10/08

Disponível em:

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&conteudo=./residuos/reciclar.html> Acesso em 10/10/08

Disponível em: <http://www.atibaia.com.br/sucata/importan.html> Acesso em 10/10/08

Disponível em: <http://www.bancor.com.br/usina.htm> Acesso em 10/10/08

ABSTRACT

This article discusses the issue of final destination of municipal solid waste that has been installing in major cities, emphasizing the city of Aracaju. Whereas the waste discarded by the population are taken to a landfill controlled neighborhood in Santa Maria that was created from the same, with only a small part of what is to be used for recycling are donated to CARE (Cooperative for Autonomous Agents Recycling). Taking into account these aspects it is necessary to highlight the procedures for proper treatment and disposal end, the means of collections and its operation in the city, focusing on the negative environmental impacts in the locality.

KeywordsAracaju. Final Destination. Environmental impacts.

APÊNDICES

FANESE
QUESTIONÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE
ARACAJU APLICADO A EMSURB

1) Quantos funcionários efetuam o serviço de coleta dos resíduos sólidos na cidade e quantos ficam no aterro para o recebimento dos mesmos?

RESP:

2) Como funciona o processo de coleta de resíduos sólidos na cidade?

RESP:

3) O que consiste o processo de varrição e quantos funcionários a executam?

RESP:

4) O processo de limpeza geral possui alguns serviços específicos, quais são eles?

RESP:

5) O que é necessário para a limpeza de canais, para que não haja entupimentos ou transbordamentos?

RESP:

6) Para limpar as praias e os mangues da cidade quais os métodos são utilizados?

RESP:

7) Com que frequência e como é efetuada a coleta domiciliar?

RESP:

8) Como é feita a distribuição da coleta domiciliar por bairros na cidade de Aracaju?

RESP:

9) Quantas toneladas de resíduos sólidos por dia são depositadas no aterro?

RESP:

10) O que é feito para recolher os entulhos da cidade?

RESP:

11) Quantas máquinas são disponibilizadas para a coleta dos resíduos sólidos?

RESP:

12) Como é efetuada a coleta seletiva, onde são os seus pontos de coleta e para onde são levados?

RESP:

13) Quais são os principais produtos recicláveis coletados e seu percentual quantitativo por mês?

RESP:

14) Para evitar a contaminação através de resíduos hospitalares como procede a sua coleta até a destinação final?

RESP:

15) Quais são as empresas que descartam resíduos sólidos no aterro e para elas é cobrada alguma taxa pelo serviço?

RESP:

16) Qual é a área do aterro controlado de Aracaju?

RESP:

17) O que é feito com o chorume proveniente dos resíduos depositados no aterro?

RESP:

18) Mesmo sabendo da proibição feita por parte da Emsurb e outras instituições, o que é feito para diminuir a presença de catadores e de crianças no aterro de Aracaju?

RESP:

19) Qual o motivo pelo qual ainda não tem no aterro um tratamento para o gás, sabendo-se que o biogás pode gerar benefícios energéticos para a comunidade?

RESP:

20) Qual é a preocupação existente atualmente por parte da Emsurb com relação ao meio ambiente como a mata atlântica e o lençol freático?

RESP:

21) Qual(is) é (são) o(s) órgão(s) fiscalizador (es) do aterro e quais são as suas propostas para diminuir os impactos ambientais?

RESP: