

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Informação e Conhecimento como o Princípio da Solução
para a Problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos**

João Paulo Soriano Lopes

TCC-EP-48-2006

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Informação e Conhecimento como o Princípio da Solução
para a Problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos**

João Paulo Soriano Lopes

TCC-EP-48-2006

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.
Orientadora: Prof.^a: Eneida Sala Cossich

**Maringá - Paraná
2006**

João Paulo Soriano Lopes

**Informação e Conhecimento como o Princípio da Solução para a
Problemática dos Resíduos Sólidos**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientadora: Prof^ª. Eneida Sala Cossich
Departamento de Engenharia Química, CTC

Prof^ª. Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Informática, CTC

Maringá, novembro de 2006.

DEDICATÓRIA

Dedico às pessoas e organizações que contribuem e trabalham em prol de uma vida melhor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar registrados os meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, são parte integrante da grande equipe que realizou este trabalho. Em especial: à Prof^ª. Eneida Sala Cossich, pela orientação, atenção e apoio na execução deste trabalho; à Ariane Turcci da Cunha, pela preocupação e incentivo ao longo desta jornada e, principalmente, a Deus, que me inspirou, me deu fé e coragem para chegar até o fim.

RESUMO

Este trabalho visa fornecer o conhecimento para a formulação de políticas públicas para a solução da problemática dos resíduos sólidos urbanos, focando o estudo numa ferramenta básica e essencial – a informação – em busca de promover a educação ambiental. A problemática dos resíduos sólidos urbanos envolve basicamente dois fatores: a ausência de uma política de gestão por parte do poder público, e o crescente aumento da produção dos resíduos por parte da sociedade. Contemplando os princípios básicos de gestão, gerenciamento, coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos e utilizando-se da pesquisa bibliográfica a fim de dimensionar o problema no âmbito social e ambiental, o trabalho apresenta a política dos “3Rs” (Reduzir, Reusar e Reciclar) como suporte para a disseminação da informação com o objetivo de garantir o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Informação. Gestão de resíduos sólidos. Coleta seletiva. Reciclagem.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	viii
LISTA DE TABELAS E QUADROS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	x
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xi
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	04
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	04
2.1.1 <i>Conceitos</i>	04
2.1.2 <i>Classificação dos resíduos sólidos urbanos</i>	06
2.2 A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E O DESPÉRDIO	09
2.3 FATORES QUE INTERFEREM NA ORIGEM E FORMAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	11
2.4 ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	13
2.5 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	14
2.6 AGENDA 21.....	18
2.7 AGENDA 21 LOCAL.....	20
2.8 GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	21
2.9 MODELOS DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	22
2.10 EVOLUÇÃO DOS MODELOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	26
2.11 TENDÊNCIAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	27
2.12 COLETA E TRANSPORTE.....	29
2.13 TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	31
2.13.1 <i>Sistemas de tratamento de resíduos sólidos urbanos</i>	32
2.14 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E COLETA SELETIVA	33
2.15 USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS	39
2.16 INCINERAÇÃO.....	42
2.17 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	44
2.17.1 <i>Aterro comum</i>	46
2.17.2 <i>Aterro controlado</i>	46
2.17.3 <i>Aterro sanitário</i>	46
2.18 DEGRADAÇÃO SOCIOAMBIENTAL PROVOCADA PELOS “LIXÕES”.....	47
2.19 PROPOSTA PARA UMA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	50
3 DESENVOLVIMENTO.....	52
3.1 A QUESTÃO DO PLÁSTICO	56
3.1.1 <i>Tipos de plástico</i>	58
3.1.2 <i>Alternativas</i>	60
3.2 A QUESTÃO DO PAPEL	61
3.2.1 <i>Vantagens da reciclagem de papel</i>	62
3.2.2 <i>Alternativas</i>	63
3.3 A QUESTÃO DA LATA DE ALUMÍNIO.....	64
3.3.1 <i>Alternativa</i>	65
3.4 A QUESTÃO DA LATA DE AÇO.....	65
3.5 A QUESTÃO DO VIDRO.....	66
3.6 A QUESTÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA.....	67
3.6.1 <i>Alternativas</i>	68
3.7 O CASO POSITIVO DO PET.....	69
3.8 EXPERIÊNCIAS BEM SUCEDIDAS.....	69
4 CONCLUSÃO	75
REFERÊNCIAS.....	77

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO DA QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS COM COLETA SELETIVA DESDE 1994	37
FIGURA 2: COMPOSIÇÃO DA COLETA SELETIVA (EM PESO).....	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TEMPO DE SOBREVIVÊNCIA (EM DIAS) DE MICROORGANISMOS PATOGÊNICOS NOS RESÍDUOS SÓLIDOS	15
TABELA 2: ENFERMIDADES RELACIONADAS COM OS RESÍDUOS SÓLIDOS, TRANSMITIDAS POR MACRO VETORES E RESERVATÓRIOS.....	16
TABELA 3: TEMPO X DECOMPOSIÇÃO.....	54
TABELA 4: PAPEL RECICLÁVEL X PAPEL NÃO-RECICLÁVEL.....	62

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 PADRÃO DE CORES.....	35
-------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
CMMD	Comissão do Meio Ambiente e Desenvolvimento
LEAD	Leadership for Environment And Development Program
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
ONG	Organização Não Governamental
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PET	Polietileno tereftalato
PEAD	Polietileno da alta densidade
PVC	Policloreto de vinil
PEBD	Polietileno de baixa densidade
PELBD	Polietileno linear de baixa densidade
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
NPK	Soma dos nutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio

LISTA DE SÍMBOLOS

% Por cento

m³ Metro(s) cúbico(s)

Kg Kilograma(s)

t/dia tonelada(s) por dia

kw/h Kilowatt(s) por hora

R\$ real(is)

N Nitrogênio

P Fósforo

K Potássio

S Enxofre

C Carbono

1. INTRODUÇÃO

As questões sócio-ambientais, inseridas no amplo conceito de “desenvolvimento sustentável”, passaram a ser discutidas com maior intensidade no final do século passado, mas não meramente em razão de mudança espontânea de comportamento das autoridades públicas mundiais. O descaso, o descontrole e as agressões ao ambiente se tornaram tão graves que comprometem qualquer perspectiva de equilíbrio no convívio social.

Logo, se torna necessário rever a noção de desenvolvimento e de sustentabilidade, isto é, melhorar as condições de vida dos povos, sem desprezar os limites da capacidade de carga dos ecossistemas. Portanto, é dever dos Estados executarem políticas públicas que propiciem ao cidadão a conservação do ambiente, pois este é um direito fundamental das pessoas e nada justifica a sua postergação.

Na Conferência da Cúpula das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Eco-92, realizada na cidade do Rio de Janeiro, foi criada a Agenda 21. Ela nos dá opções para combater a degradação da terra, do ar e da água. A Agenda 21 discute a essência do que é desenvolvimento sustentável, o processo através do qual ele pode ser alcançado e as ferramentas de gerenciamento necessárias para alcançá-lo.

A questão pública começa já na própria concepção do “lixo” (derivada do latim *lix*, que significa cinza) como um material inútil resultante das diversas atividades, mero subproduto do sistema produtivo; e, geralmente, preocupa-se em livrar-se desse material e, em muitas vezes, ocorrendo o seu descarte de forma inadequada em locais desprovidos de mínimos cuidados ambientais. O conceito moderno, como ele tecnicamente é tratado, é “resíduo sólido”: um composto que pode ser potencialmente responsável por graves problemas de degradação ambiental, mas que possui valor econômico agregado, podendo ser aproveitado no próprio processo produtivo permitindo incorporar mão-de-obra. No Brasil, onde não há uma legislação para o tratamento e descarte dos resíduos sólidos são geradas 229 mil toneladas de resíduos sólidos por dia, sendo que 60% deste não tem um destino adequado, provocando graves impactos ao ambiente e à saúde pública.

Difícilmente a palavra “lixo” pode ser retirada do vocabulário do cotidiano das pessoas e substituída obrigatoriamente por “resíduo sólido”, porém, devido a atual disparidade das concepções, como alguns autores preferem, podemos torná-las sinônimos – estreitando assim as divergências dos significados, com o intuito de dissolvê-las; resultando, contudo, numa aproximação da significação de lixo (como já é cultura o seu uso) com a de resíduo sólido. Aliando, desse modo, a cultura com a urgente educação ambiental para que o rumo em direção à gestão integrada dos resíduos contenha menos obstáculos possíveis, neste trabalho “lixo” é tratado como sinônimo de resíduo sólido.

Hoje, o gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos é uma questão crítica que preocupa as administrações públicas municipais, preconiza a adoção de sistemas descentralizados, dentro de um planejamento integrado, e dá ênfase às ações de minimização para solucionar o problema. Uma das principais ações diz respeito à maximização da reciclagem e ao reaproveitamento desses resíduos. Além disso, reflexos sociais e econômicos como a falta de espaço e de verbas para a construção de novos aterros tem contribuído para despertar o interesse do setor público em busca de alternativas economicamente sustentáveis.

Uma política de gestão de resíduos sólidos inclui a coleta, tratamento e a disposição adequada de todos os subprodutos e produtos finais do sistema econômico. Atualmente, há consenso de que, além disso, essa política deve também atuar de forma a garantir que os resíduos sejam produzidos em menor quantidade já nas fontes geradoras e preocupar-se com a persistência dos seus componentes no ambiente. Logo, a informação e o conhecimento são precedentes importantes para a realização dos objetivos que visem à solução do problema dos resíduos sólidos.

Os novos objetivos e princípios da política ambiental e, conseqüentemente, o estabelecimento de novas prioridades da gestão de resíduos sólidos em nível local e global implica uma mudança radical nos processos de coleta e disposição de resíduos. Dentre os princípios que devem ser levados em conta na política pública de resíduos, destacam-se dois: a) o princípio da informação, a população tem o direito de possuir informação disponível sobre o potencial impacto dos produtos e serviços sobre o ambiente e a saúde pública; b) o princípio da prevenção, optando-se pela precedência das soluções de redução, reutilização e reciclagem às formas de disposição final.

Nesse sentido, atendo-se a esses princípios e focando o desenvolvimento do estudo apenas nos resíduos sólidos urbanos, o objetivo deste trabalho é procurar gerar conhecimento para a formulação de políticas públicas de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e incentivar mudança no comportamento de cada indivíduo mediante o uso da informação propiciando o conhecimento da educação ambiental.

Apresentando propostas de mudança de hábitos quanto alguns costumes em relação aos resíduos sólidos para a sua redução, e adoção de práticas de reuso e reciclagem, ou seja, utilizando-se da política dos “3Rs”, este trabalho espera que, com o uso do conhecimento, colabore com a redução do impacto ambiental produzido pelo descarte aleatório dos resíduos sólidos nos aglomerados urbanos e para a resolução dos problemas sociais e ambientais de gestão dos resíduos sólidos urbanos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Resíduos Sólidos

2.1.1. Conceitos

Resíduo, segundo FERREIRA (1986), é “aquilo que resta de qualquer substância, resto”, ou ainda, “o restante daquilo que sofreu alteração de qualquer agente exterior, por processos mecânicos, físicos, químicos, etc.”. De acordo com o Conselho de Desenvolvimento regional da Bahia, “lixo são os restos ou resíduos, provenientes das atividades humanas, considerados como inúteis, indesejáveis ou descartáveis” (CONDER, 1994). A ABNT, na sua norma 10.004 de 1986, assinala que “lixo são resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição todos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente viáveis em face da melhor tecnologia disponível”.

Segundo BOND & STRAUB (1973 *apud* BARROS JÚNIOR, 2002) compreende-se por resíduo sólido “todo material sólido putrescível, combustível, não combustível, rejeitado pelas atividades industrial, comercial, agrícola e da comunidade; aí estão incluídos, porém, os materiais sólidos dissolvidos no esgoto doméstico ou em resíduos industriais aquosos”.

Conforme SALVATO (1982 *apud* BARROS JÚNIOR, 2002) denomina-se resíduo sólido “... qualquer rejeito, lixo, lodos de estações de tratamento de água ou equipamentos de controle de poluição, e outros materiais descartados, incluindo sólidos-líquidos, semi-sólidos, ou contendo gases resultantes de atividades industriais, comerciais, mineração, agrícola e da comunidade, mas não inclui sólidos ou materiais dissolvidos no esgoto doméstico ou sólidos dissolvidos em água de escoamento pela irrigação ou por descargas industriais”.

FOSTER *et al.* (1997) define resíduo sólido como qualquer substância indesejável que não tenha consistência suficiente para fluir por si mesma, não sendo utilizável em sua forma original ou para o processo que foi gerada.

Como o campo de estudo dos resíduos sólidos é muito amplo, o objetivo deste trabalho é, particularmente, a questão dos resíduos sólidos urbanos.

Resíduos sólidos urbanos é uma designação técnica equivalente a lixo, que segundo OLIVEIRA (1969) é todo e qualquer tipo de lixo produzido nas cidades, proveniente de atividades humanas, que são lançadas no ambiente. Os resíduos sólidos urbanos podem ter várias origens, e sua composição varia conforme as características da cidade, clima e estações do ano, hábitos e padrão de vida da população, eficiência dos serviços de limpeza pública, e da situação sócio-econômica da comunidade.

Quando dispostos inadequadamente, os resíduos sólidos urbanos constituem-se em problema de ordem estética e/ou ameaça à saúde pública. A falta de um sistema de limpeza urbana que compreenda a coleta, o transporte e a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, pode causar vários problemas sociais e ambientais (OLIVEIRA, 1974), tais como:

- a) Contaminação da população: os resíduos sólidos urbanos espalhados nos lotes vagos ou terrenos baldios, representam um grande potencial de contaminação, visto conterem bactérias e patógenos (microrganismos infectantes);
- b) Proliferação de vetores: os resíduos sólidos urbanos estocados ou dispostos inadequadamente tornam-se um excelente meio para o surgimento de seres, que podem transmitir várias doenças;
- c) Catação: a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos leva algumas pessoas a catá-los, sem nenhuma preocupação com a higiene e segurança, podendo resultar subempregos e má qualidade de vida a estas pessoas;
- d) Poluição do solo: os resíduos sólidos urbanos dispostos inadequadamente sobre o solo, acarretam várias alterações nas características do mesmo, tornando-se um poluidor potencial de aquíferos;

- e) Poluição das águas: o carreamento dos sólidos urbanos pelas águas das chuvas para os fundos dos vales, córregos, rios e ribeirões, provoca um grande impacto sobre as águas superficiais, poluindo-as, além de construir obstáculos mecânicos ao livre escoamento das mesmas;
- f) Poluição do ar: as partículas e odores emitidos para a atmosfera, podem produzir efeitos nocivos ao homem e ao ambiente.

2.1.2. Classificação dos resíduos sólidos urbanos

SCHALCH & LEITE (1995) classifica os resíduos sólidos urbanos pela sua origem e segundo o seu grau de biodegradabilidade.

Pela origem:

- a) Residencial: é chamado o lixo domiciliar, constituído de restos de alimentação, invólucros diversos, varreduras, folhagem, ciscos e outros;
- b) Comercial: é proveniente de diversos estabelecimentos comerciais, como escritórios, lojas, restaurantes, supermercados, quitandas e outros. É constituído principalmente de papéis, papelão, caixas, restos de lavagem, etc.;
- c) Industrial: proveniente de diferentes áreas da indústria, e, portanto, de constituição muito variada;
- d) Resíduos de serviços de saúde: é constituído por resíduos das mais diferentes áreas do estabelecimento: refeitório e cozinha, área de patogênicos, administração, limpeza e outros;
- e) Especial: lixo constituído de resíduo e materiais produzidos periodicamente como: folhagem de limpeza de jardins, restos de poda, animais mortos, entulhos;
- f) Feira, varrição e outros: proveniente de varrição regular de ruas, limpeza de feiras, constituindo-se de papéis, invólucros, restos de capinação, areia, ciscos e folhas.

Segundo o grau de biodegradabilidade dos resíduos:

- a) Facilmente degradáveis: putrescíveis, restos de alimentos, cascas de hortifrutigranjeiros;
- b) Moderadamente degradáveis: papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- c) Dificilmente degradáveis: trapo, couro, borracha e madeiras;
- d) Não degradáveis: vidro, metal, plástico, pedras, terra e outros.

CONSONI *et al.* (2000) citam as seguintes maneiras de classificar os resíduos sólidos urbanos:

- a) Pela sua natureza física: seco e molhado;
- b) Por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica;
- c) Pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos e inertes (NBR – 10004);
- d) Pela origem:
 - i) Domiciliar: além dos resíduos citados por SCHALCH & LEITE (1995), inclui produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis, e uma grande diversidade de outros materiais. Contém ainda resíduos que podem ser tóxicos;
 - j) Comercial: inclui ainda, forte componente de papel, plásticos, embalagens diversas e resíduos de asseio dos funcionários, tais como papéis toalha, papel higiênico, etc.;
 - k) Público: é o que SCHALCH & LEITE (1995) trata por feira, varrição e outros;

- l) Serviços de saúde e hospitalar: constituem os resíduos sépticos, ou seja, que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos. São produzidos em serviços de saúde, tais como: hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde, etc. São agulhas, seringas, algodões, órgão e tecidos removidos, meios de cultura e animais usados em testes, sangue coagulado, luvas descartáveis com prazo de validade vencido, instrumento de resina sintética, filmes fotográficos de raios X, etc. Resíduos assépticos destes locais, segundo estes especialistas, constituídos por papéis, restos da preparação de alimentos, resíduos de limpeza gerais (pós, cinzas, etc.) e outros materiais que não entram em contato direto com pacientes ou com os resíduos sépticos anteriormente descritos, são considerados como domiciliares;
- m) Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: constituem os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, trazidos aos portos, terminais rodoviários e aeroportos. Basicamente, originam-se de material de higiene, asseio pessoal e restos de alimentação que podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados e países;
- n) Industrial: o lixo industrial é bastante variado podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeiras, fibras, borracha, metal, escórias, vidros, cerâmicas, etc. Nesta categoria, está incluída a grande maioria do lixo considerado tóxico;
- o) Agrícola: resíduos sólidos das atividades agrícola e pecuária: como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheitas, etc. Expõem também, que em várias regiões do mundo, estes resíduos são uma grande preocupação, principalmente as grandes quantidades de esterco animal nas fazendas de pecuária intensiva. Também as embalagens de agroquímicos, em geral altamente tóxicos, têm sido motivo de legislação específica, definindo os cuidados na sua destinação final, em alguns casos co-responsabilizando a própria indústria fabricante;

- p) Entulhos: são resíduos da construção civil, originados em demolições e restos de obras, solos de escavações, etc. Geralmente é um material inerte, passível de reaproveitamento.

Segundo a ABNT (1986) os resíduos classificam-se de acordo com a NBR 10004 em:

- a) Resíduos classe I (perigosos): são aqueles que apresentam uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para o aumento da mortalidade, ou apresentam efeitos adversos ao ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada. A ABNT quando caracteriza a patogenicidade faz a seguinte observação: não se incluem neste item os resíduos sólidos domiciliares e aqueles gerados nas estações de tratamento de esgotos domésticos.
- b) Resíduos classe II (não inertes): são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – perigosos ou resíduos classe III – inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II – não inertes podem ter propriedades, tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
- c) Resíduos classe III (inertes): quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a NBR 10007 – Amostragem de resíduos, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilidade, segundo a NBR 10006, solubilização de resíduos, não tiverem nenhum dos seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo desses materiais pode se citar rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

2.2. A Geração de Resíduos Sólidos e o Desperdício

A geração de resíduos sólidos é considerada um dos mais graves problemas da sociedade contemporânea, considerando-se que a velocidade desse processo é muitas vezes superior à

velocidade do processo de degradação e assimilação pelo ambiente (BARROS JÚNIOR, 2002).

O problema do volume de resíduos sólidos está ligado à produção industrial de bens de consumo e intimamente ligado ao crescimento populacional e, em todos os países, os problemas decorrentes são semelhantes (BARROS JÚNIOR, 2002).

Segundo PAULELLA & SCAPIM (1996), “tanto nos países industrializados como nos países em desenvolvimento, aumenta ano após ano a quantidade de resíduos e de produtos que se tornam lixo, e apenas o Japão e a Alemanha têm diminuído a quantidade de lixo por habitante”.

BROLLO & SILVA (2001) citam que o primeiro lugar na geração per capita de resíduos sólidos no mundo é os Estados Unidos e historicamente a geração de resíduos sólidos urbanos tem apresentado um crescimento constante.

JARDIM *et al* (1995), citam que o aumento da população mundial implica no aumento do uso das reservas do planeta, da reserva de produção de bens e também da geração de lixo, e questionam o fato através do crescimento populacional, analisam que, no início da Era Cristã havia cerca de 200 milhões de pessoas no mundo. Em 1750 a população girava em torno de 1 bilhão de habitantes, número que praticamente se manteve até o final do século XX. Porém, uma série de fatores, entre os quais o avanço da medicina e da tecnologia na agricultura, criaram, a partir de então, condições para um crescimento extraordinário da população, alcançando 6 bilhões de habitantes na atualidade. A perspectiva de crescimento, para os próximos 30 anos, apesar das guerras e epidemias, é de um aumento de 3 bilhões de habitantes.

O Brasil alcança o século XXI com uma população estimada em 182 milhões de habitantes e com uma taxa de crescimento em torno de 1,4 por cento ao ano proporcionando o País a atingir o valor de 211 milhões em 2020. Diante dessas estimativas faz-se necessário pensar sobre a questão dos resíduos sólidos em nosso território (IBGE, 2000).

Para uma superpopulação, um superconsumo. Para um superconsumo, a utilização de produtos descartáveis é inevitável, o que também aumenta a utilização dos recursos naturais. (BENNET (1992) *apud* FARIAS & FONTES, 2003).

Desperdício “é o gasto inútil de bens ou parte deles, que não são aproveitados, num esbanjamento que direta ou indiretamente acarretam perdas, do que resultam prejuízos para a coletividade e o indivíduo” (FERREIRA, 1986).

Os desperdícios podem ser classificados como: inevitáveis, evitáveis, de compensação, de proteção e recuperáveis. Para as finalidades deste estudo, interessa esta última definição.

Os desperdícios recuperáveis são aqueles provenientes do convívio humano, mas que podem ser recuperados ou reaproveitados, como os esgotos e o lixo, por exemplo (BALLARIA, 1985).

O aumento do volume de lixo sem tratamento no Brasil e a elevação de seu teor tóxico estão se transformando numa bomba relógio, que vai explodir mais cedo ou mais tarde (BARROS JÚNIOR, 2002). Em face à gravidade do problema, os resíduos sólidos não recebem a atenção que merecem por parte das autoridades e ainda não despertam a consciência ambiental da população de um modo geral.

2.3. Fatores que Interferem na Origem e Formação de Resíduos Sólidos Urbanos

A quantidade e composição dos resíduos sólidos estão ligadas às atividades diárias do homem, e dependem de alguns fatores mostrados a seguir, que ANGELIS NETO (1999), considera as mais importantes e influentes:

- a) Nível de renda familiar: a quantidade per capita de resíduos sólidos produzidos aumenta em proporção à renda familiar, já que maior renda propicia maior consumo e, conseqüentemente, mais desperdícios por sobras ou obsolescência e maior ocorrência de embalagens. Na composição dos resíduos das classes de mais alta renda observa-se maior quantidade de papéis, embalagens de plástico e papelão, recipientes de vidro e metal, e menor quantidade relativa de matéria orgânica.
- b) Industrialização de alimentos: o crescente desenvolvimento da industrialização dos alimentos também tem influenciado na tendência para a maior quantidade de embalagens, já que os alimentos vêm limpos e preparados para o consumo.

- c) Hábitos da população: a aquisição de alimentos em feiras livres, por exemplo, aumenta a quantidade de matéria orgânica no lixo, devido aos restos decorrentes da preparação de alimentos do tipo que é predominantemente vendido em feiras. Já a tendência moderna para a aquisição de bebidas em embalagens sem retorno (leite e derivados, refrigerantes, sucos e bebidas alcoólicas) tem aumentado a quantidade de plásticos, latas e embalagens tetrapack no lixo.
- d) Fatores sazonais: é conhecida a tendência de aumento da produção de resíduos domiciliares no período de fim de ano, em virtude também de ser esta a ocasião em que há maior consumo. Os resíduos produzidos nesta época refletem as compras de presentes natalinos, maior consumo de bebidas e alimentos, entre outros.

Para ANGELIS NETO (1999) a gestão dos resíduos sólidos urbanos, de competência municipal, deve afastar os resíduos da população e dar um destino ambiental e sanitariamente adequado. No entanto, essa tarefa não é fácil, sendo dificultada por problemas tais como:

- a) Inexistência de uma política brasileira de limpeza pública;
- b) Limitações financeiras – orçamentos inadequados, fluxo de caixa desequilibrado, tarifas desatualizadas, arrecadação insuficiente e inexistência de linhas de crédito;
- c) Falta de capacitação técnica e profissional – do gari ao engenheiro chefe;
- d) Descontinuidades política e administrativa;
- e) Falta de controle ambiental, entre outros.

Estes problemas são consequência de fatores culturais e operacionais bastante presentes no cotidiano da administração pública. Isso resulta em degradação ambiental, deslizamentos, enchentes, desenvolvimento de transmissores de enfermidades, poluição das águas superficial e subterrânea, do solo e do ar; enfim, toda sorte de impactos ambientais (BARROS JÚNIOR, 2002).

2.4. Aspectos Epidemiológicos dos Resíduos Sólidos Urbanos

Os resíduos sólidos urbanos são um dos mais graves problemas ambientais do país, sendo, no entanto, a área que mais sofre com a falta de prioridade no setor de saneamento. Para PEREIRA NETO (1994 *apud* RIBEIRO *et al.*, 2006), o conjunto básico das ações preventivas da saúde está no saneamento básico, sem saneamento básico do meio não há desenvolvimento pleno, e acrescenta que caso contrário todos os esforços da medicina curativa ao homem serão inúteis se este continuar a viver em um ambiente contaminado.

Os resíduos sólidos domiciliares são considerados um dos maiores determinantes da estrutura epidemiológica da comunidade. A sua relação com a saúde da população se dá através do contato direto com os resíduos, ou indireto através de certos vetores transmissores de doenças ou ainda através do solo, água e alimentos contaminados (VIANA, 2002).

O lixo é um componente importante do perfil epidemiológico de uma comunidade, exercendo influência, ao lado de outros fatores, sobre a incidência das doenças. Do ponto de vista sanitário, não se pode afirmar que o lixo é causa direta de doenças. No entanto, está comprovado o seu papel na transmissão de doenças provocadas por macro e microrganismos que vivem ou são atraídos pelo lixo. Estes organismos encontram abrigo e alimento nos resíduos de natureza biológica, como fezes ou restos de origem vegetal, e podem ser agentes responsáveis por enfermidades transmitidas ao homem e a outros animais (AMBIENTE BRASIL, 2006).

Os resíduos passam a constituir um problema sanitário de importância quando não recebem os devidos cuidados, podendo servir como foco de transmissão de várias doenças para o homem, ocorrendo por via direta ou indireta (AMBIENTE BRASIL, 2006):

- a) Direta: Ocorre através de microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, protozoários, vermes) que, alcançando os resíduos podem sobreviver ali por algum tempo. Em geral, atinge as pessoas que manipulam esses resíduos, podendo ocorrer a incidência de doenças epidérmicas, intestinais ou respiratórias;
- b) Indireta: Alcança uma população maior e pode ocorrer através de um dos seguintes mecanismos:

- i) Agentes físicos – é o caso do lixo acumulado às margens de curso d'água ou de canais de drenagem e em encostas, provocando o seu assoreamento e deslizamentos;
- j) Agentes químicos – a poluição atmosférica causada pela queima de lixo a céu aberto, a poluição do solo e a contaminação de lençóis d'água por substâncias químicas presentes na massa de resíduos;
- k) Agentes biológicos – o lixo mal acondicionado ou depositado em local inadequado constitui um foco de proliferação de vetores transmissores de doenças. Um dos grandes problemas é a proliferação de insetos e roedores, transmissores de doenças, os quais encontram nos resíduos as condições adequadas de abrigo, alimentação e reprodução.

A Tabela 1 mostra o tempo de sobrevivência de microrganismos presentes nos resíduos sólidos com a respectiva doença que transmitem. E a Tabela 2 mostra as enfermidades relacionadas com os resíduos sólidos, transmitidas por macro vetores e reservatórios.

2.5. Desenvolvimento Sustentável

A maneira como os seres humanos afetam o ambiente depende do número de pessoas existentes no planeta e de como estas pessoas usam os recursos naturais. É preciso reconhecer que o ambiente impõe limites absolutos a certas atividades humanas. A vida não é possível sem ar puro para respirar, água suficiente para beber, uma atmosfera protetora e solos e clima que permitam colher comida suficiente (NITTA, 2000).

O conceito de desenvolvimento sustentável foi construído no início da década de 70, a partir de uma contradição entre o progresso sem limites e o discurso de alerta dos movimentos ambientalistas. A partir daí, começou-se a trabalhar com a idéia de um modelo de desenvolvimento que atendesse às necessidades do presente sem comprometer a qualidade de vida das gerações futuras. Na sua raiz, desenvolvimento sustentável quer dizer desenvolvimento que pode continuar com sucesso no futuro (NITTA, 2000). O dicionário Aurélio define sustentável como "capaz de se sustentar"; e sustentar como "segurar, suportar, apoiar (...) conservar, manter (...), alimentar física ou moralmente".

Tabela 1: Tempo de Sobrevivência (em Dias) de Microrganismos Patogênicos nos Resíduos Sólidos

Microrganismos	Doenças	R.S. (dias)
Bactérias	–	–
Salmonella typhi	Febre tifóide	29 – 70
Salmonella Paratyphi F	. Paratifóide	29 – 70
Salmonella sp	Salmoneloses	29 – 70
Shigella	Disenteria bacilar	02 – 07
Coliformes fecais	Gastroenterites	35
Leptospira	Leptospirose	15 – 43
Mycobacterium tuberculosis	Tuberculose	150 – 180
Vibrio cholerae	Cólera	1 – 13*
Vírus	–	–
Enterovirus	Poliomielite (Poliovirus)	20 – 70
Helmintos	–	–
Ascaris lumbricoides	Ascaridíase	2.000 – 2.500
Trichuris trichiura	Trichiuríase	1800**
Larvas de ancilóstomos	Ancilostomose	35**
Outras larvas de vermes	–	25 – 40
Protozoários	–	–
Entamoeba histolytica	Amebíase	08 – 12

*FELSENFELD, (1965) em alimentos. **REY, (1976) em laboratório

Fonte: Adaptado de LIMA (1995).

Tabela 2: Enfermidades Relacionadas com os Resíduos Sólidos, Transmitidas por Macro Vetores e Reservatórios.

Vetores	Forma de transmissão	Enfermidades
Rato e Pulga	Mordida, urina, fezes e picada	Leptospirose Peste bubônica Tifo murino
Mosca	Asas, patas, corpo, fezes e saliva	Febre tifóide Cólera Amebíase Disenteria Giardíase Ascaridíase
Mosquito	Picada	Malária Febre amarela Dengue Leishmaniose
Barata	Asas, patas, corpo e fezes	Febre tifóide Cólera Giardíase
Gado e Porco	Ingestão de carne contaminada	Teníase Cisticercose
Cão e Gato	Urina e fezes	Toxoplasmose

Fonte: Adaptado de BARROS JÚNIOR, 2002.

Depois de mais de uma década de discussões sobre os problemas ambientais associados ao crescimento econômico, em 1983 as Nações Unidas instituíram a Comissão do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMD) para realizar um exame em profundidade da questão e sugerir estratégias para a implementação do desenvolvimento sustentável antes do início do próximo século. Tratava-se de procurar formas de compatibilizar o crescimento com a

preservação ambiental, corrigindo, ao mesmo tempo, os atuais padrões distributivos distorcidos. Nas palavras do *Our common future* – o relatório da Comissão (*World Commission on Environment and Development*, 1987):

“Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que garante o atendimento das necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender suas necessidades. Engloba dois conceitos-chave: • o conceito de necessidades, em particular as necessidades básicas dos pobres de todo o mundo, aos quais se deve dar absoluta prioridade; e • o conceito de limitações, impostas pelo estado da tecnologia e pela organização social, à capacidade do meio ambiente de assegurar que sejam atendidas as necessidades presentes e futuras”.

Dando uma feição mais capitalista à expressão desenvolvimento sustentável, KINLAW (1997), prefere chamar *desempenho sustentável* à atuação das empresas que estão em sintonia com as modernas preocupações do equacionamento das questões ligadas à produção de bens e serviços com a preservação da qualidade de vida no nosso planeta. Registra que no mundo inteiro as empresas estão cada vez mais responsáveis pelos seus efeitos ambientais, isto é, "estão se tornando verdes", e lembra a "receita" de Maurice Strong, Secretário-Geral da Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: "As empresas eficientes estão na dianteira do movimento rumo ao desenvolvimento sustentável. As organizações que estão na liderança de uma nova geração de oportunidades criada pela transição rumo ao desenvolvimento sustentável serão as mais bem-sucedidas em termos de lucro e interesses de seus acionistas. As organizações defensivas, que continuam enfrentando as batalhas de ontem, ficarão à margem e serão tragadas pela contramaré da onda do futuro".

O LEAD (*Leadership for Environment And Development Program*) é um programa internacional de lideranças em meio ambiente e desenvolvimento sustentável, que proporciona atividades de treinamento para seus associados, pertencentes a diversas áreas do conhecimento e camadas da sociedade. Ele entende que desenvolvimento sustentável é o conjunto de medidas capazes de dar sustentabilidade à vida. É uma maneira racional de utilizar os recursos naturais sem que haja degradação. A premissa é de agregar o desenvolvimento econômico ao social, respeitando-se os recursos de tecnologia apropriados a cada região. Dessa forma, garante-se o processo desenvolvimentista (Revista Clínica Veterinária, 1997).

O desenvolvimento sustentável foi visto como um processo de mudança no qual a exploração de recursos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e das mudanças institucionais são tornadas consistentes, tanto com as necessidades do presente como com as do futuro.

O desenvolvimento sustentável envolve muito mais coisas além da proteção ambiental. Ele busca a reconciliação entre as pressões aparentemente conflitantes do desenvolvimento econômico, da proteção ambiental e da justiça social (NITTA, 2000).

Viver de forma sustentável é aceitar o dever de buscar a harmonia com as outras pessoas e com a natureza. A humanidade não pode tirar mais da natureza do que a ela pode repor. Ou seja, é preciso adotar estilos de vida e caminhos de desenvolvimento que respeitem os limites naturais (NITTA, 2000).

2.6. Agenda 21

Na Agenda 21 (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 1992), documento elaborado por 178 países no Rio-92, a questão dos resíduos sólidos recebeu atenção especial pela importância que a produção crescente de detritos dessa natureza vem assumindo. O capítulo 21, seção II – “Buscando Soluções para o Problema do Lixo Sólido”, é integralmente dedicado ao problema, e são apontadas quatro áreas-programas, como propostas para a administração e gestão dos resíduos sólidos:

- a) Redução do lixo – será necessário que os países estabeleçam objetivos para reduzir o lixo de forma a influenciar padrões de produção e consumo. As nações industrializadas devem determinar metas que mantenham a produção per capita de lixo nos níveis que prevalecerem no ano 2000. Devem ainda considerar a possibilidade de investir em programas de redução do lixo equivalente a um por cento (1%) de seus gastos anuais com disposição de lixo sólido e esgotos (6,5 bilhões de dólares nos níveis atuais). São necessárias mais pesquisas sobre tecnologias limpas e sobre novos métodos para partilhar internacionalmente informações e incentivos para redução do lixo. Deve ser desenvolvida a capacidade de monitorar e compreender o ciclo de produção e disposição de lixo sólido.

- b) Uso repetido e reciclagem – estas soluções tornam-se economicamente mais atraentes à medida que os vazadouros são fechados ou têm a capacidade esgotada. Os custos da disposição devem dobrar ou triplicar até o fim da década. Programas nacionais para a reciclagem e o uso repetido deveriam estar em vigor no ano de 2000 nos países industrializados e no ano de 2010 nas nações em desenvolvimento. Os programas de reciclagem devem ser ampliados. São necessários incentivos econômicos, mercadológicos e legais para apoiar a reciclagem e o uso repetido. Devem ser consideradas prioritárias para transferência as tecnologias de reciclagem de plástico, borracha e papel. Devem ser estabelecidos programas baseados nas comunidades e moradias individuais, incluindo a coleta separada de lixo familiar reciclável. A disposição ambientalmente saudável do lixo, particularmente de esgotos, bem como a sedimentação de esgotos, são necessárias para proteger tanto a saúde humana como o meio ambiente. Estima-se que seriam necessários 850 milhões de dólares por ano, no período de 1993 a 2000, em concessões para os programas de reciclagem e uso repetido nos países em desenvolvimento.
- c) Tratamento e disposição ambientalmente saudáveis – padrões internacionais para tratamento e disposição de lixo de forma sustentável devem ser determinados. Devem também ser desenvolvidas alternativas para o lançamento de sedimentos de esgotos no mar. É preciso que seja aperfeiçoada a capacidade de monitorar a disposição de lixo, incentivando o intercâmbio de informações através de centros internacionais. Todos os países deveriam fixar critérios de tratamento e disposição de lixo e desenvolver a capacidade de monitorar o impacto ambiental de resíduos sólidos até o ano 2000. Até 1995, as nações industrializadas deveriam assegurar que pelo menos metade de todo o esgoto, águas servidas e resíduos sólidos sejam dispostos de acordo com as diretrizes nacionais ou internacionais. Para os países em desenvolvimento, fixa-se a ano de 2005 como prazo final para dispor todos os tipos de lixo de acordo com diretrizes internacionais de qualidade. Os programas de disposição, dentro dos padrões de segurança nos países em desenvolvimento, custarão aproximadamente 15 bilhões de dólares por ano, incluindo 3,4 bilhões de dólares em subvenções ou financiamentos em termos de concessões.
- d) Ampliação dos serviços de lixo – essa ampliação exigirá planejamento nacional, cooperação internacional e financiamento. Os programas das Nações Unidas podem

fornecer a estrutura para isso. Bilhões de pessoas são atendidas por serviços sanitários básicos. Precisa ser ampliada a cobertura dos serviços de lixo. Essas necessidades têm de ser incluídas nos planos de desenvolvimento. Até o ano de 2025, serviços de lixo devem estar disponíveis em todas as áreas urbanas e os serviços sanitários devem ser estendidos às áreas rurais. O custo anual estimado será de 7,5 bilhões de dólares, incluindo 2,6 bilhões de dólares em subvenções internacionais ou financiamentos em termos de concessão.

KRANZ (1995) explica que: população, consumo e tecnologia são as principais forças que regem a mudança ambiental. A Agenda 21 descreve o que precisa ser feito para reduzir o desperdício e mudar os padrões de consumo. Oferece políticas e programas para que se alcance um equilíbrio sustentável entre consumo, população e a capacidade da Terra de suportar a vida.

A Agenda 21 é, portanto, não somente uma agenda ambiental, é uma agenda para o desenvolvimento sustentável, que prevê ações concretas a serem implementadas pelos Governos e sociedade civil, em todos os níveis (federal, estadual e municipal).

2.7. Agenda 21 Local

A idéia de uma estratégia de Agenda 21 Local é realizar um documento que estabeleça a visão de uma comunidade local para um futuro desejável, ambiental e socialmente sustentável, e as ações que devem ser empreendidas para se chegar a ele -, vem do capítulo 28 da Agenda 21: "Até 1996 a maioria das autoridades locais de cada país devem ter empreendido um processo de consulta com suas populações e alcançado o consenso sobre "uma Agenda 21 local" para a comunidade" (Agenda 21, 1992).

A Agenda 21 Local é um processo de criação de políticas para o desenvolvimento sustentável e de construção de parcerias entre autoridades locais e outros setores para implementá-las. Assim, pode ajudar governos locais e comunidades a desenvolverem meios apropriados para se encaminhar ao futuro desejado. Um de seus objetivos é criar metodologias de implementação de políticas públicas que produzam planos de ação local visando o desenvolvimento sustentável. A sua base é a criação de sistemas de gerenciamento que levem o futuro em consideração (NITTA, 2000).

É um processo contínuo e não um único acontecimento, documento ou atividade. Não existe uma "lista" de coisas a serem feitas, mas uma metodologia que envolve uma série de atividades, ferramentas e abordagens que podem ser escolhidas pelas autoridades locais e seus parceiros, de acordo com as circunstâncias e prioridades locais. Grande parte do que é proposto, aliás, é o que os bons governos locais já vêm fazendo há algum tempo.

Com a realização de uma Agenda 21 Local pode-se obter estratégia local para o desenvolvimento sustentável, resumo das ameaças e questões, declaração de visão, plano de ação com tarefas e metas para cada setor e disposições para o acompanhamento e monitoramento do progresso. Entretanto, dos 5.506 municípios brasileiros, menos de 1% deles elaborou a Agenda 21 Local (NITTA, 2000).

2.8. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Segundo LEITE (1997), o conceito de gestão de resíduos sólidos abrange atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumento e meios. Uma vez definido um modelo de gestão de resíduos sólidos, deve-se criar uma estrutura para o gerenciamento dos resíduos.

Segundo TCHOBANOGLIOUS *et al.* (1993 *apud* BARROS JÚNIOR, 2002), gerenciamento de resíduos sólidos pode ser definido como a disciplina associada ao controle da geração, estocagem, coleta, transferência, transporte, processamento e disposição dos resíduos sólidos, de acordo com princípios de saúde pública, econômicos, de engenharia, de conservação, estéticos, e de proteção ao ambiente, sendo também responsável pelas atitudes públicas.

Para JARDIM *et al.* (1995), gerenciar os resíduos de forma integrada é articular ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, que uma administração municipal desenvolve, baseado em critérios sanitários, ambientais e econômicos para coletar, tratar e dispor o lixo de uma cidade.

Para LIMA (2001) o termo gerenciamento de resíduos sólidos refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho: qualidade e produtividade, por exemplo, e

relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos.

2.9. Modelos de Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos

As características mais importantes do planejamento do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos conforme JARDIM *et al.* (1995) são:

- a) Taxa de geração por habitante (Kg/dia/hab): quantidade de lixo gerada por habitante num período de tempo especificado; refere-se aos volumes afetivamente coletados e à população atendida;
- b) Composição física: apresenta as porcentagens das várias frações do lixo; é calculada para as diversas fases do gerenciamento do lixo;
- c) Densidade aparente: relação entre a massa e o volume do lixo; é calculada para as diversas fases do gerenciamento do lixo;
- d) Umidade: quantidade de água contida na massa de lixo;
- e) Teor de materiais combustíveis e incombustíveis: quantidade de materiais que prestam à incineração;
- f) Poder calorífico: é a quantidade de calor gerada pela combustão de 1Kg de lixo misto, e não somente dos materiais facilmente combustíveis;
- g) Composição química: normalmente são analisados N, P, K, S, C, relação C/N, pH e sólidos voláteis.
- h) Teor de matéria orgânica: quantidade de matéria orgânica contida no lixo; inclui matéria orgânica não-putrescível (papel, papelão etc.) e putrescível (verduras, alimentos etc.).

JARDIM *et al.* (1995), propõem para os municípios brasileiros, um sistema baseado nos serviços de limpeza pública, contemplando todos os resíduos urbanos:

Serviços de limpeza pública:

- a) Acondicionamento;
- b) Coleta e transporte do lixo domiciliar;
- c) Coleta e transporte do lixo dos serviços de saúde e hospitalar;
- d) Outros serviços de limpeza: varrição, capinação, limpeza de praias, limpeza de bocas de lobo, galerias e córregos, remoção de animais mortos, pintura de meio-fio, limpeza de feiras livres, coleta de resíduos volumosos e entulhos.

Na segunda fase – serviços de limpeza – é realizado um estudo sobre a coleta dos resíduos, e propõe-se o dimensionamento da frota, itinerário e total de lixo gerado, assim como a avaliação periódica do desempenho.

A terceira fase – disposição final – inclui os problemas com relação à vida útil, localização, legislação, pressão política da comunidade etc., que devem ser avaliadas, buscando soluções compatíveis com a realidade. Propõe-se ações mitigadoras para encerramento, remediação e novas áreas de aterro sanitário.

A quarta fase – tratamento – vincula soluções como coleta seletiva, usina de triagem dos materiais, unidades de compostagem para a matéria orgânica, usina de incineração e aterro sanitário para os materiais sem escoamento, os rejeitos da usina de triagem, bem como as cinzas de incineração.

Na fase independente – lixo de serviços de saúde e hospitalar – este tipo de resíduo é considerado de responsabilidade da fonte geradora, mas sugere-se incineração e o aterro sanitário como alternativas para o seu tratamento. O tratamento por incineração é um processo de combustão controlada a temperaturas entre 800 e 1000°C. Do ponto de vista sanitário, esta tecnologia é interessante, pois assegura a eliminação dos microrganismos patogênicos e

demanda um espaço físico pequeno para as instalações. Entretanto, devem ser analisados alguns aspectos econômicos e ambientais, tais como: investimentos, flexibilidade de adaptação de quantidade a tratar, presença de resíduos perigosos (halogênios, metais pesados, etc.) e lançamento de compostos perigosos na atmosfera (dioxina, furanos, etc.).

Segundo TCHOBANOGLIOUS *et al.* (1993 *apud* BARROS JÚNIOR, 2002), o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos é função de sua composição e das proporções de cada componente, da expansão das áreas urbanas, da limitação dos recursos para os serviços públicos em muitas cidades, dos impactos da tecnologia, e das limitações de energia e matéria-prima.

Os autores propõem um sistema a partir de um conjunto de atividades associadas com o gerenciamento de resíduos sólidos, desde o ponto onde é gerado até a destinação final, baseado em 6 elementos funcionais:

1 – Geração de resíduos:

Os autores explicam que na geração resíduos sólidos é importante a identificação de cada um de seus componentes e que futuramente haverá um controle maior que o existente hoje. Nos Estados Unidos da América, em alguns dos seus estados, existem leis que controlam e punem o desvio dos resíduos; reforçam que é necessário implantar um sistema de controle e monitoramento, nos quais a redução dos resíduos na fonte deva ser parâmetro para avaliação do sistema.

2 – Manejo, separação, armazenamento e processamento na fonte:

Os autores consideram o manejo dos resíduos desde a coleta até o seu acondicionamento em recipientes; a separação no local de geração assume um papel importante no armazenamento dos resíduos na fonte. Estes materiais recicláveis são recuperados e vendidos para as indústrias de reciclagem. O local de depósitos é algo importante a ser considerado, sob a ótica da saúde pública e estética, pois depósitos com mau aspecto e inadequados, como valas abertas são indesejáveis, sendo frequentemente vistos em áreas residenciais e comerciais. O processamento na fonte envolve a compactação e compostagem dos restos de limpeza do jardim.

3 – Coleta:

Os autores explicam que dentro das ações da limpeza pública, a coleta é considerada a ação principal, pois o que realmente promove a alteração da paisagem das ruas é quando ocorre a remoção dos resíduos. O que parece uma ação simples de recolhimento, envolve fatores e ações que devem ser abordados com critério técnico e muita responsabilidade, pois as conseqüências de um bom sistema de coleta são economia e satisfação do público atendido.

4 – Separação e processamento, e transformação de resíduos:

A separação e processamento dos resíduos separados na fonte normalmente acontecem nas indústrias de reciclagem, nas estações de transferência, incineradores e nos locais de disposição final. O processamento normalmente inclui a separação de itens de grande tamanho, por meio de peneiras, separação manual de componentes, redução do tamanho por seccionamento, separação de metais ferrosos utilizando magnetos, redução de volume por combustão ou compactação.

Os processos de separação são usados para reduzir o volume e peso dos resíduos para disposição final e para recuperá-los ou transformá-los em energia.

5 – Transferência e transporte:

O elemento funcional de transferência e transporte envolve duas operações: (a) a transferência dos resíduos dos veículos menores para equipamentos maiores e (b) o subsequente transporte dos resíduos por grandes distâncias para processamento ou disposição final, comumente utilizando não só veículos motorizados, mas também vagões e barcas.

6 – Disposição final:

A disposição de resíduos sólidos deve ocorrer em aterros ambientalmente adequados, os quais não são meros depósitos, pois necessitam obedecer a técnica de engenharia.

Quando todos os elementos funcionais, contemplados no gerenciamento dos resíduos, são avaliados para uso, e todas as interfaces e conexões entre os elementos são conferidas, para

serem eficazes e econômicos, a comunidade desenvolve um sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.

O modelo proposto por LIMA (2001) propõe um sistema em duas fases:

Primeira – Modelo de gestão de resíduos sólidos: definir, para cada município, um modelo envolvendo os seus arranjos institucionais, os seus instrumentos legais e seus mecanismos de sustentabilidade, de forma a dar todo o suporte legal, institucional e de sustentabilidade ao sistema; sugere a organização de uma área específica de resíduos sólidos, através da prestação de serviços de limpeza urbana pelo município à população. Essa ação é extremamente necessária para uma prestação de serviços com eficiência e qualidade à comunidade, evitando danos ambientais e de saúde a esta população.

Segunda – Modelo de gerenciamento dos resíduos sólidos: criar uma estrutura bem definida de gerenciamento de resíduos de forma integrada, articulando ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve, apoiada em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor o lixo de uma cidade, ou seja, acompanhar de forma criteriosa todo o ciclo de resíduos, da geração à disposição final, empregando as técnicas e tecnologias mais compatíveis com a realidade local.

2.10. Evolução dos Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos

Segundo BROLLO & SILVA (2001) o rumo tomado pela política de gestão de resíduos nos países desenvolvidos permite identificar três fases, marcadas por objetivos distintos:

1ª fase. Prevaleceu até o início da década de 70 e caracterizou-se por priorizar apenas a disposição dos resíduos. Concentrada no final da cadeia produtiva, essa ação não considerava qualquer iniciativa que levasse à redução dos resíduos em outras etapas da cadeia produtiva. Como consequência houve o crescimento acelerado do volume final de resíduos dispostos, proporcionalmente à expansão da produção e do consumo, bem como a eliminação, durante a década dos anos 60 e início da seguinte, na maioria dos países da Europa Ocidental, dos últimos lixões a céu aberto. A maior parte dos resíduos passou a ser encaminhado para aterros sanitários e incineradores. Em 1975, os países da OCDE (Organização para a Cooperação e

Desenvolvimento Econômico) na Europa, publicaram como metas prioritárias para a gestão de resíduos sólidos: a prevenção através da redução do volume; a reciclagem dos resíduos; a incineração com aproveitamento de energia resultante; disposição final dos resíduos em aterros sanitários controlados.

2ª fase. A recuperação e reciclagem dos componentes dos resíduos passaram a ser considerados metas prioritárias na política de gestão. Estabeleceram-se novas relações entre consumidores finais e produtores, e entre distribuidores e consumidores, para garantir ao menos o reaproveitamento de parte dos resíduos. A reciclagem, feita em diferentes etapas da cadeia produtiva, levou ao crescimento mais lento do consumo de recursos naturais e do volume de resíduos a serem dispostos, graças ao reaproveitamento de parte dos resíduos que durante a 1ª fase estaria destinado aos aterros sanitários e incineradores. As vantagens atribuídas ao reaproveitamento dos materiais (menor consumo de energia; redução da quantidade de resíduos) deveriam ser relativizado, já que o processo de reciclagem demanda quantidades consideráveis de matéria-prima e energia, além de também produzir resíduos. Aumentaram as críticas à falta de uma política específica para tratamento de resíduos tóxicos e à expansão das exportações desses resíduos para disposição final em países em desenvolvimento.

3ª fase. O final da década de 80 marca o estabelecimento de novas prioridades em relação à gestão de resíduos sólidos, especialmente nos países desenvolvidos. A atenção passa a concentrar-se na redução do volume de resíduos desde o início das operações do processo produtivo e em todas as etapas da cadeia produtiva. Assim, antes de diminuir a produção de determinados bens, passa a ser prioritário impedir que sejam gerados. Ao contrário de buscar a reciclagem, propõem-se a reutilização. Antes de depositar os materiais em aterros sanitários, deve-se reaproveitar a energia presente nos resíduos, por meio de incineradores. Outra mudança refere-se às alterações nas operações do processo de produção, tendo em vista o objetivo de utilizar a menor quantidade necessária de energia e matérias-primas, e de gerar a menor quantidade possível de resíduos.

2.11. Tendências de Gestão dos Resíduos Sólidos

Atualmente, a tendência dos países desenvolvidos direciona-se para uma gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos. Observa-se como diretrizes prioritárias de políticas de gestão de

resíduos: evitar ou, nos casos em que não for possível, diminuir a produção de resíduos; reutilizar ou, quando não for possível, reciclar resíduos; utilizar a energia contida nos resíduos; tornar inertes os resíduos, antes da disposição final (BARROS JÚNIOR, 2002).

Na Europa, por exemplo, responsabiliza-se o poluidor pelos custos da poluição, prevalecendo o princípio do “poluidor-pagador”, o que parece muito justo, levando-se em conta que não se pode taxar igualmente o pequeno e o grande gerador de resíduos, este último normalmente oriundo dos setores comercial e industrial. Já nos EUA, observa-se que a prevenção tem-se mostrado um instrumento muito importante na redução dos resíduos que necessitarão de uma destinação final. Sendo um país com fortes tendências ao consumismo, os programas de educação ambiental cada vez mais abrangentes permitem trilhar um caminho possivelmente mais seguro em direção às soluções da atual problemática da geração e destinação dos resíduos sólidos. O Japão, por sua vez, alia a reciclagem, que atinge índices de até 50%, e a incineração dos resíduos últimos. Além disso, existe a preocupação constante em investir no estímulo à coleta seletiva, à redução de embalagens e materiais descartáveis, à educação ambiental e à produção de bens que ao longo do seu ciclo de vida não sejam danosos ao ambiente (BROLLO & SILVA, 2001).

Quanto ao Brasil, os autores relatam que é patente que existem inúmeras legislações e políticas já implantadas que tratam de alguma forma os problemas ambientais decorrentes dos resíduos sólidos. Apesar disso, é marcante a ausência de políticas públicas nacionais voltadas para os resíduos. São conhecidas muitas experiências positivas, grande parte pontuais, sem uma integração entre planos, programas e ações voltados a uma política maior de gestão ordenada de resíduos e concatenada com outras políticas (de saúde, de saneamento, de recursos hídricos, de educação, etc.). Há uma enorme interrogação sobre as razões de não haver sido ainda instituídas as políticas nacional e estadual de resíduos sólidos, cujos termos foram amplamente discutidos. Através destas políticas haveria finalmente uma diretriz comum para a implantação de modelos de gestão, seja nacional, estaduais ou municipais. Ao mesmo tempo, os instrumentos econômicos e financeiros adotados têm-se mostrado ineficientes, pois faltam recursos até mesmo para a resolução de problemas pontuais, quanto mais para programas preventivos, como descrito nos países desenvolvidos. A ausência de investimento no setor pode ser confirmada através dos dados divulgados pela PNSB-2000, em que quase 80% dos municípios brasileiros investem apenas 5% de seu orçamento anual nos serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo. Outro número surpreendente é o de que

53,9% dos municípios não cobram pelos serviços de limpeza urbana (BARROS JÚNIOR, 2002).

2.12. Coleta e Transporte

JARDIM *et al.* (1995) consideram que a coleta e transporte são ações do serviço público municipal, de grande visibilidade para a população, que impedem o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças, que encontram alimento e abrigo no lixo. Esse serviço caracteriza-se pelo envolvimento dos cidadãos, que devem acondicionar o lixo adequadamente e apresentá-los em dias, locais e horários pré-estabelecidos. Destacam ainda, que para que esse envolvimento ocorra de forma satisfatória o poder público deve garantir:

- a) A universalidade do serviço prestado: ou seja, todo cidadão deve ser servido pela coleta de lixo domiciliar;
- b) A regularidade da coleta: isto é, os veículos coletores devem passar regularmente nos mesmos locais, dias e horários.

JARDIM *et al.* (1995) apresentam ainda a norma brasileira NBR 12.980 (ABNT, 1993), que define sobre a coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos:

- a) Coleta domiciliar ou convencional: coleta de lixo de residências, estabelecimentos comerciais e industriais cujo volume não ultrapasse o previsto em legislação municipal;
- b) Coleta de resíduos provenientes de varrição de ruas, praças, calçadas, demais equipamentos (cestos estacionários e coletores móveis);
- c) Coleta em feiras, praias;
- d) Coleta especial: entulhos, animais mortos e podas de jardins. Pode ser regular ou programada;
- e) Coleta seletiva: recolhimento de resíduos segregados na origem.

Ainda para estes autores o transporte também faz parte do sistema de coleta de lixo, em que podem ser utilizados diferentes tipos de veículo, desde os de tração animal até caminhões dotados de carrocerias compactadoras.

Para o transporte existem dois modelos de carrocerias montadas sobre chassi:

- a) Carrocerias sem compactação: pela NBR-12.980/93, veículos com carrocerias fechadas e metálicas, construídas em forma de caixa retangular, com tampas corrediças abauladas, denominadas Coletores Convencionais Tipo Prefeitura, sua descarga se dá por basculamento;
- b) Carrocerias com compactador: veículos com carroceria fechada, contendo dispositivos mecânicos ou hidráulicos que possibilitam a distribuição e compressão no interior da carroceria, denominados pela NBR 12.980/93 Coletores Compactadores.

TCHOBANOGLIOUS *et al.* (1993 *apud* BARROS JÚNIOR, 2002), citam que o transporte também está incluído no recolhimento do lixo e dos materiais recicláveis até o local onde o veículo finaliza seu percurso. Este local pode ser um equipamento de processamento de materiais, uma estação de transferência, um aterro. Em cidades pequenas, o carregamento não é problema, pela proximidade. Em cidades maiores, é um problema sério, pois as distâncias ultrapassam 24 quilômetros, o que implica no custo elevado do transporte.

Segundo LEME (1984), a coleta consiste na remoção dos resíduos e no seu transporte para o local onde o veículo de coleta é esvaziado; esclarece que os sistemas de coleta são influenciados por dois tipos de acondicionamento dos resíduos:

- a) Os tipos de acondicionamento nas fontes geradoras;
- b) Modo como eles se dispõem nos recipientes destinados à sua coleta.

Classifica os sistemas de coleta em dois tipos:

- a) Sistema de coleta de recipientes estacionários;

- b) Sistema de coleta de recipientes transportáveis.

Enfatiza ainda, que o transporte dos resíduos coletados para o destino final pode ser feito de duas maneiras:

- a) Diretamente para o destino final, que pode ser um aterro sanitário ou uma estação de tratamento, onde materiais podem ser recuperados para reciclagem.
- b) Em duas etapas, passando através de uma estação de transferência, onde as coletas efetuadas em caminhões de pequeno porte são transferidas para caminhões maiores, que se encarregam de conduzi-los ao destino final.

2.13. Tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos

O tratamento de resíduos é a operação destinada a modificar a estrutura química e/ou física dos resíduos e assim, eventualmente separar as frações. Os objetivos do tratamento são:

- a) Transformação do resíduo a um estado mais compatível com o ambiente;
- b) Recuperação/reaproveitamento de materiais;
- c) Recuperação de energia;
- d) Redução do volume residual a ser disposto em aterros.

Para o tratamento de resíduos, a princípio, não existe uma solução única que possa ser aplicada de forma generalizada, devido principalmente à complexidade na composição dos resíduos e às características regionais e locais da comunidade, como reflexos dos fatores sociais, econômicos, políticos e ambientais, que no conjunto devem ser observados na escolha do melhor sistema.

As soluções tecnológicas disponíveis para a gestão da problemática do tratamento dos resíduos sólidos urbanos são bastante variadas tanto em sofisticação como na forma de abordagem do assunto. O tratamento nunca constitui um sistema de destinação final completo

ou definitivo, pois sempre há um remanescente inaproveitável (BUSCHINELLI & SQUERA, 1989).

Para JARDIM *et al.* (1995) as vantagens do tratamento ou industrialização do lixo, são de ordem ambiental e econômica. No caso de benefícios econômicos, a redução de custos com a disposição final é a vantagem econômica que mais sobressai. A necessidade de tratamento dos resíduos sólidos surge devido aos seguintes fatores:

- a) Escassez de áreas para a destinação do lixo;
- b) Disputa pelo uso das áreas remanescentes com as populações da periferia;
- c) Valorização dos componentes pelas populações da periferia;
- d) Inertização de resíduos sépticos;
- e) Criação de empregos, através da implantação de indústrias recicladoras.

2.13.1. Sistemas de tratamento de resíduos sólidos urbanos

Conforme CONAMA (1993) os sistemas de tratamento de resíduos sólidos consistem no conjunto de unidades, processos e procedimentos que alteram as características físicas, químicas ou biológicas dos resíduos e conduzem à minimização do risco à saúde pública e à qualidade do ambiente.

Para LINDENBERG (2000), sistema de tratamento é o processo que pode ser aplicado ao resíduo sólido com a finalidade de atender às exigências sanitárias, ambientais, econômicas, sociais e outras.

Dentre os sistemas de tratamento de resíduos sólidos urbano mais usualmente adotados no Brasil destacam-se: reciclagem de materiais, usinas de triagem e compostagem e incineração (BARROS JÚNIOR, 2002).

2.14. Reciclagem dos Resíduos Sólidos Urbanos e Coleta Seletiva

A reciclagem é uma atividade na qual os fatores que a tornam economicamente viável, convergem, todos eles, para a proteção ambiental e a sustentabilidade do desenvolvimento, pois, referem-se à economia de energia, à economia de matérias-primas, à economia de água e à redução da poluição do subsolo, do solo, da água e do ar. Convergem também para a promoção de uma forma de desenvolvimento economicamente sustentável e socialmente sustentável, pois envolvem ganhos econômicos para a sociedade como um todo (CALDERONI, 2000).

Para um melhor entendimento sobre reciclagem, são focalizados a seguir alguns conceitos e definições retirados da literatura.

Segundo DUSTON (1993 *apud* BARROS JÚNIOR, 2002), reciclagem é um processo através do qual qualquer produto ou material que tenha servido para os propósitos a que se destinava, e que tenha sido separado do lixo, é reintroduzido no processo produtivo e transformado em um novo produto, seja igual ou semelhante ao anterior, seja assumindo características diversas das iniciais.

Para POWELSON & POWELSON (1992 *apud* BARROS JÚNIOR, 2002), reciclagem é a conversão dos materiais selecionados em outros materiais úteis que, do contrário, seriam destinados à disposição final.

A reciclagem aparece 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, feitos anteriormente com matéria prima virgem, assim aliviando o comprometimento dos recursos naturais (AMBIENTE BRASIL, 2006).

Os benefícios que a reciclagem proporciona são (AMBIENTE BRASIL, 2006):

- a) Preservar os recursos naturais;
- b) Diminuir a poluição do ar e das águas;

- c) Diminuir a quantidade de resíduos a serem aterrados;
- d) Gera emprego através da criação de usinas de reciclagem;
- e) Estimula a concorrência, uma vez que produtos gerados a partir dos reciclados são comercializados em paralelo àqueles gerados a partir de matérias-primas virgens.

LIMA (1995) considera que o nível de reciclagem é determinado pela participação da produção da matéria reciclável em proporção total de matéria virgem utilizada no processo industrial.

A seguir é mostrado o nível de reciclagem no Brasil (LIMA, 2001):











- a) Aproximadamente 1,5% do lixo sólido orgânico urbano;
- b) Dos 9.000.000 m³ de óleo lubrificante consumido anualmente, 16% é refinado;
- c) 10% das 300.000 toneladas de sucata disponíveis para obtenção de borracha regenerada;
- d) 15% dos plásticos rígidos e filmes, o que equivale a 200.000 toneladas por ano;
- e) 40% das embalagens de vidro, somando 280.000 toneladas por ano;
- f) 35% das latas de aço, o que equivale a cerca de 250.000 toneladas por ano;
- g) 78% da produção nacional de latas de alumínio;
- h) 71% do volume total de papel ondulado;
- i) 36% do papel e papelão, totalizando 1,6 milhão de toneladas do produto reciclado;
- j) 10% de embalagens Longa Vida, o que representa 14.000 toneladas por ano.

Importante também é a definição de coleta seletiva, que segundo a ABNT (1993) NBR 12.980, é a coleta que remove os resíduos previamente separados pelo gerador, tais como papéis, latas, vidros e outros.

Para JARDIM *et al.* (1995), a coleta seletiva consiste na separação, na própria fonte geradora, dos componentes que podem ser recuperados, mediante um acondicionamento distinto para cada componente ou grupo de componentes.

O Quadro 1 identifica o padrão de cores que a Resolução do CONAMA nº. 275 de 25 de abril 2001 determinou.

Quadro 1: Padrão de Cores

	AZUL	papel/papelão
	VERMELHO	Plástico
	VERDE	Vidro
	AMARELO	Metal
	PRETO	Madeira
	LARANJA	resíduos perigosos
	BRANCO	resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
	ROXO	resíduos radioativos
	MARROM	resíduos orgânicos
	CINZA	Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

BARROS JÚNIOR (2002) conclui que reciclagem é o processo de transformar a sucata em matéria-prima e produto final, por meio da industrialização; e coleta seletiva é um sistema que facilita a reciclagem porque o material permanece limpo e com maior potencial de reaproveitamento.

Segundo EIGENHEER (1999), a coleta seletiva, enquanto processo de separação prévia de materiais passíveis de reaproveitamento, teve seu início no começo de século XIX nos Estados Unidos. A operação envolvia a separação domiciliar do lixo em três grupos de resíduos: materiais orgânicos; cinzas resultantes da combustão, geralmente da madeira e do carvão; materiais de valor comercial, como papel, cacos de vidro, metais e tecidos. Esses resíduos, assim separados, eram retirados por comerciantes ou industriais.

Mais tarde, essa operação foi introduzida nos países escandinavos e no norte da Alemanha, de onde provavelmente disseminou-se para outras partes da Europa.

Os Estados Unidos, a Europa e, sobretudo, o Japão, assumiram, atualmente, a vanguarda das iniciativas no campo da reciclagem, seja pela ação direta dos governos, seja pela atuação frequentemente pró-ativa das empresas, das instituições da sociedade civil e da própria população como um todo (BARROS JÚNIOR, 2002).

Segundo CALDERONI (2000), o Japão é o país que mais aderiu à reciclagem em todo o mundo, uma vez que lá a reciclagem atinge entre 40% e 50% do total do lixo e grande número de municípios japoneses desenvolvem programas de coleta seletiva.

No Brasil, segundo EIGENHEER (1999), a primeira experiência documentada de coleta seletiva de lixo foi implantada no bairro de São Francisco, cidade de Niterói, em 1985, através da cooperação entre a Universidade Federal Fluminense e o Centro Comunitário de São Francisco (Associação de Moradores). Difere dos demais programas de coleta seletiva por sua ênfase sobre a descentralização e o caráter comunitário, privilegiando essencialmente a pequena escala.

A partir de 1988 foram desenvolvidas experiências de maior amplitude e não descentralizadas, implantadas por Prefeituras, como as de Curitiba, Florianópolis, São Paulo, São Sebastião, São José dos Campos e outras (BARROS JÚNIOR, 2002).

As experiências brasileiras de coleta seletiva estão direcionadas para a segregação de materiais recicláveis industrialmente (papel, vidro, metal e plástico). Isso decorre do fato de terem se desenvolvido em contextos sociais, nos quais já existia uma tradicional atividade de catadores de rua e lixão a céu aberto. Praticamente nenhuma delas está voltada para o

aproveitamento da fração orgânica, apesar de representar cerca de 50% do lixo. Por sua vez, a distância e o interesse dos mercados compradores de recicláveis acabam determinando a preferência pelos materiais a serem separados (BARROS JÚNIOR, 2002).

A pesquisa CEMPRE 2006 revelou os seguintes dados sobre a coleta seletiva no Brasil:

- a) 327 municípios operam programas de coleta seletiva;
- b) Cerca de 25 milhões de brasileiros têm acesso a programas de coleta seletiva;
- c) 43.5% dos programas tem relação direta com cooperativas de catadores.

A Figura 1 ilustra o aumento da quantidade de municípios com coleta seletiva nos últimos anos. A Figura 2 ilustra a composição da coleta seletiva (em peso) no Brasil em 2006.

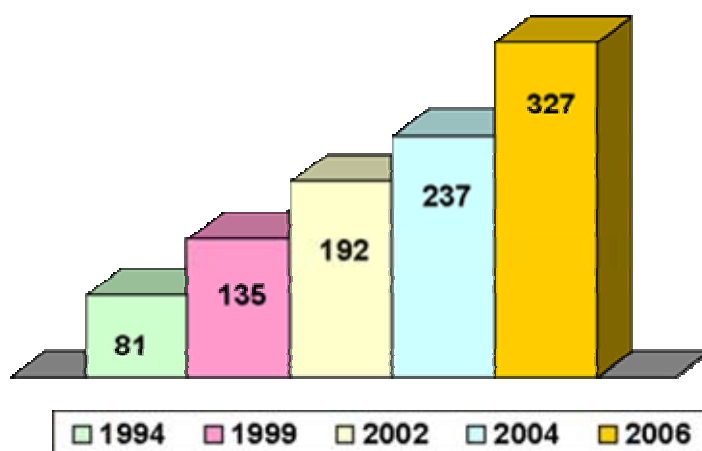
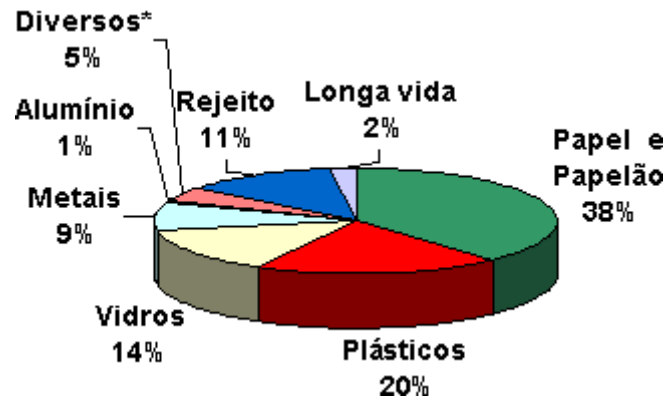


Figura 1: Representação da Quantidade de Municípios com Coleta Seletiva desde 1994

Fonte: CEMPRE, 2006.



*Inclui outros tipos de materiais recicláveis: baterias, pilhas, borracha, madeira, livros (reutilização) entre outros.

Figura 2: Composição da Coleta Seletiva (em Peso)

Fonte: CEMPRE, 2006.

As vantagens da coleta de recicláveis, segundo BARROS JÚNIOR (2002), são:

- a) Redução do volume de resíduos a ser disposto em aterros sanitários, aumentando sua vida útil;
- b) Qualidade dos materiais recuperados é boa, uma vez que estes estão menos contaminados pelos outros materiais presentes no lixo;
- c) Diminuição dos custos de produção, uma vez que as indústrias de transformação podem aproveitar o material recuperado;
- d) Permite maior flexibilidade, uma vez que pode ser feita em pequena escala e ampliada gradativamente;
- e) Permite parcerias com catadores, empresas, associações ecológicas, sucateiros, etc.;
- f) Estimula a cidadania, pois a participação popular reforça o espírito comunitário.

E, segundo BARROS JÚNIOR (2002), as desvantagens são:

- a) Elevado custo de coleta e transporte, pois necessita de caminhões especiais que passam em dias diferentes dos da coleta convencional;
- b) Necessidade, mesmo com a segregação na fonte, de um centro de triagem onde os recicláveis devem ser separados por tipo.

2.15. Usinas de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos

As usinas de triagem e reciclagem são centros de separação das frações orgânicas e inorgânicas dos resíduos sólidos, operacionalizados, em maior ou menor escala, por equipamento eletro-mecânico. É uma alternativa à coleta seletiva, podendo existir independentemente de haver ou não o sistema de compostagem (BARROS JÚNIOR, 2002).

A instalação de usinas de resíduos no Brasil iniciou-se em Brasília-DF, há cerca de 30 anos, embora o maior incremento na utilização desses centros tenha ocorrido a partir da segunda metade da década de 80 por iniciativa do Banco de Desenvolvimento Econômico (BNDS), que colocou à disposição das prefeituras municipais uma linha de crédito para a compra de equipamentos (LEITE, 1997).

Compostagem consiste num processo biológico de decomposição aeróbica da fração orgânica contida nos resíduos, que ocorre por ação de agentes microbianos, de modo a resultar em um produto estável, similar ao húmus (BARROS JÚNIOR, 2002).

O processo de compostagem, segundo BARROS JÚNIOR (2002), pode ser dividido em duas fases:

1ª fase: tratamento mecânico, que visa retirar da massa de resíduos os produtos recicláveis e indesejáveis, homogeneizar a massa de resíduos e reduzir a dimensão de seus constituintes;

2ª fase: o material é fermentado em leiras, completando o processo.

A compostagem é largamente utilizada em jardins e hortas, como adubo orgânico devolvendo à terra os nutrientes de que necessita, aumentando sua capacidade de retenção de água, permitindo o controle de erosão e evitando o uso de fertilizantes sintéticos. Quanto maior a

variedade de matérias existentes em uma compostagem, maior vai ser a variedade de microorganismos atuantes no solo (AMBIENTE BRASIL, 2006).

Entre as vantagens da compostagem pode-se destacar:

- a) Economia de espaço físico em aterro sanitário;
- b) Reaproveitamento agrícola da matéria orgânica produzida;
- c) Reciclagem dos nutrientes contidos no solo;

Os materiais mais utilizados na compostagem são (AMBIENTE BRASIL, 2006):

- a) Cinzas: As cinzas de madeira provenientes de lareiras ou de fogão a lenha são uma ótima fonte de potássio para os horticultores orgânicos, pois a utilizam na prevenção de pragas. As cinzas das cascas de banana, limão, pepino e cacau possuem alto teor de fósforo e potássio. As cinzas de madeira podem ser acrescentadas às pilhas de compostagem, mas perdem muito de seu valor se ficarem expostas ao excesso de chuva, pois o potássio lixivia facilmente;
- b) Penas: As penas de galinha, peru e outras aves são muito ricas em nitrogênio, podendo ser aproveitadas e acrescentadas às compostagens;
- c) Lixo doméstico: Praticamente todo o lixo orgânico de cozinha é um excelente material para decomposição. Em uma composteira devemos evitar despejar gordura animal, pois esta tem uma difícil degradação. Restos de carnes também devem ser evitados porque costumam atrair animais, vermes e moscas além de causar mal cheiro;
- d) Aparas de grama: As aparas de grama são matéria orgânica muito rica em nutrientes. Nas pilhas de compostagem são ótimos isolantes térmicos e ajudam a manter as moscas afastadas;

- e) Rocha moída e conchas: Rochas e conchas possuem muitos minerais necessários para o crescimento das plantas. Ostras moídas, conchas de bivalvos e de lagostas podem ter o mesmo efeito de rocha moída e substituir o calcário;
- f) Feno ou palha: Estes em uma compostagem necessitam de uma grande quantidade de nitrogênio para se decompor. Então recomenda-se que se utilize pequenas quantidades de feno e palhas frescos;
- g) Podas de arbustos e cerca viva: São volumosos e difíceis de serem degradados. Acrescentados na compostagem deixam a pilha volumosa e com fácil penetração de ar;
- h) Resíduos de cervejaria: Este tipo de resíduo enriquece o composto, mas costumam ser bastante úmidos, não necessitando de irrigação freqüente;
- i) Folhas: As folhas parcialmente apodrecidas são muito semelhantes ao húmus puro. Para mais fácil decomposição das folhas em uma pilha de compostagem, recomenda-se que misture as folhas com esterco;
- j) Resíduos de couro: Pó de couro é muito rico em nitrogênio e fósforo, pode ser abundante e barato;
- k) Jornais: Há algumas controvérsias de se colocar jornais na pilha de composto. Os jornais são uma grande fonte de carbono na sua compostagem, desde que se utilize em pequenas quantidades;
- l) Turfa: Em termos de nutrientes a turfa não acrescenta nada na compostagem, mas pode absorver toda a umidade existente;
- m) Acículas de pinheiro: São consideradas um bom melhorador da textura do composto. Apesar de se tornar levemente ácida na pilha, outros materiais irão neutralizar os efeitos ácidos;

- n) Serragem: Apresenta degradação extremamente lenta. A melhor maneira é alternar a serragem com o esterco;
- o) Algas marinhas: São ótimas como fonte de potássio, se degradam facilmente e podem ser misturadas com qualquer outro material volumoso, como a palha. Também são muito ricas em outros nutrientes, como o boro, iodo, cálcio, magnésio entre outros;
- p) Ervas daninhas: É ótima como matéria orgânica para o solo, mas deve-se acrescentar muito esterco ou outro material rico em nitrogênio, para que as altas temperaturas não permitam que as sementes germinem, assim evitando trabalhos futuros e o desperdício deste resíduo.

2.16. Incineração

A incineração dos resíduos sólidos consiste basicamente em um processo de combustão controlada através de equipamentos especiais, denominados incineradores, visando a redução do peso, com a diminuição simultaneamente do volume. Os remanescentes da incineração do lixo são geralmente constituídos de gases como dióxido de carbono, dióxido de enxofre, nitrogênio gás inerte proveniente do ar utilizado como fonte de oxigênio e do próprio lixo, oxigênio proveniente do ar em excesso que não foi completamente queimado, água, cinza e escórias que se constituem de metais ferrosos e inertes como vidros e pedras (BARROS JÚNIOR, 2002).

Segundo JARDIM *et al.* (1995), no Japão o percentual de lixo incinerado chega a 80%, face a problemas de disponibilidade de áreas, que levou este país a adotar a incineração como alternativa de tratamento. Nos Estados Unidos, das mais de 200 milhões de toneladas de lixo geradas por ano, 16% é incinerada.

No Brasil, a primeira instalação de incinerador municipal foi em Manaus em 1896, vinte e dois anos depois da implantação da primeira unidade construída no mundo, na cidade de Nottingham, Inglaterra, em 1874. No Brasil, segundo JARDIM *et al.* (1995), os incineradores em uso não chegam a atingir duas dezenas.

Em sua tese de doutorado LEITE (1997), cita as vantagens e desvantagens mais relevantes da incineração.

a) Principais vantagens da incineração:

- i) Redução dos resíduos e até 5% do volume e 15% do peso original, transformando-se em cinzas e escória, e aumentando consideravelmente o período de vida útil do aterro;
- j) Eliminação satisfatória, sob o ponto de vista sanitário, de resíduos de saúde, alimentos, medicamentos vencidos, sobras de laboratórios e animais mortos;
- k) Diminuição de distância de transporte, devido à possibilidade de localização da instalação em áreas próximas aos centros urbanos;
- l) Bom funcionamento, independentemente das condições meteorológicas;
- m) Possibilidade de recuperação da energia contida nos resíduos;
- n) Proporciona redução do impacto ambiental em comparação com aterros sanitários; a incineração minimiza a preocupação a longo prazo com contaminação do lençol freático, já que o resíduo tóxico é destruído, e não “guardado”.

b) Principais desvantagens:

- i) Investimento elevado;
- j) Alto custo de operação e manutenção;
- k) Possibilidade de causar poluição atmosférica quando o incinerador é mal projetado ou mal operado;
- l) Exigência de mão-de-obra especializada na operação;

- m) A incineração não é método completo de eliminação dos resíduos, pois deixa cinzas que necessitam ser eliminadas por outros meios.

2.17. Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos

A destinação final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil apresenta um quadro complexo, 76% dos resíduos sólidos coletados são lançados a céu aberto, 13% são aterrados sem nenhum controle, 10% vão para aterros sanitários e apenas 1% recebe algum tratamento (compostagem, reciclagem, incineração). Estudos mostram que a reciclagem dos resíduos sólidos domésticos, pode gerar economia da ordem de R\$ 5,8 bilhões/ano o que corresponde a 10 bilhões de cestas básicas (CALDERONI, 2000).

Segundo BIANCHINI (1998 *apud* BARROS JÚNIOR, 2002), na maioria dos municípios brasileiros a forma mais utilizada de se dispor os resíduos sólidos urbanos é o lixão ou a disposição a céu aberto. Estimativas disponíveis mostram um quadro bastante alarmante, pois muito embora a coleta atinja 73% dos domicílios, apenas 1% de todo o resíduo sólido urbano recolhido diariamente no país (300 mil toneladas, 100 mil das quais domésticos) passa por algum tipo de tratamento tais como: compostagem, reciclagem ou incineração.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2000, realizada pelo IBGE (2000), revela uma tendência de melhora na situação final do lixo coletado no país nos últimos anos. Os dados mostram que das 228.413 toneladas de resíduo sólido domésticos/comercial e público coletadas diariamente no Brasil, 36,2% estão em aterros sanitários, indicando um acréscimo positivo de 55,4% na década de 90. Em 1989, 23,3% dos resíduos tinham destino adequado em aterros sanitários.

Os dados da PNSB-2000 mostram também, que ainda 58,3% dos resíduos coletados são tratados de forma inadequada, com riscos de efeitos nocivos ao solo e às águas. O tratamento adequado do lixo é considerado condição essencial para a preservação da qualidade ambiental. Os dados mostram, entretanto, que houve redução desse indicador negativo na década de 90. Em 1989, 71,2% dos resíduos não tinham destino adequado.

A pesquisa revela um dado da região metropolitana de Maringá, em que somente 1,9% da quantidade dos resíduos coletados tem um destino final adequado do total de 460,9 toneladas/dia produzidas.

Segundo PENIDO (2002), a pesquisa revela uma tendência, em todos os municípios, no aumento da geração (ou melhor, na quantidade coletada) do lixo domiciliar per capita em proporção direta com o número de habitantes. Os números variam de 450 a 700 gramas por habitantes/dia nas cidades até 200 mil habitantes; até 800 gramas a 1,2 Kg entre os que moram em cidades com mais de 200 mil habitantes.

PENIDO (2002) cita ainda que dos 5.507 municípios, 4.026, ou seja, 73% têm população até 20.000 habitantes. Nestes municípios, 68,5% dos resíduos gerados são vazados em lixões e em alagados, mostrando, portanto, que em termos de quantidade de lixo por eles produzida, o panorama, relativamente a todo o país, não é assim tão grave, pois em conjunto produzem diariamente 20.658 toneladas (12,8% do total brasileiro). Isto é menos do que geram as 13 maiores cidades brasileiras, com população acima de 1 milhão de habitantes. Só estas coletam 31,9% (51.635 t/dia) de todo o lixo urbano brasileiro, e têm seus locais de disposição final em melhor situação: apenas 1,8% (832 t/dia) são destinados a lixões, o restante sendo depositado em aterros controlados ou sanitários.

A disposição final ou destinação final dos resíduos sólidos urbanos consiste em um problema sério que as prefeituras têm dificuldade de equacionar, pois mesmo com o tratamento e/ou aproveitamento dos resíduos ainda há os resíduos remanescentes. Na maioria dos municípios brasileiros, a administração se limita a recolher os resíduos domiciliares de forma nem sempre regular, depositando-os em locais afastados da vista da população, sem maiores cuidados sanitários (BARROS JÚNIOR, 2002).

Existem alguns métodos para se dispor os resíduos urbanos no solo, sendo alguns recomendáveis sanitária e tecnicamente, outros não. Os métodos mais comuns de disposição no solo são os seguintes:

2.17.1. Aterro comum

Esse método é a forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga de resíduos sobre o solo, também denominados lixões, vazadouros etc., sem medidas de proteção ao ambiente ou à saúde pública; todavia é o mais usado no Brasil e nos países em desenvolvimento (JARDIM *et al.*, 1995).

2.17.2. Aterro controlado

Esse método, nada mais é do que o anterior de forma melhorada, no qual os resíduos recebem diariamente uma cobertura de material inerte. Essa cobertura diária, entretanto, é realizada de forma aleatória, não resolvendo satisfatoriamente os problemas de poluição gerados pelos resíduos urbanos, pois, não são levados em conta os mecanismos de formação de gases e líquidos (LIMA, 1995).

O termo aterro controlado é muito confundido com aterro sanitário. Muitas administrações públicas, sem profundo conhecimento ambiental e de engenharia, apresentam este método como solução para a disposição de seus resíduos (BARROS JÚNIOR, 2002).

2.17.3. Aterro sanitário

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1984), NBR 10.004, aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-lo ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho e em intervalos menores se necessário.

Para SANTANA FILHO (1992) um aterro sanitário bem planejado e executado, além da solução de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, pode oferecer várias vantagens:

- a) Disposição dos resíduos sólidos de forma adequada;
- b) Capacidade de absorver grande quantidade diária de resíduos;

- c) Condições especiais para decomposição biológica da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos;
- d) Limitação da procriação de vetores;
- e) Possibilidade de recuperação de áreas degradadas;
- f) Aceita qualquer tipo de resíduos sólidos urbanos.

Os fatores limitantes desse método são basicamente os seguintes:

- a) Disponibilidade de grandes áreas próximas aos centros urbanos que não comprometam a segurança e o conforto da população;
- b) Disponibilidade de material de cobertura diária;
- c) Condições climáticas de operação durante o ano.

Por outro lado este método pode apresentar problemas, se forem seguidas as normas de construção e operação dos mesmos, que incluem a possibilidade de poluição das águas superficiais e lençóis subterrâneos pela ação do “chorume” (fração líquida, escura, ácida e de odor desagradável), além da formação de gases nocivos e de odor desagradável (LIMA, 1995).

2.18. Degradação Socioambiental Provocada pelos “Lixões”

A concentração populacional urbana tem provocado aceleração das metrópoles. O ritmo desordenado do crescimento vincula-se ao contínuo aumento dos resíduos sólidos urbanos. Esta situação, que comumente não vem recebendo atenção necessária dos governantes, no sentido de implementação de políticas públicas minimizadoras ou preventivas, tem ocasionado deteriorização ambiental e social (KUHNE, 1995).

Nos chamados lixões, por exemplo, os resíduos sólidos são simplesmente descarregados sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Esta forma de

disposição facilita a proliferação de vetores (moscas, mosquitos, baratas, ratos), geração de maus odores, poluição das águas superficiais e subterrâneas pelo lixiviado – mistura do chorume, gerado pela degradação da matéria orgânica, com a água de chuva – além de não possibilitar o controle dos resíduos que são encaminhados para o local de disposição (LINS *et al.*, 2006).

Esse líquido percolado apresenta características variáveis, dependendo da solubilização de compostos orgânicos, de sais inorgânicos e de metais na água que percola através da massa aterrada. Em virtude da sua composição, o chorume pode causar um grande número de alterações na fauna e flora dos ecossistemas, afetando todos os seres que compõem a cadeia alimentar (CANAL CIÊNCIA, 2006).

Em termos ambientais, os lixões agravam a poluição do ar, do solo e das águas, além de provocar poluição visual. Em termos sociais, os lixões a céu aberto, influem, ainda, na estrutura local. A área passa a exercer atração nas populações de baixa renda do entorno, que buscam na separação e comercialização de materiais recicláveis, uma alternativa de trabalho, apesar das condições insalubres e subumanas da atividade. Do ponto de vista econômico, o uso de recursos naturais provenientes da área para disposição de resíduos gera custos externos negativos, quase sempre ignorados, referentes à depreciação do local e seus arredores. O próprio caráter dessas externalidades promove, como consequência, dificuldades técnicas e institucionais de definição de direitos de propriedade, fazendo com que os custos envolvidos não abranjam o seu real valor econômico e social (ALBERTE *et al.* (2005) *apud* LINS *et al.*, 2006).

No Brasil, os grandes problemas sociais, associados à ineficiente estrutura de saneamento, levam à catação de lixo em logradouros públicos e em ambientes insalubres como os lixões. O impacto da catação é tão grande que, nos últimos anos, chegou a influenciar a composição dos materiais coletados pelos caminhões (FARIAS & FONTES, 2003). No Rio de Janeiro, segundo o JARDIM *et al.* (1995), o volume de papel caiu de 42% do lixo oficialmente coletado em 1981 para 24% em 1993.

Nas regiões metropolitanas, estima-se a existência de milhares de homens e mulheres que vivem da catação dos materiais deixados nas calçadas. Nos municípios menores, também é comum a presença de catadores nas ruas e nos lixões. O número chega a 45.000 pessoas nos

lixões e 30.000 nas ruas das cidades, de acordo com levantamentos preliminares da Organização Não Governamental (ONG) Água e Vida, contratada pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) – instituição parceira do Brasil no Programa Brasil Joga Limpo (1999-2000). Esse segmento da população obtém sua renda por meio da catação dos componentes recicláveis do lixo, que são vendidos a sucateiros (FARIAS & FONTES, 2003).

Ao contrário do que aparentam, os catadores não são mendigos. Estudos conduzidos em várias cidades brasileiras comprovam que a renda desse extrato social, na maioria dos casos, supera o salário mínimo. As condições de trabalho, embora extremamente insalubres, proporcionam uma liberdade de horário de trabalho e de comportamento inexistente em empregos fixos, o que leva muitos catadores a recusar oportunidades de emprego na cidade e preferir permanecer no lixão (FARIAS & FONTES, 2003).

Embora útil, a catação de lixo, da forma como geralmente é realizada no Brasil, é uma atividade desumana, necessitando da intervenção dos poderes públicos e da sociedade para que se torne aceitável do ponto de vista socioambiental.

A última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB 2000) indicou uma situação favorável no que se refere à quantidade de lixo depositado nas unidades de destinação final, pois aproximadamente 73,2 % de todo o lixo coletado no Brasil estaria tendo um destino final adequado, em aterros sanitários ou controlados. Porém quando se analisam as informações tomando-se por base o número de municípios, o resultado já não é tão favorável, pois 63,1% deles informam que depositam seus resíduos em lixões e apenas 13,7% declaram que possuem aterros sanitários. Por outro lado, nos municípios com população inferior 20.000 habitantes, que correspondem a 73,1% dos municípios brasileiros, 68,5% dos resíduos gerados são depositados em locais inadequados.

Com base nestes dados é de fundamental importância, tanto para a área ambiental quanto para a área socioeconômica a desativação destes lixões, a transformação dos mesmos em Aterros Controlados ou a concepção de novos Aterros Sanitários, fundamentando-se em critérios de engenharia e normas técnicas operacionais que poderão minimizar os impactos ambientais e sociais causados pela disposição inadequada dos resíduos (LINS *et al.*, 2006).

2.19. Proposta para uma Política Nacional de Resíduos Sólidos

A criação e instalação da Comissão Especial na Câmara dos Deputados para a elaboração do Relatório Preliminar da Política Nacional de Resíduos Sólidos, deixam esperançosas todas as pessoas que lutam para melhorar as condições de manejo dos resíduos sólidos em nosso país. A elaboração de uma legislação adequada é um passo importante nesta caminhada e pode representar o marco da virada da situação, um salto de qualidade para poder garantir condições adequadas de vida à população, no que diz respeito ao setor (LIXO, 2006).

O Relatório propõe os seguintes principais pontos para uma Política Nacional dos Resíduos Sólidos:

- a) Estabelece os princípios, objetivos e instrumentos, com destaque para a redução da quantidade e nocividade dos resíduos, a descentralização político-administrativa e a responsabilidade pós-consumo;
- b) Obriga a elaboração e implantação, pelos municípios e Distrito Federal, de Plano de Gerenciamento de Resíduos Urbanos e de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos especiais;
- c) Atribui responsabilidade aos municípios e ao Distrito Federal pela coleta e gerenciamento de todo o lixo urbano ou à concessionária desses serviços;
- d) Autoriza a cobrança da taxa de coleta e gerenciamento de lixo urbano;
- e) Municípios maiores de 100.000 habitantes deverão implantar coleta seletiva;
- f) Usuários de sistema serão obrigados a fazer separação do lixo em, pelo menos, orgânico e seco;
- g) Torna obrigatório o sistema de coleta pelos municípios e Distrito Federal;

- h) Veda a disposição, para coleta no sistema público, de resíduos comuns e especiais para os quais exista um sistema de retorno instituído pelos fabricantes e comerciantes;
- i) Cria o Fundo Distrital ou Municipal de Limpeza Urbana;
- j) Cria o Fundo Federal de Resíduos Sólidos;
- k) Responsabiliza os fabricantes, importadores e prestadores de serviços que geram resíduos especiais, pelo gerenciamento dos resíduos decorrentes;
- l) Estabelece cuidados essenciais para o gerenciamento de cada tipo de resíduo e institui a obrigatoriedade de retorno ao fabricante de alguns tipos de resíduos no que se refere aos resíduos especiais;
- m) Cria a figura da empresa exclusivamente recicladora, com isenção de impostos;
- n) Torna obrigatória a apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Especiais e/ou Perigosos, conforme regulação do SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente;
- o) Fixa critérios para a instalação de incineradores e fornos de co-processamento, em relação à redução de resíduos sólidos;
- p) Estabelece sistemática rígida para implantação e gerenciamento de aterros.

3. DESENVOLVIMENTO

Se observada, as diversas estatísticas com relação à disposição dos resíduos sólidos revelam uma situação alarmante, visto que 75% das cidades brasileiras dispõem seus resíduos sólidos em lixões. Esta situação trás diversos comprometimentos ao meio ambiente e à saúde da população, como: surgimento de focos de vetores transmissores de doenças, mau cheiro, possíveis contaminação do solo e corpos d'água, além da inevitável destruição da paisagem urbana. Como agravante, deve ser mencionada a presença de catadores nestes locais colocando em risco, não apenas a sua integridade física e de saúde, mas também se submetendo a uma condição de marginalidade social e econômica, que muitas vezes se confunde com o próprio conceito de lixo. Esta situação deve ser repudiada e melhor administrada pelos governantes.

De acordo com DEMAJOROVIC (1995), as novas prioridades da atual política de gestão de resíduos sólidos incorporam a dimensão da sustentabilidade por duas razões principais. Primeiro, é possível minimizar o processo de degradação ambiental antes que isso ocorra, à medida que se evita a produção de determinados resíduos, reaproveita-se parcela destes e “inertiza-se” o restante. Em segundo, ao gerenciar a produção de resíduos sólidos em todas as fases do sistema econômico, e não apenas se concentrando no tratamento final destes, a atual política de gestão de resíduos sólidos tem como objetivo garantir, a longo prazo, uma estabilização da demanda por recursos naturais e do volume final de resíduos a serem dispostos – fatores estes fundamentais na busca do desenvolvimento sustentável.

Diante destes fatos é fundamental que o governo e a sociedade assumam novas atitudes, visando gerenciar de modo mais adequado a grande quantidade e diversidade de resíduos que são produzidos diariamente nas empresas e residências. Portanto, é preciso colocar em prática a desejável política dos “3 Rs” (Reduzir, Reusar e Reciclar), e não continuar produzindo e gerando mais resíduos, deixando que “alguém” assuma a responsabilidade de tratar e dispor adequadamente.

Como instrumento de mudança social, de forte dimensão política, a informação é o meio essencial de obtenção de consciência ambiental. No entanto, se a formação do cidadão depende da informação, é indispensável refletir não só a dificuldade de socialização e

disseminação das informações, mas também o conhecimento que o sujeito produz ao recebê-la, pois além do direito de acesso à informação, o cidadão deve, sim, ter participação na tomada de decisões sobre as questões ambientais relevantes em todos os momentos do processo.

Assim, segundo FREITAS & CONDURÚ (2006), é possível concluir que por meio da informação o sujeito irá buscar padrões mais sustentáveis de desenvolvimento, ou seja, tentando alcançar um equilíbrio entre a tensão, meio ambiente e modernidade. É preciso rever a informação como viés de fundamental importância para a busca da tão almejada sustentabilidade, uma vez que uma sociedade bem informada terá no mínimo condição suficiente de se relacionar de forma mais harmônica com o meio que a cerca sob a ótica das políticas públicas.

No caso da coleta, condicionamento e destinação final dos resíduos, a população precisa conhecer as alternativas técnicas antes da implantação de programas ou ações governamentais. Isso exige dos gestores públicos planejamento e implementação de campanhas de esclarecimento, para incentivar a participação, aceitação e colaboração dos moradores.

Neste trabalho serão abordados aspectos relacionados aos resíduos sólidos urbanos, ou seja, os resíduos de origem domiciliar e comercial. Este tipo de resíduo, como já definido, é composto essencialmente de plástico, papel, vidro, metais e matéria orgânica. Trabalhados de uma forma geral e alguns especificamente, serão apresentadas alternativas e sugeridas práticas e medidas para melhor aproveitamento desses resíduos.

A Tabela 3 identifica o tempo de decomposição de resíduos sólidos com as respectivas soluções adequadas.

De uma forma geral, como primeira medida, é preciso colocar, pelo menos, uma lata de lixo a mais na fonte geradora (na cozinha domiciliar, por exemplo), e separar em uma o lixo seco, e na outra o lixo úmido. Essa medida pressupõe que exista coleta seletiva no município.

Tabela 3: Tempo X Decomposição

Materiais	Tempo de degradação	Solução Adequada
Aço (latas)	10 anos	Reciclar
Alumínio	200 a 500 anos	Reciclar
Borracha	Indeterminado	Reciclar
Cerâmica	Indeterminado	Usar em aterros
Chicletes	5 anos	Evitar o consumo
Cordas de Nylon	30 anos	Incinerar*
Esponjas	Indeterminado	Incinerar*
Filtros de cigarro	5 anos	Incinerar*
Isopor	Indeterminado	Evitar o consumo e reutilizar
Louças	Indeterminado	Usar em aterros
Madeira	Mais de 6 meses	Reutilizar
Madeira pintada	13 anos	Reutilizar
Metais (componentes de equipamentos)	Cerca de 450 anos	Reciclar
Metais (latas de cerveja e refrigerantes)	100 anos	Reciclar
Papel	3 a 6 meses	Reciclar
Pilhas	100 a 500 anos	Aterro para resíduos tóxicos
Plásticos (embalagens, equipamentos)	Até 450 anos	Reutilizar ou incinerar*
Plásticos (embalagens PET)	Mais de 100 anos	Reutilizar e reciclar
Pneus	Indeterminado	Reutilizar ou destruir
Restos orgânicos	2 a 12 meses	Usar para

Materiais	Tempo de degradação	Solução Adequada
		compostagem
Tecidos de algodão	1 a 5 meses	Reutilizar
Tetrapark (embalagens de leite)	Mais de 100 anos	Reciclar
Vidros	Indeterminado	Reciclar

* A incineração deve ser feita em fornos com filtros adequados.

Fonte: AMBIENTE BRASIL, 2006.

O lixo seco é composto por papel, papelão, jornais, revistas, cadernos, folhas soltas, caixas e embalagens em geral, caixa de leite, caixas de papelão (desmontadas), metais (ferrosos e não ferrosos), latas em geral, alumínio, cobre, pequenas sucatas, copos de metal e de vidro, garrafas, potes e frascos de vidro (inteiros ou quebrados), plásticos (todos os tipos), garrafas PET, sacos e embalagens, brinquedos quebrados, utensílios domésticos quebrados.

O lixo úmido é composto por cascas de frutas e legumes, restos de comida (lixo compostável), papel de banheiro, sujeira de vassoura e de cinzeiro.

Os resíduos sólidos podem, ainda, ser classificados em recicláveis não-recicláveis. Papel higiênico, papel plastificado, papel de fax ou carbono, vidros planos, cerâmicas ou lâmpadas, constituem os resíduos sólidos não-recicláveis.

Pilhas e baterias não podem ser descartadas no lixo doméstico, pois contêm metais pesados e, quando molhadas, podem contaminar o ambiente. Logo, como medida, recomenda-se ligar para o Serviço de Limpeza Pública da cidade para saber se há postos de entrega voluntária para pilhas e baterias.

Quanto às lâmpadas fluorescentes que contêm vapor de mercúrio (metal pesado nocivo à saúde e ao ambiente), é preciso, enquanto não se regulamenta a legislação que criará normas para lâmpadas com mercúrio, que a população não misture essas lâmpadas com o lixo doméstico, pois esta será rompida fatalmente, contaminando o ambiente e colocando em risco a saúde dos funcionários da limpeza. É recomendável que a população entre em contato com

as companhias de limpeza ou Secretaria do Meio Ambiente do município a fim de informar-se sobre o procedimento que deverá adotar.

Como existem materiais que não têm mercado para as cooperativas, eles devem ter outra destinação (e não a da coleta seletiva). Portanto, previamente separado na fonte, o resíduo seco reciclável deve ser destinado para a coleta seletiva e o resíduo úmido para a coleta convencional.

Para um condomínio e uma rua que funcione em comunidade, o ideal é buscar organizar-se e entrar em contato com uma cooperativa de catadores da região. Com muito prazer eles recolherão o lixo dispensado para a coleta seletiva.

A coleta seletiva é uma alternativa ecologicamente correta que desvia resíduos sólidos que podem ser reciclados, do destino inapropriado em aterros sanitários ou lixões. Por meio da ação dela, alguns objetivos importantes podem ser alcançados: a vida útil dos aterros sanitários é prolongada e o meio ambiente é menos contaminado. Além disso, o uso de matéria-prima reciclável diminui a extração dos nossos tesouros naturais.

3.1. A Questão do Plástico

O plástico facilita a vida da sociedade moderna. Atóxico, resistente, flexível e leve, o material representa praticidade e uma ótima relação custo-benefício não só na confecção de produtos, mas também como embalagem. No entanto, a sua produção e a eliminação de seus resíduos ainda são problemáticas para o ambiente. Por outro lado, o plástico é 100% reciclável.

O seu vasto uso pelo setor produtivo não é, por si só, uma fato danoso para o ambiente. Na realidade é necessária pouca quantidade de matéria-prima para se fabricar o plástico e, a produção não implica em grande consumo de petróleo (4% do total extraído).

Contudo, após chegar às mãos do consumidor, o plástico torna-se um grande problema. O descarte massivo de embalagens plásticas no lixo comum provoca o aumento significativo da quantidade de resíduos sólidos acumulados nos aterros sanitários. O plástico não é apenas um material de difícil decomposição no ambiente. Ele também prejudica o procedimento para outros materiais. Nos aterros, os plásticos dificultam a compactação do lixo e criam camadas

impermeáveis entre a terra e os resíduos, criando barreiras para a decomposição dos materiais biodegradáveis (como restos de alimentos). Portanto, a melhor solução para o plástico é a reciclagem.

Estudos comprovam que no Brasil o maior poluidor é o papel (35% dos resíduos coletados, contra 15% do plástico). Porém, nos grandes centros urbanos como Rio de Janeiro e São Paulo, a liderança geralmente fica para plástico. Fica, então, difícil definir o principal vilão da poluição presente nos resíduos urbanos.

A reciclagem do plástico, no entanto, permite reintroduzi-lo no circuito comercial sob outras formas. O problema é que a solução ainda depende de muita gente e há muitos obstáculos à reciclagem, que a tornam difícil e cara. O que encarece o processo de reciclagem é, principalmente, o processo de fabricação original. A utilização excessiva de tinta de impressão, o uso de vários tipos de plásticos numa mesma embalagem e o emprego de colas não-solúveis em água são alguns dos fatores que dificultam a reciclagem. Além disso, a falta de indicação no produto do tipo de plástico utilizado dificulta a separação. Os tipos de plásticos estão caracterizados no final desta seção.

Existem plásticos que se decompõem bem mais facilmente na natureza. Esse material é destruído por microorganismos do próprio meio, transformando-se em gás carbônico e água. No Brasil, um desses plásticos, foi desenvolvido a partir do açúcar da cana. Sua produção, ainda pequena, é voltada para o mercado externo de embalagens, vasos e materiais descartáveis. No entanto, sua utilização ainda não se tem mostrado muito viável do ponto de vista econômico. Além disso, essa versão biodegradável não consegue substituir os plásticos derivados de petróleo – mais duráveis e seguros – em embalagens de remédios, alimentos, refrigerantes, cosméticos, defensivos agrícolas e em uma grande série de outros produtos.

No Brasil, já são fabricadas sacolas de plástico convencional que recebem um aditivo para acelerar o tempo de degradação em condições ambientais favoráveis. Contudo, esse tipo de plástico também não consegue substituir os plásticos convencionais na maioria de suas aplicações, e os efeitos de sua degradação no meio ambiente ainda estão sendo pesquisados.

No Estado do Rio Grande do Sul são recicladas 66 mil toneladas anuais de plástico, sendo 36 mil aparas limpas, descartadas pela própria indústria. As outras 30 mil toneladas representam

15% de todo o plástico que iria para aterros sanitários e lixões. Cerca de 63 empresas prosperam nos negócios com esse tipo de resíduo, e juntas acumulam faturamento estimado em R\$ 18 milhões anuais.

3.1.1. Tipos de plástico

Existem diferentes categorias de plásticos. O grupo a que o material pertence irá determinar sua utilização e reutilização ideal. O símbolo da reciclagem com um número ou uma sigla no centro, muitas vezes encontrado no fundo dos produtos, identifica o plástico utilizado.

Utilizando-se da legenda a seguir, os tipos de plásticos serão caracterizados, exemplificados e determinados os resultados de sua reciclagem.

Legenda:
♠Exemplos de uso
♣Características principais
♦Resultado da reciclagem



PET - PET (polietileno tereftalato)

- ♠Frascos e garrafas de refrigerante e de uso hospitalar, cosméticos, recipientes para microondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxteis, etc.
- ♣É transparente, inquebrável, impermeável e leve.
- ♦Fibras para a indústria têxtil, pelúcia e carpetes.



PEAD - PEAD (polietileno da alta densidade)

- ♠Embalagens para detergentes, amaciantes e óleos automotivos, sacolas de supermercados, tampas, potes, etc.
- ♣É inquebrável, resistente a baixas temperaturas, leve, impermeável, rígido e com resistência química.
- ♦Tubulações para água e gás, estantes plásticas, etc.



- PVC (policloreto de vinil)

♣Embalagens para água mineral, óleos comestíveis, maioneses e sucos, persianas para janelas, tubulações de água e esgotos, mangueiras, embalagens para remédios, brinquedos, bolsas de sangue, material hospitalar, etc.

♣Rigidez, transparência, impermeabilização, resistência à temperatura e não-quebrável.

♦É muito reutilizado na construção civil (produção de encanamento, painéis de isolamento térmico e acústico, pavimentos, cabos elétricos, etc.), na sinalização rodoviária e para fazer solas de sapato, entre outros.



PEBD - PEBD/PELBD (polietileno de baixa densidade/ polietileno linear de baixa densidade)

♣Sacolas para supermercados e lojas, filmes para embalar leite (caixa longa vida) e outros alimentos, sacaria industrial, filmes para fraldas descartáveis, bolsa para soro medicinal, sacos de lixo, etc.

♣Flexibilidade, leveza, transparência e impermeabilidade.

♦Sacos de supermercados, tubos e películas impermeáveis.



PP - PP (polipropileno)

♣Filmes para embalagens e alimentos, embalagens industriais, cordas, tubos para água quente, fios e cabos, frascos, caixas de bebidas, autopeças, fibras para tapetes, utilidades domésticas, potes, fraldas, seringas descartáveis, etc.

♣Conserva o aroma, é inquebrável, transparente, brilhante, rígido e resistente a mudanças de temperatura.

♦Mobiliário (cadeiras de plástico), películas para a indústria em geral e contentores. É muito aproveitado também na indústria automotiva (para-choques, baterias, condutores, para o sistema de aquecimento e revestimento para o fundo do chassi).



PS - PS (poliestireno)

♣Potes para iogurtes, sorvetes e doces, caixas de CD, bandejas de frios, geladeiras (parte interna da porta), pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, brinquedos, etc.

♣ Impermeável, inquebrável, rígido, transparente, leve e brilhante.

♦ Vasos e cabides.



OUTROS - Outros

♣ Solados, autopeças, chinelos, pneus, acessórios esportivos e náuticos, plásticos especiais e de engenharia, CDs, eletrodomésticos, gabinetes de computadores, etc.

♣ Flexibilidade, leveza, resistência à abrasão, possibilidade de *design* diferenciado.

♦ Diversas utilidades domésticas.

3.1.2. Alternativas

Há muitos bairros e municípios onde já existe um sistema de coleta seletiva. Se assim for, basta deixar o material de plástico junto ao lixo seco, como já mencionado. Informações sobre a disponibilidade do serviço para localidades estão contidas no Cempre (Compromisso Empresarial para Reciclagem): www.cempre.org.br. Contudo, há muitas localidades onde não há coleta seletiva e outros onde ela só ocorre uma ou duas vezes por semana. Isso dificulta que a população brasileira se empenhe mais na preservação do ambiente, pois, mesmo que a pessoa separe o seu lixo, mesmo que ela convença o seu condomínio a fazer o mesmo, o esforço acaba se tornando inútil quando o caminhão de coleta convencional junta todos os tipos de resíduos, secos e molhado.

Mesmo com falhas nas ações cabíveis do governo ou até do próprio município, há medidas conscientes que a população pode adotar. Uma alternativa é procurar separar tudo o que for plástico e levar o material até um posto de coleta em vez de deixar para um lixeiro. O Cempre também informa sobre postos de coleta e cooperativas de catadores em todo o Brasil. Além de alternativas quanto à segregação/disposição destes resíduos, mudanças de hábitos de consumo também podem minimizar os efeitos dos resíduos sólidos sobre o ambiente, entre eles:

- a) Preferir roupas feitas com tecidos de fibras naturais ou mistas às fibras sintéticas.
- b) Evitar comprar produtos frescos em embalagens de plástico.

- c) Não utilizar produtos de plástico que não podem ser reaproveitados, como máquinas de fotografar descartáveis, lâminas de barbear, etc.
- d) Escolher produtos com embalagem de uma única cor, impressa apenas no rótulo ou, então na menor superfície possível.
- e) Dar preferência a produtos concentrados (como detergentes e sabões). Preferir também aqueles que são recarregáveis (com refil).
- f) Evitar usar sacolas plásticas. Levar ao supermercado sacola reutilizável.
- g) Quando for separar os produtos de plástico para a reciclagem, não se esquecer de retirar tampas e rolas – os rótulos podem ficar.

3.2. A Questão do Papel

No Brasil, a disponibilidade de aparas de papel é grande. Mesmo assim, as indústrias precisam periodicamente fazer importações de aparas para abastecer o mercado. Quando há escassez da celulose e o conseqüente aumento dos preços do reciclado, as indústrias recorrem à importação de aparas em busca de melhores preços. No entanto, quando há maior oferta de celulose no mercado, a demanda por aparas diminui, abalando fortemente a estrutura de coleta, que só volta a se normalizar vagarosamente. No Brasil, há pouco incentivo para a reciclagem de papel.

A reciclagem do papel é tão importante quanto sua fabricação. A matéria-prima para a fabricação do papel já está escassa, mesmo com políticas de reflorestamento e com uma maior conscientização da sociedade. Com o uso dos computadores, muitos cientistas sociais acreditavam que o uso de papel diminuiria; principalmente na indústria e nos escritórios, mas isso não ocorreu e o consumo de papel nas duas últimas décadas do século XX foi recorde.

Na fabricação de uma tonelada de papel, a partir de papel usado, o consumo de água é muitas vezes menor e o consumo de energia é cerca da metade. Economizam-se 2,5 barris de petróleo, 98 mil litros de água e 2.500 kw/h de energia elétrica com uma tonelada de papel reciclado.

A Tabela 5 identifica os papéis recicláveis e não-recicláveis.

Tabela 4: Papel Reciclável x Papel Não-reciclável

Reciclável	Não-reciclável
Caixa de papelão	Papel sanitário
Jornal	Copos descartáveis
Revista	Papel carbono
Impressos em geral	Fotografias
Fotocópias	Fitas adesivas
Rascunhos	Etiquetas adesivas
Envelopes	
Papel timbrado	
Embalagens longa-vida*	
Cartões	
Papel de fax	

*papel + plástico + alumínio

Fonte: AMBIENTE BRASIL, 2006.

3.2.1. Vantagens da reciclagem de papel

Primeiramente, a reciclagem do papel proporciona a redução dos custos das matérias-primas: a pasta de aparas é mais barata que a celulose de primeira.

Pode-se ter muita economia no que tange aos recursos naturais. Como se pode observar a seguir:

- a) Madeira: Uma tonelada de aparas pode substituir de 2 a 4 m³ de madeira, conforme o tipo de papel a ser fabricado, o que se traduz em uma nova vida útil para 15 a 30 árvores;
- b) Água: Na fabricação de uma tonelada de papel reciclado são necessários apenas 2.000 litros de água, ao passo que, no processo tradicional, este volume pode chegar a 100.000 litros por tonelada;
- c) Energia: Em média, economiza-se metade da energia, podendo-se chegar a 80% de economia quando se comparam papéis reciclados simples com papéis virgens feitos com pasta de refinador;
- d) Redução da Poluição: Teoricamente, as fábricas recicladoras podem funcionar sem impactos ambientais, pois a fase crítica de produção de celulose já foi feita anteriormente. Porém as indústrias brasileiras, sendo de pequeno porte e competindo com grandes indústrias, às vezes subsidiadas, não fazem muitos investimentos em controle ambiental.

Estima-se que, ao reciclar papéis, sejam criados cinco vezes mais empregos do que na produção do papel de celulose virgem e dez vezes mais empregos do que na coleta e destinação final de lixo.

O papel reciclado pode ser aplicado em caixas de papelão, sacolas, embalagens para ovos, bandejas para frutas, papel higiênico, cadernos e livros, material de escritório, envelopes, papel para impressão, entre outros usos.

3.2.2. Alternativas

É difícil reduzir a quantidade gerada como resíduo. Para a redução do descarte de papel no ambiente é preciso mudança de hábitos: adotando a prática de medidas que busquem a redução da fonte de geração. Como a cópia em ambos os lados da folha a ser impressa, além de diminuir o tamanho das folhas. A automação dos escritórios e a desburocratização também favorecem a redução da quantidade de papéis.

3.3. A Questão da Lata de Alumínio

A lata de alumínio é usada basicamente como embalagem de bebidas. Cada brasileiro consome, em média, 54 latinhas por ano. Além de reduzir o lixo que vai para os aterros a reciclagem desse material proporciona significativo ganho energético. Para reciclar uma tonelada de latas se gasta 5% da energia necessária para produzir a mesma quantidade de alumínio pelo processo primário. Isso significa que cada latinha reciclada economiza energia elétrica equivalente ao consumo de um aparelho de TV durante três horas. A reciclagem evita a extração da bauxita, o mineral beneficiado para a fabricação da alumina, que é transformada em liga de alumínio. Cada tonelada do metal exige cinco de minério.

No Brasil, a lata de alumínio corresponde a menos de 1% dos resíduos urbanos. Em 2004, o Brasil reciclou 9 bilhões de latas de alumínio, que representam 121 mil toneladas. O material é recolhido e armazenado por uma rede de aproximadamente 130 mil sucateiros, responsáveis por 50% do suprimento de sucata de alumínio à indústria. Outra parte é recolhida por supermercados, escolas, empresas e entidades filantrópicas. O mercado brasileiro de sucata de latas de alumínio, entre 2000 e 2004, teve um crescimento significativo, devido ao aumento da participação de condomínios e clubes nos programas de coleta seletiva.

Outro dado relevante é o surgimento de cooperativas e associações de catadores em todo o país. A participação dessas entidades na coleta de latas de alumínio passou de 43% para 52% nos últimos quatro anos.

Com liga metálica mais pura, essa sucata volta em forma de lâminas à produção de latas ou é repassada para fundição de autopeças.

As latas de alumínio são recipientes de pouco peso e, nos últimos 20 anos, a espessura dos recipientes de alumínio diminuiu cerca de 30%, revelando uma tendência positiva no setor.

O material não é compostável. As embalagens de alumínio se degradam parcialmente nos aterros devido à existência de uma camada de óxido em sua superfície. Por isso, deve ser retirado por processos manuais ou mecânicos do lixo encaminhado para compostagem.

3.3.1. Alternativa

Uma vez que a lata de alumínio é o material reciclável mais valioso o ideal é que todo ele seja separado para reciclagem.

3.4. A Questão da Lata de Aço

As latas de aço, produzidas com chapas metálicas conhecidas como folhas de flandres, têm como principais características a resistência, a inviolabilidade e a opacidade. São compostas por ferro e uma pequena parte de estanho (0,20%) ou cromo (0,007%) - materiais que protegem contra a oxidação e evitam por mais de dois anos a decomposição de alimentos. Quando reciclado, o aço volta ao mercado em forma de automóveis, ferramentas, vigas para construção civil, arames, vergalhões, utensílios domésticos e outros produtos, inclusive novas latas.

No Brasil, são consumidas cerca de 1 milhão de toneladas de latas de aço por ano, o equivalente a 4 quilos por habitante, correspondendo a 2,5% em peso do lixo domiciliar das grandes cidades brasileiras.

No Brasil, como no resto do mundo, o mercado de sucata de aço é bastante sólido porque a indústria siderúrgica precisa da sucata para fazer um novo aço, na verdade, cada usina siderúrgica é uma planta de reciclagem. Esta afirmação se confirma no fato de que 60% do aço mundial são fabricados a partir de sucata de aço. Sendo que a geração interna de sucata nas siderúrgicas nacionais em 2002, 3,3 milhões de toneladas, tendo sido consumidas cerca de 5 milhões de toneladas de sucatas de aço. Entretanto, se levar em conta os dados da produção de folhas metálicas para embalagens de aço - 710 mil toneladas em 2003 – pode-se concluir que o nosso país já dispõe de capacidade instalada para absorver 100% da sucata de embalagens de aço.

Os segmentos que mais utilizam o aço para embalagens são os de óleos comestíveis (64%), leite em pó (62%), leite condensado (83%), tintas e vernizes (89%), vegetais (81% - frutas, azeitonas, legumes, palmitos), extrato de tomate (67%) e molho de tomate (66%). Este mercado movimenta R\$ 20 bilhões e o país consome cerca de 25 bilhões de latas e componentes por ano, representando 6% do mercado nacional de embalagens.

O principal mercado associado à reciclagem de aço é formado pelas aciarias, que derretem a sucata, transformando-a em produtos ou novas chapas de aço. O incremento da coleta seletiva desse material estimula o aumento da demanda de empregos e equipamentos de separação, como eletroímãs.

Por serem magnéticas, podem ser separadas mecanicamente por meio de eletroímãs antes ou depois da incineração. Se incineradas em temperatura acima de 1500 graus centígrados, as latas sofrem intensa oxidação e voltam ao estágio natural de minério de ferro.

As latas de aço que não são recicladas enferrujam. Elas se decompõem, voltando ao estado natural - óxido de ferro.

3.5. A Questão do Vidro

As embalagens de vidro são usadas para bebidas, produtos alimentícios, medicamentos, perfumes, cosméticos e outros artigos. Garrafas, potes e frascos utilizam a metade da produção de vidro do Brasil. Usando em sua formulação areia, calcário, barrilha e feldspato, o vidro é durável, inerte e tem alta taxa de reaproveitamento nas residências. A metade dos recipientes de vidro fabricados no País é retornável. Além disso, o material é de fácil reciclagem: pode voltar à produção de novas embalagens, substituindo totalmente o produto virgem sem perda de qualidade. A inclusão de caco de vidro no processo normal de fabricação de vidro reduz o gasto com energia e água. Para cada 10% de caco de vidro na mistura economizam-se 4% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais e a redução de 9,5% no consumo de água.

No Brasil, todos os produtos feitos com vidros correspondem em média a 3% dos resíduos urbanos, e as embalagens de vidro correspondem a 1%.

O Brasil produz em média 890 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando cerca de 45% de matéria-prima reciclada na forma de cacos. Parte deles foi gerado como refugo nas fábricas e parte retornou por meio da coleta.

O principal mercado para recipientes de vidros usados é formado pelas vidrarias, que compram o material de sucateiros na forma de cacos ou recebem diretamente de suas campanhas de reciclagem. Além de voltar à produção de embalagens, a sucata pode ser aplicada na composição de asfalto e pavimentação de estradas, construção de sistemas de drenagem contra enchentes, produção de espuma e fibra de vidro, bijuterias e tintas reflexivas.

O vidro não é biodegradável e precisa ser separado por processos manuais.

A indústria de vidro vem desenvolvendo técnicas de redução de peso, apostando na diminuição de insumos para fabricação de garrafas mais leves que tenham a mesma resistência.

3.6. A Questão da Matéria Orgânica

O lixo orgânico domiciliar e o de limpeza em logradouros públicos podem ser utilizados para compostagem, através da transformação dos resíduos sólidos orgânicos em um fertilizante denominado composto urbano.

No Brasil, esses componentes orgânicos somam cerca de 60% do peso do lixo coletado. Porém, apenas cerca de 1,5% do lixo sólido orgânico no Brasil é reciclado.

Composto Urbano é a denominação que se dá para um processo de transformação de resíduos sólidos orgânicos não perigosos - restos vegetais e animais - em um adubo bom e barato. Os resíduos urbanos, ou sejam, os restos de cozinha (vegetais e animais), de podas de jardins e de quintais, classificados como lixo domiciliar, fornecem por decomposição efetuada por microorganismos encontrados nesses mesmos materiais orgânicos, dois novos e importantes componentes: sais minerais contendo nutrientes para as raízes das plantas e húmus, material de coloração escura, melhorador e condicionador do solo.

O composto é um fertilizante bom, pelas suas excelentes qualidades, melhorando as propriedades físicas, químicas e bioquímicas do solo. É barato por ser produzido a partir de matéria-prima praticamente sem valor, descartada como lixo. Pelo fato de se produzir composto com resíduos de baixo ou nenhum valor econômico, pode-se adubar as plantas com doses consideradas elevadas.

O composto tem em média 2,5% da soma dos nutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio - NPK. Assim, aplicando-se dez toneladas por hectare, doze vezes maior que a recomendada para um fertilizante mineral, se estará levando para a planta, 250 kg de NPK, mesma quantidade de nutrientes essenciais encontrada no adubo "químico", cujo preço é de R\$ 300 a R\$ 600 a tonelada. O valor do composto orgânico oscila entre R\$40,00 e R\$150,00.

É importante, ainda, ponderar o seguinte:

- a) No aterro, o caldo, também conhecido por chorume, que resulta do processo de degradação natural do lixo, se não for corretamente tratado, irá contaminar o lençol freático e os cursos d'água das proximidades;
- b) Não é indicada a incineração de resíduos orgânicos domiciliares, uma vez que estes possuem baixíssimo poder calorífico, com altas concentrações de água.

3.6.1. Alternativas

Existem várias maneiras de se promover a redução do desperdício, com a diminuição da geração de resíduos orgânicos, seja em restaurantes, indústrias ou mesmo domicílios. Em todos os casos vale a criatividade e o esforço em educar.

No centro de abastecimento de alimentos, em Santo André, na grande São Paulo, os atacadistas separam o que pode ser doado. Tudo o que é recolhido vai para o banco de alimentos. A nutricionista faz uma nova seleção e escolhe o que vai ser distribuído. Na fase experimental, passaram por aqui uma tonelada de alimentos por dia. Almoço e jantar para três mil pessoas. "É uma idéia simples e fácil de ser implementada por qualquer município", afirma o coordenador do banco de alimentos, Nilton Gomes Júnior. Para colocar o projeto em prática a prefeitura investiu no convencimento. Uma panificadora, por exemplo, deixava de vender seis toneladas de pães por mês. Pães próprios para o consumo, mas fora do padrão de qualidade. Até que um dia, alguém perguntou para o empresário se ele podia colaborar. "Se todas as empresas, que trabalham na área alimentícia, têm esse mesmo problema fizessem esse tipo ação, ajudaria a resolver parte da fome no nosso município e do nosso Estado", diz o empresário Luís Nicoletti. O carro do banco de alimentos chega a uma das 43 instituições cadastradas. A quantidade que vai para cada asilo, escola ou creche é definida pelos técnicos

do banco. Uma vez por mês a nutricionista acompanha a distribuição e ensina como conservar os alimentos. Com as refeições garantidas, a creche deve abrir mais vagas. "Hoje nos atendemos 45 e nosso projeto é de atender 150 crianças num futuro próximo", conta Maria Aparecida Scotton, coordenadora da creche. O banco de alimentos de Santo André tem capacidade para receber e distribuir 150 toneladas de comida por mês.

3.7. O Caso Positivo do PET

A reciclagem de embalagens PET (polietileno tereftalato), como as garrafas de refrigerantes de um litro, 1,5 litro, 2 litros, e 600ml descartáveis, está em franca ascensão no Brasil. A evolução do mercado e os avanços tecnológicos têm impulsionado novas aplicações para o PET reciclado, das cordas e fios de costura aos carpetes, bandejas de frutas e até mesmo novas garrafas (SEBRAE, 2006).

O maior mercado para o PET pós-consumo no Brasil é a produção de fibra de poliéster para indústria têxtil, onde será aplicada na fabricação de fios de costura, forrações, tapetes e carpetes, entre outros. Outra utilização muito frequente é na fabricação de cordas e cerdas de vassouras e escovas. Outra parte é destinada à produção de filmes e chapas para boxes de banheiro, termo-formadores, formadores a vácuo, placas de trânsito e sinalização em geral. Também é crescente o uso das embalagens pós-consumo recicladas na fabricação de novas garrafas para produtos não alimentícios. As aplicações mais recentes estão na extrusão de tubos para esgotamento predial, cabos de vassouras e na injeção para fabricação de torneiras (CEMPRE, 2006).

No Brasil, 48% das embalagens pós-consumo foram efetivamente recicladas em 2004, totalizando 173 mil toneladas. As garrafas são recuperadas principalmente através de catadores, além de fábricas e da coleta seletiva operada por municípios (CEMPRE, 2006).

3.8. Experiências Bem Sucedidas

O Brasil está repleto de exemplos onde tanto o poder público quanto a iniciativa privada demonstram que coleta seletiva e reciclagem são alternativas viáveis que resultam em ganhos sociais, econômicos e ambientais.

A cidade de São Carlos/SP implantou o programa de coleta seletiva de recicláveis “*Futuro Limpo*” no ano de 2003 tencionando promover a sensibilização e conscientização da sociedade para questões ambientais, aumentando a vida útil do aterro sanitário e a inclusão social de catadores. O modelo de coleta implantado é o porta-a-porta, onde os coletores recolhem os materiais separados pela população. Este trabalho analisa os resultados econômicos e a motivação da venda de recicláveis nos anos de 2004 e 2005. Atualmente são coletados mais de 80 ton/mês, correspondendo a 15% da estimativa de geração na área de abrangência. Do total coletado, 80% são encaminhados para a reciclagem e o restante é caracterizado como rejeito ou materiais sem valor de mercado. Os resultados da venda dos recicláveis demonstram a substituição gradativa de embalagens de vidro pelas plásticas, porém com baixo valor de comercialização. Papel e papelão representam 46,9% dos recicláveis, demonstrando a consolidação da tecnologia e mercado consumidor. Resíduos de alumínio representam 0,66% do material, porém 7,48% da receita, sendo que a coleta informal desvia grande quantidade deste material. Nota-se o aumento na venda do Tetrapark (3,7%) com o incremento de novas tecnologias de reciclagem (plasma).

Na cidade de Guarapuava – PR, um programa chamado “Nosso Lixo” vem sendo desenvolvido desde o 2º semestre de 1999 pela Prefeitura Municipal em conjunto com a Associação de Catadores de Papel de Guarapuava. Esse programa envolve a comunidade local em um processo de educação ambiental, proporcionando melhoria da qualidade de vida, além de gerar renda para classes sociais menos favorecidas. Atualmente, são comercializadas cerca de 150 toneladas de material reciclável, que representam de 5 a 6% do resíduo sólido urbano gerado mensalmente na cidade.

Em parceria com a Ecopet e a ONG Uerê, a Fundação Ondazul inaugurou, em junho, uma usina de reciclagem de resíduos sólidos na comunidade de Vigário Geral, na Zona Norte do Rio. Com investimento de R\$ 300 mil, do Fundo Nacional do Meio Ambiente e da Petrobrás, a usina está fazendo a reciclagem de garrafa plástica PET e de outros materiais, como vidro, alumínio e papelão. O objetivo é iniciar o processo de conscientização ambiental de Vigário Geral. Um dos grandes poluidores da Natureza, provocando enchentes quando jogadas nos rios, as garrafas PET estão sendo recolhidas e transformadas em móveis. A Ondazul prevê a geração de 40 empregos e a fabricação de 550 poltronas e colchões por mês com as garrafas plásticas. Os moradores podem trocar 250 garrafas por uma poltrona, 200 garrafas por um

pufe duplo e, a cada 150 embalagens, obter um pufe unitário. A meta é retirar de circulação cerca de 550 mil garrafas PET.

Projeto Reciclagem e Cultura: Durante os três primeiros meses de funcionamento, a usina de reciclagem de garrafas PET de Vigário Geral já recolheu 70380 garrafas dentro da própria comunidade e de áreas próximas. Uma parte dessas garrafas foi coletada pelas catadoras do projeto durante um mês e três semanas de trabalho e o restante foi trazido pela comunidade em troca dos móveis PET. O número de móveis produzidos pela usina chegou até o momento a 247 peças, incluindo poltronas e puffes. Um dos objetivos do projeto é a capacitação de 40 adolescentes para a produção de móveis a partir de garrafas PET no período de um ano.

Coletar pelo menos duas mil toneladas de material reciclado por mês e ainda transformar o espaço Armazém da Natureza em um modelo nacional de programa voltado para a reciclagem do lixo. Esta é a proposta da Prefeitura de Jundiaí e da empresa 14 de Dezembro que, firmaram uma parceria para reforçar a coleta de material reciclável daquele município do interior paulista. Ainda longe da meta, atualmente o Armazém da Natureza, localizado no Distrito Industrial II, recebe cerca de 600 toneladas por mês de material reciclável. Desse total, 10% correspondem a embalagens longa vida; 7% são garrafas PET; 17% correspondem a papelão; 0,5% são latinhas de alumínio e 1% papéis mistos. Por enquanto, o projeto ainda é totalmente mantido pela Prefeitura Municipal, essa parceria prevê, num prazo de 4 anos, uma redução gradual da destinação de recursos financeiros públicos, até que o Armazém consiga atingir seus objetivos com auto-suficiência. Faz parte do projeto, atingir duas mil toneladas por mês, a implantação da coleta seletiva duas vezes por semana. Além disso, a meta de ampliar os postos de entrega voluntária, chamados de Borboletões, hoje instalados em cinquenta pontos da cidade. Como primeiras medidas para a transformação do espaço, a 14 de Dezembro iniciou a construção de uma balança com capacidade para mil toneladas, a implantação de uma esteira para a seleção de materiais e a aquisição de uma máquina de briquetagem, importada da Alemanha. Foi iniciado, também, o plantio de árvores e a implantação de melhorias que personalizem o Armazém como um espaço voltado para o bem-estar. Em seu estágio inicial de operações, a 14 de Dezembro regularizou a situação trabalhista de todos os funcionários envolvidos no projeto. Também teve início no local a construção de um refeitório e de um novo banheiro, que irão atender às necessidades dos funcionários. A parceria com a Prefeitura inclui uma intensa campanha de conscientização

que será levada para empresas, escolas e demais órgãos públicos. A campanha pretende mostrar a importância da coleta seletiva e da preservação do meio ambiente.

As fábricas da Klabin Embalagens já são conhecidas por figurarem entre as maiores recicladoras de papel do Brasil. Suas três unidades empregam pessoas e geram outros milhares de postos de trabalho indiretos. Porém, há ainda um outro da empresa um pouco menos conhecido, mas que revela um alto grau de comprometimento com o ambiente: o projeto de preservação da vida animal que está ajudando a salvar diversos exemplares da fauna brasileira. Apenas em sua unidade de Piracicaba a Klabin produz mensalmente cerca de 8.500 toneladas de papel utilizando aparas de papelão e embalagens longa vida recicladas. Outras duas unidades recicladoras do Grupo Klabin estão situadas nos Estados de Pernambuco e Rio de Janeiro. Com essa matéria-prima, a Unidade Piracicaba produz papel miolo test liner. Os supervisores de produção da empresa, explicam que a matéria-prima reciclável é comprada de aparistas em todo o país, principalmente no Estado de São Paulo. Assim, são adquiridas 11.400 toneladas de aparas e mais 300 toneladas de embalagens longa vida. No caso da embalagem longa vida, a Klabin aproveita apenas a celulose, que corresponde a 75% do conjunto reciclado. O restante, 20% de plástico e 5% de alumínio, é prensado, enfardado e remetido para outras empresas recicladoras fabricantes de brinquedos, vasos, sinalizadores de rodovias, juntas para estrutura em construção civil, carretéis para fios, etc. No processo de desagregação das embalagens longa vida, a Klabin utiliza um equipamento Hidrapulper HI-Con para alta consistência (15%), com capacidade para decompor 50 toneladas por dia. Os supervisores esclarecem que a fibra da embalagem longa vida, por ser virgem, é de melhor qualidade e merece um tratamento adequado. Até chegar ao produto final, as aparas e embalagens passam por um sofisticado processo de transformação. No início da desagregação, o liquid-Cyclone retira as impurezas pesadas como areia grossa e metais. Em seguida o mini-screen tira os rejeitos leves, como plásticos e grânulos pequenos. Na etapa seguinte, outras três baterias de ultra-clone fazem a depuração fina. Na etapa final, a massa recebe os aditivos como amido, cola e sulfato de alumínio para poder ser transformada em folha de papel. Em seu trabalho de educação ambiental, a Klabin conta com um Centro de Interpretação da Natureza, no município de Monte Alegre, no Paraná, que atrai visitantes brasileiros e do exterior. O Centro conta com criadouros para reprodução de espécies da fauna regional ameaçada de extinção, que depois são soltas nas florestas da Klabin. Por meio dos trabalhos desenvolvidos nesta área, com apoio do IBAMA, já foram identificadas 322 espécies de aves. Mamíferos como o tamanduá-bandeira, o lobo-guará, a lontra e a onça-

parda, podem ser encontrados livres dos predadores nas florestas da Klabin. Com o programa de preservação da fauna, já são encontrados em grande número os macacos-prego, bugios, capivaras, catetos, queixadas, três espécies de veado, felinos de menor porte como a jaguatirica, o gato-do-mato e pequenos mamíferos, como a cotia e o quati, entre outras espécies, num total de cinquenta mamíferos até agora.

Educação. Esta é a principal ferramenta que o município mineiro de Juiz de Fora - MG adotou em sua estratégia para aumentar o volume da coleta seletiva de lixo que hoje abrange 43% da cidade. Para tanto, diversos projetos estão sendo implementados na área de educação ambiental, tendo como público, não só as escolas, mas a população em geral. O programa de educação ambiental nas escolas está sendo implantado por meio de palestras e distribuição de cartilhas. Já a população em geral tem recebido informações e incentivo para a coleta seletiva através de diversos meios como, por exemplo, a distribuição de um folheto didático patrocinado pela Tetrapark ou ainda um programa que prevê a troca de lixo por leite. Se por um lado a municipalidade vem tomando várias ações para aumentar a coleta seletiva, por outro a cidade já conta com uma bem montada estrutura física para o processamento dos materiais. A coqueluche do sistema, a usina de materiais recicláveis, encontra-se instalada em uma área de 77 hectares, localizada no bairro Nova Benfica, na zona norte da cidade. Contando com 30 funcionários, a unidade recebe uma média de 12,5 toneladas de lixo por dia, o que corresponde a apenas 5% do lixo domiciliar do município. Ou seja, há um grande potencial a ser explorado. E a usina está preparada para tanto, uma vez que tem capacidade para processar 160 toneladas por dia, em dois módulos de seleção. A usina dispõe de silo para recebimento e armazenamento do lixo, com capacidade para 160 toneladas; ponte rolante com póliplo, para retirar o lixo do silo e alimentar a linha de produção; esteira de alimentação e dosagem; peneira de pré-separação; peneira rotativa onde é feita a separação da parte fina do lixo; esteira de separação ou seleção, onde é feita a separação do material reciclável; prensa enfardadeira; unidade administrativa e de apoio (vestiários, sanitários, refeitórios, etc.) e uma balança rodoviária, utilizada para o controle do material que chega e que sai da usina. O sistema de coleta seletiva adotado conta com trinta postos de entrega voluntária espalhados em pontos estratégicos da cidade. O morador entrega o material separado previamente em lixo seco e úmido, sendo este último entregue à coleta regular enquanto que o seco é transportado para a usina de reciclagem onde é separado, enfardado e comercializado por meio de leilões. Esse material inclui vidro, metal, plástico e papelão, e ainda as embalagens longa vida.

O programa de coleta seletiva de Curitiba já existe há 11 anos e atinge praticamente 100% da cidade sendo conhecido como "O Lixo que Não é Lixo". A coleta acontece de três formas diferentes: pela prefeitura, com sua frota de caminhões verdes; pelos coletores de material reciclável que integram a Cooperativa dos Coletores de Material Reciclável e ainda a Coleta Especial de Resíduos que cuida do lixo mais perigoso, como pilhas, lâmpadas, embalagens de remédios e de produtos químicos. A face mais criativa do sistema ambiental da cidade é, sem dúvida, a Usina de Valorização de Rejeitos, situada em Campo Magro, município da Grande Curitiba, dentro da Fazenda Solidariedade. Ali o lixo é separado e preparado para a reciclagem. O papel é encaminhado às indústrias papeleiras, o ferro é levado para siderúrgicas, o vidro transparente vai para as cristaleiras, o vidro colorido para as fábricas de garrafas e artefatos deste material, o alumínio para as indústrias de metais não-ferrosos e as garrafas plásticas seguem para diferentes indústrias de reprocessamento. Com este projeto o governo municipal conseguiu vários resultados. Um deles, a geração de empregos, com funcionários em dois turnos tocando a usina 14 horas por dia. Outro aspecto é o da economia de recursos, uma vez que a usina propicia novos produtos do que foi descartado pela sociedade. Há também os dividendos com a venda do material e por fim o aspecto mais importante, a educação ambiental. Quem trabalha na usina e quem visita o local aprende, na prática, a preservar o meio ambiente, porque percebe a importância da limpeza, da organização e da reciclagem. E todas as dúvidas são esclarecidas por uma educadora ambiental que recebe e orienta os visitantes. Parcerias também são frequentemente adotadas como forma de contribuição para a melhoria do sistema de coleta seletiva da cidade. Melhoria, aliás, é algo para onde a população curitibana está sempre com os olhos voltados, afinal, é impossível manter-se o tão almejado padrão de qualidade de vida que tanto se orgulham, sem levar em consideração a questão ambiental.

4. CONCLUSÃO

A problemática dos resíduos sólidos urbanos envolve basicamente dois fatores: a ausência de uma política de gestão por parte do poder público, e o crescente aumento da produção dos resíduos por parte da sociedade. Sabe-se que o problema não será resolvido somente com proposição de uma política de planejamento de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos urbanos pelas autoridades competentes. A população também precisa assumir sua responsabilidade e desempenhar ações relativas aos resíduos sólidos por ela produzidos. Isto só será possível através de seu envolvimento em um processo de educação ambiental.

A ausência de uma política de gestão dos resíduos sólidos por parte do poder público, atrelada a falta de conhecimento dos danos causados pela disposição inadequada dos mesmos em praticamente todo território brasileiro, fazem com que os resíduos sólidos urbanos se tornem um perigoso inimigo do meio ambiente e da saúde da população.

Dentre as soluções viáveis à diminuição dos impactos ambientais negativos, destaca-se a mudança nos padrões de consumo, de atitudes e comportamento no gerenciamento dos recursos naturais e, também, a destinação final adequada dos produtos resultantes das atividades humanas – os resíduos sólidos.

Recomenda-se, diante da realidade identificada neste estudo, que fossem revistos os conceitos e a postura das autoridades públicas locais, especialmente daquelas diretamente responsáveis pelo serviço de coleta de lixo, com vistas na implementação de um longo processo de reeducação da população, de mudança de cultura quanto aos hábitos de consumo, para a sua participação efetiva nos programas de reaproveitamento e coleta seletiva. Paliativamente, sugere-se a otimização do serviço de coleta, com seleção sempre que possível na fonte, mas também *a posteriori*, num processo de triagem de recicláveis, com os seguintes objetivos:

- a) Técnico: aumentar a vida do aterro sanitário;
- b) Econômico: gerar renda através da venda direta para as indústrias de reciclagem, que poderão se não tornar o sistema auto-sustentável, ao menos remunerar as famílias que vivem da catação;

- c) Social: organizar os catadores em associações, de forma que eles possam ser inseridos no meio social pela realização de um trabalho formal que lhes assegure os direitos legais previstos na legislação pertinente;
- d) Ecológico: reduzir, no início da cadeia de consumo, a utilização de produtos que gerem resíduos de difícil pericibilidade e, remediavelmente, reaproveitar ou reciclar os resíduos, de maneira que se poupem os recursos naturais necessários à produção de novos produtos. Além disso, a construção de aterros sanitários evita a degradação das áreas de lixão e a contaminação da água, ar e solo.

Ressalta-se, entretanto, que a cada ente social cabe o seu papel: ao poder público executivo, o de implementar e executar as ações necessárias; ao poder legislativo, judiciário e aos meios de comunicação, o de fiscalização e cobrança; à sociedade como um todo, o de participar efetivamente, atendendo às convocações do poder público, visto que todas as esferas sociais têm o papel e a responsabilidade de conservar e preservar o planeta em que vivem, garantindo as condições de sobrevivência e dignidade humana para as gerações futuras.

Logo, este trabalho reuniu informações importantes sobre os resíduos sólidos urbanos, sobretudo visando à política dos “3 Rs”, sendo o seu conhecimento de grande importância para o desenvolvimento de políticas públicas para a gestão destes resíduos bem como para a reeducação de cada cidadão quanto aos seus hábitos ambientais. Com vistas à redução do volume dos resíduos gerados diariamente, a informação e o conhecimento disseminados podem propiciar melhores condições de saúde humana, qualidade de vida e saúde ambiental.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”. **Manejo Ambientalmente Saudável dos Resíduos Sólidos e Questões Relacionadas com os Esgotos**. Capítulo 21, Rio de Janeiro. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, Centro de Informações das Nações Unidas, 1992.

AMBIENTE BRASIL. Disponível em: www.ambientebrasil.com.br. 2006

ANGELIS NETO G. **As Diferenças nos Instrumentos de Gestão e os Impactos Ambientais Causados por Resíduos Sólidos Urbanos: o Caso de Maringá/PR**. Tese de D.Sc., Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP, Brasil. 1999

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 8419. **Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, ABNT. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10004. **Resíduos Sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro, ABNT. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 12.980. **Coleta, Varrição e Acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos: Terminologia**. Rio de Janeiro, ABNT. 1993.

BALLARIA, O. **O Desperdício**. São Paulo: RR Editores, 1985.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Agenda 21 Brasileira – Bases para Discussão**. Brasília, 2000.

BROLLO, M. J. & SILVA, M. M.. **Política e Gestão Ambiental em Resíduos Sólidos. Revisão e Análise sobre a Atual Situação no Brasil**. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, PB, Set. 2001.

BUSCHINELLI, C. A. C. & SQUERA, J. H. R.. **Lixo urbano: alternativas de manejo a questão da destinação final**. In: 2º Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente. Florianópolis, SC, Brasil. 1989.

CALDERONI, S. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. 4. ed. São Paulo: Humanitas Editora/ FFLCH/ USP. 2000.

CANAL CIÊNCIA. Disponível em: www.canalciencia.ibict.br/pesquisas/. 2006.

CEMPRE. **Reciclagem no Brasil**, www.cempre.com.br. 2006.

CONDER. **Lixo, Como cuidar dele** – Manual para Prefeituras de Pequeno e Médio Portes. Salvador: SRHSH-SEPLANTEC. 1994.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resoluções do CONAMA: Dispõe sobre a Destinação Final de Resíduos Sólidos, n.05, de 05/08/93**, Brasília, SEMA. 1993.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução do CONAMA n.275, de 25 de abril de 2001**, Brasília, SEMA. 2001.

CONSONI, A. J., SILVA, I. C. GIMENEZ FILHO, A.. **“Manual de Gerenciamento Integrado”**. In: Jardim, N. S., Wells, C. (eds), **Disposição Final do Lixo**, 2 ed., capítulo V, São Paul, SP, IPT/CEMPRE. 2000.

DEMAJOROVIC, J.. **Da política tradicional de tratamento de lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, SP, v. 35, n. 3, p. 88 – 93. 1995.

EIGENHEER, E. M.. **Coleta Seletiva de Lixo – Experiências Brasileiras**. Rio de Janeiro, UFF/CIRS. 1999.

FARIAS, J. S., FONTES, L. A. M.. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: O Lixo de Aracajú Analisado sob a Ótica da Gestão do Meio Ambiente.** Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 10, n. 2, p.95-105, abril/junho. 2003.

FERREIRA, A. B. de H.. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira. 1986.

FOSTER, S., VENTURA, M., HIRATA, R.. **Poluição das Águas Subterrâneas.** IG/SP. IG série manuais. Tradução de Hirata/ Ventura. São Paulo. 1997.

FREITAS, I. C., CONDURÚ, M. T.. **A Importância da Informação na Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares, no Bairro do Umarizal, Belém/PA.** In: VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2006.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB 2000, Limpeza Urbana e Coleta do Lixo.** Rio de Janeiro, RJ, Brasil, www.ibge.gov.br/. 2000.

JARDIM, N. S.; WELLS, C.; PRANDINI, F. L.. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995.

BARROS JÚNIOR, C. B. **Os Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Maringá – Um Modelo de Gestão.** Maringá. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá – PR, Brasil. 2002.

KINLAW, D. C. **Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental.**-São Paulo: Makron Books. 1997.

KRANZ, Patrícia. **Pequeno Guia da Agenda 21 Local,** SMAC. 1995.

KUHNEN, A. **Reciclando o Cotidiano. Representações Sociais do Lixo.** Santa Catarina. Letras Contemporâneas. 1995.

LEITE, W. C. A. **Estudo da Gestão de Resíduos Sólidos: Uma Proposta de Modelo Tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5) como Referência.** São Carlos. Tese de D.Sc., Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Brasil. 1997.

LEME, F. P. **Engenharia do Saneamento Ambiental.** Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos. 1984.

LIMA, L. M. Q. **Lixo, Tratamento e Biorremediação.** 3ª ed. Hemus. São Paulo. 1995.

LIMA, N. A. M. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil.** 1ª ed. Abes. João Pessoa, PB. 2001.

LINDENBERG, R. C. **Métodos de Tratamento e Disposição Final dos Sólidos Urbanos.** Curso ABLP (Associação Brasileira de Limpeza Pública), Curitiba/PR, Brasil. 2000.

LINS, C. M. M., LINS, E. A. M., ALVES, I. R. F.S., FIRMO, A. L. B., BRITO, A. R. **Análise das Ações Mitigadoras sobre os Impactos Ambientais Negativos Ocorridos no Aterro de Aguazinha/PE.** In: VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2006.

LIXO. **Um Site Ecológico sobre Lixo, Coleta Seletiva, Preciclagem e Endereços na Rede.** Disponível em: www.lixo.com.br/legislacao.htm. 2006

NITTA, Alex. **Desenvolvimento Sustentável: Análise da Globalização e o Impacto no Meio Ambiente.** Biblioteca Virtual do DAD, 2000.

OLIVEIRA, W. E. **Introdução ao Problema de Lixo.** Revista D.A.E., n.74, (Dez), pp.58-69. 1969.

OLIVEIRA, W. E. **Resíduos Sólidos.** Revista D.A.E., n.97, pp.96-103. 1974.

PAULELLA, E. D. & SCAPIM C. O. **Campinas: A Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos.** Campinas, Secretaria de Serviços Públicos, Secretaria da Administração.

PENIDO, J. H., 2002. **Avaliação dos Resultados da Pesquisa Nacional sobre Saneamento Básico PNSB-2000**. Trabalho Técnico; www.resol.com.br/.1996.

Revista Clínica Veterinária, v.2, n. 7, março/abril, 1997.

RIBEIRO, M. D., LEITE, V. D., PRASAD S. **Avaliação dos Impactos Sociais, Econômicos e Ambientais da Reciclagem de Resíduos Metálicos e Plásticos em Cidade de Médio Porte**. In: VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2006.

SALGADO, M. G. **Remediação de Áreas Degradadas pela Disposição de Resíduos Sólidos – Estudo de Caso da Cidade de Americana-SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, área de concentração Recursos Hídricos e Saneamento). Campinas: UNICAMP, 1993.

SANTANA FILHO, R. **Aterro Sanitário**. In: Técnicas de tratamento de lixo domiciliar urbano. Curso ABES, Belo Horizonte, MG, Brasil, pp. 13-43. 1992.

SCHALCH, V., LEITE, W. C. de A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Curso sobre Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Associação Sanitária e Ambiental – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 1995.

SEBRAE. **Ponto de Partida: Reciclagem de plástico**. Disponível em: www.sebraemg.com.br/Geral/visualizadorConteudo.aspx. 2006.

VIANA, V. B. D. **Diagnóstico Sócio-Ambiental do Lixão da Cidade de Campina Grande-PB**. Dissertação (Mestrado) PRODEMA/UEPB/EFPB. Campina Grande-PB. 2002.

World Commission on Environment and Development. **Our common future**. Oxford University Press, 1987.

**Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900**

Tel: (044) 3261-4324 / 4219 Fax: (044) 3261-5874