

IVANIR CABRAL

RESÍDUOS SÓLIDOS

2003

BIBLIOTECA
SRA. VERA T. DE ANDRADE
UNIPAC - Tecnológica

CNPJ 1700078/0001-66
Fundação Presidente Antônio Carlos
Rua Mons. José Augusto, 203
556, José - CEP 36205-018

IVANIR CABRAL

RESÍDUOS SÓLIDOS

Monografia apresentada a Professora Rachel Zacharias do Curso de Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos, como exigência final para obtenção de título.

2003

BIBLIOTECA
SRA. VERA T. DE ANDRADE
UNIPAC - Tecnológica

***A meus pais, pela vida e por
ser o que hoje sou...***

ii

BIBLIOTECA
SRA. VERA T. DE ANDRADE
UNIPAC - Tecnológica

AGRADECIMENTOS

A Deus, justo e bom, agente de maravilhas em minha vida.

A todos os familiares, amigos e incentivadores, pelos bons momentos.

Aos docentes do curso de Meio Ambiente da Unipac, pela disponibilidade e dinamismo em todos os momentos.

***“Liberdade não é agir arbitrariamente, mas ser capaz de fazê-lo
sensatamente”.***

(s/a)

iv



RESUMO

Para que um resíduo sólido seja disposto adequadamente, é necessário classificá-lo segundo as Normas Técnicas Brasileiras, cuja principal é a NBR 10.004. Resíduos sólidos industriais não-inertes normalmente têm sido encaminhados para disposição final em aterros controlados, que em sua maioria não operam de forma eficiente, além de estarem geralmente localizados próximos a núcleos populacionais e ecossistemas importantes. A fim de avaliar a toxicidade potencial dos resíduos produzidos em indústrias de diferentes segmentos, 21 amostras foram analisadas de acordo com as orientações descritas na NBR 10.004. Das amostras estudadas, 18 foram classificadas como resíduos não-inertes. Os principais parâmetros que contribuíram para a classificação das amostras em resíduos não-inertes foram: alumínio, ferro, manganês, fenol e surfactantes. Destes, o alumínio, o manganês e o fenol são as substâncias de maior interesse toxicológico para a saúde humana e ambiental, uma vez que podem alterar a qualidade das águas subterrâneas localizadas nas áreas de disposição de resíduos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Classificação de Resíduos; Meio Ambiente.

SUMÁRIO

Introdução.....	07
II. Resíduos Sólidos: conceituações	11
2.1 - Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	16
2.2 - Legislação Técnica.....	19
2.3 - Organização e política da gestão de resíduos.....	20
III. Resíduos Sólidos Urbanos e ambiente.....	27
3.1 - Resíduos sólidos	27
3.2 - Resíduos gasosos	30
3.3 - Resíduos líquidos	30
3.4 - Classificação dos resíduos	31
3.5 - Resíduos Tóxicos	33
IV. Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte	34
4.1 - Implantação	34
4.2 - Geração de renda.....	38
4.3 - Funcionalismo municipal.....	39
4.4 - Gerenciamento e parcerias	39
4.5 - Dificuldades	40
4.6 - Resultados práticos	41
4.7 - Coleta seletiva e o princípio dos 3 Rs.....	43
4.7.1 - Requisitos	45
4.7.2 - Parcerias.....	45
4.7.3 - Experiência gaúcha	46
4.7.4 - Resultados.....	48
Considerações Finais	50
Referências Bibliográficas	52

INTRODUÇÃO

O número e a gravidade dos desequilíbrios ambientais provocados pelas atividades humanas jamais atingiram níveis tão alarmantes. A gradativa destruição do meio ambiente, provocado pelo homem, representa uma ameaça a todas as espécies vivas. Na visão ecológica, o acelerado crescimento da população mundial – particularmente dramático nas grandes cidades do planeta – é o principal responsável pelos desastres ambientais acumulados que ameaçam a vida na Terra. O uso de energia cresceu oitenta vezes, com profundas conseqüências para a circulação de produtos químicos, como o carbono, o enxofre e o nitrogênio.

A produção industrial cresceu mais de cem vezes em cem anos. E, desde o começo do século XVIII, o planeta perdeu 6 milhões de quilômetros quadrados de florestas – uma área maior que a Europa. Como o nosso lar, a Terra é nosso abrigo, fonte de alimento e de recursos materiais.

Para que um resíduo tenha destino adequado, é necessário que ele seja classificado de acordo com as normas brasileiras. A NBR 10.004 - Classificação de resíduos (ABNT, 1987c) classifica os resíduos em três classes: classe I - perigosos; classe II - não-inertes; classe III - inertes. Essa classificação baseia-se na presença de certas substâncias perigosas, relacionadas na norma, e em testes laboratoriais complementares, nos quais vários parâmetros químicos são analisados nos extratos lixiviados e solubilizados dos resíduos.

Apesar de a NBR 10.004 ser baseada em procedimentos americanos, relacionados no *Code of Federal Registry - Title 40 (CFR 40) - Protection of Environment (USA, 1994)*, a classificação dos resíduos sólidos em três classes é peculiar à norma brasileira, pois o CFR 40 orienta para a classificação dos resíduos apenas em perigosos e não-perigosos, sem mencionar o teste de solubilização dos resíduos, que é o principal responsável pela classificação dos resíduos não-inertes e inertes segundo a norma brasileira.

O processo produtivo, na grande maioria das vezes, tem como consequência a geração de resíduos que precisam de tratamento e destino adequados, uma vez que diversas substâncias bastante comuns nos resíduos industriais são tóxicas e algumas têm a capacidade de bioacumulação nos seres vivos, podendo entrar na cadeia alimentar e chegar até o homem. A realidade vivida pelo setor industrial no Brasil é bastante peculiar. Apesar de o gerador ser o responsável pelo destino de seus resíduos, a escassez de informações e de alternativas disponíveis para esse fim e a carência de pessoal especializado fazem com que algumas indústrias dispensem pouca ou nenhuma atenção a tal responsabilidade. Esse descaso muitas vezes é motivado pela deficiência na fiscalização e na crença de que o tratamento ou destino adequado dos resíduos acarretará altos custos para as empresas.

As indústrias localizadas no Estado do Rio de Janeiro produzem toneladas de resíduos que muitas vezes têm destino desconhecido ou são despejados, sem autorização dos órgãos competentes, em vazadouros (muitos dos quais clandestinos) ou cursos d'água. Entretanto, do total de aproximadamente 500.000 toneladas de resíduos industriais produzidos mensalmente no estado pelas indústrias inventariadas pelo órgão de fiscalização ambiental do Estado do Rio de Janeiro, a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), a maior

parte constitui-se de resíduos não-inertes (classe II), seguido de resíduos inertes (classe III) e, por fim, de resíduos perigosos (classe I) (FEEMA, 2000).

As principais formas de tratamento e destinação dos resíduos industriais produzidos no Estado do Rio de Janeiro são: reciclagem, aterro municipal, co-processamento, aterro industrial, estocagem, incineração, incorporação, fertilização ou *landfarming* e aterro de terceiros. Com relação aos resíduos não-inertes, porém, as principais formas de tratamento e destino incluem a reciclagem, a estocagem na própria indústria e o despejo em aterros municipais (FEEMA, 2000).

Como o Estado do Rio de Janeiro não possui aterros para resíduos industriais não-inertes, verifica-se por meio dos dados inventariados pela FEEMA que muitos resíduos dessa classe estão sendo depositados em aterros municipais (FEEMA, 2000). No entanto, vários dos aterros localizados no Estado do Rio de Janeiro não operam de forma eficiente, transformando-se em fontes potenciais de contaminação ambiental e de riscos à saúde humana (FEEMA, 1998). Muitas dessas áreas estão inadequadamente localizadas nas proximidades de cursos d'água, núcleos populacionais e ecossistemas de grande interesse ecológico, como é o caso do aterro de Gramacho, situado na região metropolitana do Rio de Janeiro às margens da Baía de Guanabara, em área de manguezais (COMLURB, 1993), e o aterro controlado do Morro do Céu (Niterói, Rio de Janeiro), instalado em área de florestas secundárias e nascentes (Sisinno & Oliveira, 2000), cujo potencial de contaminação ambiental tem sido avaliado em alguns estudos, como os de Pereira Netto et al. (2002) e Sisinno & Moreira (1996). O acúmulo de detritos domésticos e industriais biodegradáveis e de resíduos de combustíveis nuclear (lixo atômico) sobre o solo, no subsolo, na atmosfera e nas águas continentais e marítimas desprende substâncias tóxicas, não absorvidas pela natureza, e provoca danos ao meio ambiente e doenças nos seres humanos.

As substâncias não biodegradáveis estão presentes nos plásticos, produtos de limpeza, tintas e solventes, em pesticidas e produtos eletroeletrônicos, e na radioatividade desprendida pelo urânio e outros metais atômicos, como o céσιο, utilizados em usinas, armas nucleares e equipamentos médicos. É encontrado tanto nos países desenvolvidos, onde é comum a utilização de produtos descartáveis, quanto nas regiões subdesenvolvidas, que não dispõem de tecnologias adequadas ao tratamento desses resíduos químicos perigosos. Muitos dos produtos descartáveis, entre eles os plásticos, permanecem quase indefinidamente poluindo o meio ambiente.

O lixo doméstico tem contribuído profundamente para poluir o planeta o qual vivemos. Como o número de habitantes é enorme nas grandes cidades quando comparado com as pequenas cidades, ocorre então, o aumento de consumo de produtos pela população. Assim, aparece o problema do acúmulo de lixo, como onde deve ser colocado o lixo da população brasileira.

Hoje em dia, a situação do acúmulo de lixo já está melhor. Surgiu o Aterro Sanitário, que ao contrário de um simples depósito de lixo (lixão), é uma obra de engenharia sanitária – se preocupa com a necessidade de proteção e conservação do meio ambiente, ao armazenar lixo.

O lixo doméstico deveria ser separado pois isto diminuiria o acúmulo de lixo, já que boa parte desse material pode ser reciclado pelas indústrias e em muitas localidades ainda não existe o processo de coleta seletiva. Porém, para começar a desenvolver esse projeto, depois de implantado, as pessoas devem tomar consciência de como é feito e o motivo pelo qual é feito.

Com o aumento do consumo de produtos industriais pela população brasileira, as indústrias lucram cada vez mais. Porém, cada vez mais ocorre o acúmulo de lixo, junto com o desperdício.

II. RESÍDUOS SÓLIDOS: CONCEITUAÇÕES

Os resíduos sólidos são classificados em três categorias, conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1987), NBR 10.004, em:

Resíduos Classe I - Perigosos: resíduos sólidos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Resíduos Classe II - Não Inertes: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I (perigosos) ou na Classe III (inertes). Estes resíduos podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade, ou solubilidade em água.

Resíduos Classe III - Inerte: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos a testes de solubilização não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas, excetuando-se os padrões: aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo destes materiais podemos citar, rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Segundo Gomes (1989), os RSU são classificados de acordo com seus diferentes graus de biodegradabilidade:

- Facilmente degradáveis: materiais de origem biogênica;
- Moderadamente degradáveis: papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- Difícilmente degradáveis: trapos, couro (tratado), borracha e madeira;
- Não - degradáveis: vidros, metal, plástico.

Todas as indústrias deveriam fazer o processo de reciclagem. Pois, é um método que beneficia estas como que ajuda na prevenção de danos ambientais. É extremamente importante haver um processo que vise a recuperação do lixo. A coleta seletiva e posteriormente a reciclagem são considerados como aspectos da recuperação de detritos ocorridos através de reprocessamento, para uso industrial. Permite reduzir substancialmente a quantidade de lixo jogada no meio ambiente, o que resulta em menor agressão à natureza e, economicamente, reverte em ganhos para as empresas. Vidros, papéis, ferros-velhos e metais como alumínio, cobre, chumbo e zinco são os mais reaproveitados. Todas as grandes cidades do mundo já dispõem desse recurso, que também ocupa uma grande parcela de mão-de-obra não qualificada. Os lixos doméstico e agrícola podem ser reciclados pelo processo de compostagem, que consiste em deixar uma mistura de restos orgânicos em fermentação; dela é obtido um produto homogêneo, de composição rica em húmus e microrganismos, utilizado como fertilizante natural na agricultura.

Para Oliveira, (1999)

quando dispostos inadequadamente, os RSU constituem problemas 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 RSU, pode causar vários problemas sociais e ambientais:

- Contaminação da população: os RSU espalhados nos lotes vagos ou terrenos baldios, representa um grande potencial de contaminação, visto conterem bactérias e patógenos (microorganismos infectantes);
- Proliferação de vetores: os RSU estocados ou dispostos inadequadamente tornam-se um excelente meio para o surgimento de seres, que podem transmitir várias doenças;
- Catação: a disposição inadequada dos RSU leva algumas pessoas a catá-los, sem nenhuma preocupação com a higiene e segurança, podendo resultar subempregos e má qualidade de vida à estas pessoas;
- Poluição do solo: os RSU dispostos inadequadamente sobre o solo, acarretam várias alterações nas características do mesmo, tornando-se um poluidor potencial de aquíferos;
- Poluição das águas: o carreamento dos RSU pelas águas das chuvas para os fundos de vales, córregos, rios e ribeirões, provoca um grande impacto sobre as águas superficiais, poluindo-as, além de constituir obstáculos mecânicos ao livre escoamento das mesmas;
- Poluição do ar: as partículas emitidas para a atmosfera e odores, podem produzir efeitos nocivos ao homem e ao meio ambiente.

No Brasil, são produzidas diariamente 241.614 toneladas de RSU, onde cerca de 90.000 toneladas são de RSD (algo em torno de 26 milhões de toneladas por ano), dispostos, a maioria, a céu aberto (Jardim et al, 1995). A disposição final e o tratamento dos RSU no país, conforme IBGE (1991), era: 76% em céu aberto (lixão); 13% aterro controlado (lixão controlado); 10% aterro sanitário; 0,9% usina de compostagem; 0,1% usina de incineração.

Ferreira (1994) cita que a taxa média de geração dos RSD em áreas urbanas é de, aproximadamente, 0,5 kg por pessoa por dia em países subdesenvolvidos; na cidade de São Paulo a média é de 1,0 kg/pessoa por dia. Em países desenvolvidos pode chegar a 2,0 kg/pessoa por dia. Nos Estados Unidos, o total gerado é cerca de "1,8 kg por pessoa por dia", segundo Hinrichs (1991).

Um gerenciamento integrado de RSU eficaz consiste naquele que completa o uso de práticas administrativas de resíduos, com manejo seguro e efetivo fluxo dos RSU, com o mínimo de impactos sobre a saúde pública e o meio ambiente. Este sistema de gerenciamento integrado de resíduos deverá conter alguns ou todos os seguintes componentes: *“redução de resíduos (incluindo reuso dos produtos); reciclagem de materiais (incluindo compostagem); recuperação de energia por resíduo combustível; disposição final (aterros sanitários)”*, conforme US.EPA (1989).

Para Pereira Neto (2002)

Compostagem consiste num processo biológico de decomposição controlada da fração orgânica biodegradável contida nos resíduos de modo a resultar em um produto estável, similar ao húmus. Este produto final, o composto, definido como sendo um adubo preparado com restos animais e/ou vegetais, domiciliares, separadamente ou combinados, sendo portanto considerado como um material condicionador de solos.

A compostagem, segundo Pereira Neto,(2002) como processo biológico, é afetada por qualquer fator que possa influenciar a sua atividade microbiológica, como: *“taxa de oxigenação (aeração); temperatura; teor de umidade; concentração de nutrientes (relação C/N, principalmente); tamanho da partícula; potencial hidrogeniônico (pH)”*.

Além de condicionar o solo, o composto orgânico tem várias características (Pereira Neto,2002), tais como: melhoria das características físicas estruturais do solo com conseqüente aumento da capacidade de retenção de água e ar do solo, devido a ação agregadora em solos com baixo teor de argila; aumento no teor de nutrientes do solo contribuindo para a estabilidade do pH e melhorando o aproveitamento dos fertilizantes minerais; ativação substancial da vida microbiana e estabelecimento de colônias de minhocas, besouros e outros animais que revolvem e adubam o solo; favorece a presença de micronutrientes e de certas substâncias

antibióticas; além de auxiliar o desenvolvimento do sistema radicular, a recuperação de áreas degradadas, ser utilizado em parques e jardins e como proteção de encostas, na produção de ração animal, etc. Sua aplicação, segundo Lindenberg, (2000) permite, *"pela sua ação sinérgica, aumentar o rendimento da adubação mineral de 30 a 70%."*

Para Sant'ana Filho, (1991) *"a disposição, destinação ou destino final dos RSU consiste em uma das preocupações dos administradores municipais, pois mesmo com o tratamento e/ou aproveitamento dos resíduos, ainda sobram os resíduos do resíduo (rejeito)"*.

Existem sistemas de disposição final como:

- descarga a céu aberto ou lixão: consiste em uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, onde os resíduos são jogados sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública; é a forma mais utilizada nos municípios brasileiros (Jardim et al, 1999);

- aterro controlado (lixão controlado): é uma variação do lixão; nesta forma de disposição, os resíduos sólidos são cobertos com terra, de forma arbitrária, onde reduz os problemas de poluição visual, mas não reduz as poluições do solo, das águas e atmosférica, não levando em consideração a formação de líquidos e gases (Sant'ana Filho, 1991);

- aterro sanitário de RSU: consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública 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-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho e em intervalos menores se necessário, segundo a norma NBR 8.419 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1984).

2.1 - Caracterização dos RSU

A caracterização dos RSU em um município deve ser definida com relação ao objetivo desta caracterização. Normalmente, o principal objetivo é definir a forma de disposição final mais adequada a ser aplicada aos resíduos sólidos gerados em uma determinada comunidade ou viabilizar a implantação de algum sistema de tratamento como, por exemplo, a compostagem (onde é necessário determinar a quantidade média de matéria orgânica que está chegando aos resíduos). Além disso, de acordo com Stech, (1999) pode-se avaliar "a viabilidade do aproveitamento do material inorgânico para instalação de usina de triagem e posterior venda dos materiais recicláveis, caracterizações que são feitas no destino final dos resíduos sólidos".

Jardim et al. (1995) citam que "as características dos RSU são influenciadas por vários fatores como: número de habitantes, poder aquisitivo, nível educacional, hábitos e costumes da população, condições climáticas e sazonais". As mudanças na política econômica de um país também são causas que influenciam na composição dos resíduos sólidos de uma comunidade.

O Quadro 2, mostra a composição física média dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.

Quadro 2 - Composição física média dos RSU no Brasil.

COMPONENTES MÉDIA	(% em peso)
Matéria orgânica	60,0
Papel/papelão	25,0
Metal	4,0
Plástico	3,0
Vidro	3,0
Outros	5,0

Fonte: Jardim et al. (1995)

Segundo dados da CEMPRE (2002)

A preocupação mundial em relação aos problemas ligados aos RSU consta no capítulo 21 do documento final produzido na Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), a Eco-92. Este documento propõe como um dos principais compromissos da humanidade para as futuras gerações o Desenvolvimento Sustentável, que deverá conciliar justiça social, eficiência econômica e equilíbrio ambiental (UN, 1999).

Já dados Do Ministério do Meio Ambiente (2000) afirmam que

As diretrizes da Agenda 21 brasileira seguem as recomendações da CNUMAD e indica como estratégias para o gerenciamento adequado de RSU: a minimização da produção de resíduos; a maximização de práticas de reutilização e reciclagem ambientalmente corretas; a promoção de sistemas de tratamento e disposição de resíduos compatíveis com a preservação ambiental; a extensão de cobertura dos serviços de coleta e destino final (MMA, 2000).

De acordo com Acurio et al., (1997)

O aumento na geração de RSU é um problema atual e crescente em diversos países da América Latina e Caribe (ALC), particularmente mais grave em países com maiores demandas e menor oferta de serviços de limpeza pública. Não se sabe ao certo a quantidade de RSU produzida que não é coletada, estimando-se que não são recolhidos 30% a 50% dos resíduos gerados nas cidades dos países em desenvolvimento.

O mesmo autor (idem) afirma que

Estimativas obtidas de documentos e informações de *experts* do setor de RSU da região da América Latina e Caribe apontam uma taxa de geração *per capita* diária de 0,3 a 0,8kg/habitantes/dia de resíduos sólidos domiciliares (RSD) e de 0,5 a 1,2kg/habitantes/dia de Resíduos Sólidos Municipais (RSM - provenientes da geração residencial, comercial, institucional e de pequena indústria e artesanato), sendo a média regional deste último de 0,92 kg/habitantes/dia.

Na região da América Latina e Caribe, 70% dos RSM são gerados nos domicílios e como são resultantes da atividade econômica, os países mais pobres, além de gerarem menos resíduos, apresentam menor proporção de componentes recicláveis, continua Acurio et al., (1997).

Segundo os dados da *Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios* (PNAD), realizada no Brasil em 1996, 79,9% dos domicílios particulares permanentes tinham o lixo coletado (IBGE, 2000). Entretanto, o acesso à coleta no Brasil apresenta características de desigualdades, conforme a região.

Em 1996, o Nordeste apresentava a menor taxa de lixo coletado (59,7%) e a região Sudeste a maior, com 90,1% (IBGE, 2000). Salvador apresentava, em 1999, uma população beneficiada por coleta de lixo de 94,1% (DATASUS, 2000) e coletava 1,04 kg/habitante/dia de RSD (LIMPURB, 2000). Porém, estudo realizado em Salvador por Barreto et al., (1999) identificou *ausência de coleta porta a porta em 44,0% dos domicílios, levando parte da população, particularmente aquela residente na periferia urbana, a depositar os resíduos domiciliares em canais, encostas e pontos de lixo.*

Vários estudos *demonstram uma associação positiva entre ausência de saneamento e agravos à saúde* (Esrey et al., 1991). Heller (1997), em revisão de 256 estudos sobre saneamento e saúde, identificou que 305 (81,7%) *relacionavam-se a esgoto e água, apenas 4 (1,1%) referiam-se a lixo.*

Os processos de produção, disposição e coleta de RSU que ocorrem no interior das comunidades não estão dissociados de questões estruturais mais gerais que se dão na sociedade, geradoras de desigualdade quanto às condições de sobrevivência.

Assim, a abordagem de aspectos qualitativos sobre a importância atribuída aos RSU, dispersos no ambiente, na saúde de populações periféricas, bem como dos hábitos dessas populações em relação aos RSU, podem constituir-se em elementos esclarecedores sobre o modo como os riscos ocorrem, podendo vir a assumir importância científica como delineador das políticas ambientais e na garantia da preservação das gerações futuras.

2.2 – Legislação Técnica

Verifica-se atualmente uma crescente preocupação com o gerenciamento de resíduos, justificada pela necessidade de redução do uso dos recursos naturais, bem como pela preocupação em se evitar o desperdício de consumo de materiais e de energia.

Sabe-se, numa economia globalizada, que as diretrizes econômicas destinam-se a incentivar o mercado (tanto o produtor quanto o consumidor), mas, por outro lado, diante das mudanças do novo milênio, organismos internacionais e locais já começaram a pressionar a sociedade querendo uma redução dos índices de poluentes, sem a qual, segundo dizem, será impossível a vida na Terra dentro de alguns anos.

Além disso, as conseqüências da gestão inadequada dos resíduos acaba acarretando a degradação do solo, poluição de mananciais, do ar, e crescente incidência de enfermidades relacionadas a vetores que proliferam no lixo, tais como leptospirose, malária, dengue e outros, sem contar os prejuízos que ocorrem à atividade turística.

É importante ressaltar que, por vezes, o resíduo sólido nos desperta uma maior atenção devido ao seu volume e dificuldade de disposição final. Porém, assunto extremamente atual e de igual importância é o gerenciamento da emissão de efluentes líquidos e de gases.

Entende-se por resíduo aquilo que resta de qualquer substância e, mais especificamente, o que sobrou de matéria-prima que sofreu alteração de qualquer agente exterior por processos mecânicos, químicos, físicos, etc. Desta forma, tudo o que é descartado durante o processo de produção, transformação e/ou utilização de bens e de serviços, bem como os restos decorrentes das atividades humanas, em

geral, e que se apresente no estado sólido, semi-sólido, os líquidos e os gases emitidos podem ser entendidos gases emitidos podem ser entendidos como resíduos.

2.3 – Organização e política da gestão de resíduos

Todos os setores da sociedade vêm tentando organizar e gerenciar os resíduos sólidos, no intuito de desenvolver uma política de gerenciamento dos mesmos que vise um aumento dos meios de reaproveitamento combinado com a redução do volume dos resíduos nos aterros sanitários, com o conseqüente aumento da sua vida útil.

Assim, busca-se de forma expressiva as diversas formas de reaproveitamento, tais como reciclagem ao processo, reuso em diferentes oportunidades dentro do empreendimento que estariam cumprindo uma dupla função dentro da gestão ambiental do terceiro milênio: ajudando a preservar o meio ambiente, mas também reduzindo custos dos produtos, tornando e preservando fontes de matéria-prima ao reaproveitar o resíduo dentro da cadeia de produção ou mesmo devolvendo-o ao responsável pela matéria-prima.

Com vistas a tal finalidade foi criado o programa Brasil Joga Limpo, que é um dos 365 programas que integram o Plano Plurianual 2000-2003, o Avanço Brasil, cujas linhas de ação incluem o fomento a projetos de ordenamento da coleta e disposição final, a implantação de sistemas de informação ambiental, criação de normas e instrumentos legais de apoio a projetos demonstrativos. O Programa fomenta projetos com recursos do FNMA - Fundo Nacional do Meio Ambiente.

Em reportagem do Jornal Folha de São Paulo (25 de abril de 2001), foi divulgada uma pesquisa realizada pela Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, apontando que apenas 28,4% dos

municípios paulistas armazenam o lixo adequadamente em aterros sanitários, contra 50,4% das demais cidades que jogam os detritos exclusivamente em lixões.

Só com base nestes dados fica clara a precariedade com que vários municípios tratam da destinação do "seu lixo", seja ele o lixo urbano (doméstico, industrial ou dos serviços de saúde) e os originários das atividades rurais e de transportes.

É necessário distinguir duas ações distintas que devem ser tomadas: uma conscientizando o próprio poder público, que, na maioria das vezes, deixa a questão ambiental por último dentre suas opções de investimento - e a outra refere-se à conscientização da população para os benefícios da redução do lixo efetivamente jogando fora e da reciclagem. Portanto, o incentivo à coleta seletiva e a atuação junto às empresas para que as mesmas desenvolvam planos de monitoramento e controle de sistema envolvendo tais resíduos tornam-se de suma importância na resolução do problema do lixo.

Não se pode deixar de destacar o excelente trabalho da Cooperativa de Catadores de Lixo de Curitiba-PR, os quais, tendo se livrado dos intermediários, conseguem ganhar por mês, em média, R\$ 600,00 reais, segundo dados do jornal Folha de São Paulo (idem).

Embora extremamente importante, sob o enfoque da saúde humana, e do mandamento constitucional da preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações (*caput* do art. 225 da Constituição Federal de 1988), verificamos que a questão de geração e do descarte dos resíduos sólidos carece, ainda, de uma ampla normatização, isto é, de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos que defina, por exemplo: normas relativas à prevenção de geração, reutilização, manejo, acondicionamento, coleta, reciclagem, transporte, tratamento, reaproveitamento e disposição final dos resíduos sólidos.

Sensíveis ao problema, já temos resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) notadamente aquelas sobre pilhas/baterias (257/99), pneus (258/99), sobre os resíduos de serviço de saúde (05/93), prevendo *uma série de regras sobre como deve ser feito o descarte e tratamento de tais resíduos, implementando, inclusive, um certo tempo de adaptação através de um calendário de estratégias a serem adotadas.*

É importante mencionar a importância das resoluções do CONAMA, que é um órgão colegiado, inserido no Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), de composição mista, composto por membros do governo, representantes da comunidade indicados livremente pelas associações civis, previsto pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (nº 6.938/81, que em seu 8º Artigo inclui, dentre as competências do CONAMA, no inciso VII, a possibilidade de: *“estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos”.*

Pode-se notar que o órgão, além da competência que lhe é dada pela referida Lei 6.938/81, tem legitimidade, o que faz com que suas resoluções sejam acatadas e cumpridas. Porém, ao lado de todos os princípios e regras mencionados, destaca-se a necessidade de desenvolvimento de instrumentos para que se possam implementar tais diretrizes, dentre os quais:

- programas de gerenciamento integrado para reutilização do resíduo;
- adoção de incentivos para quem produzir ou consumir sem deixar passivo ambiental;
- valorização dos resíduos, como já vem ocorrendo em certos municípios nos quais a atividade de catador acabou por “resolver” a situação de muitos que nada tinham e hoje “vivem do lixo”, mas de uma forma “limpa e digna”;

- instituição do Seguro Ambiental para certas empresas que desenvolvam atividades extremamente poluidoras ou arrasadoras;

- Sanções Penais (com a Lei nº 9.605/98 já tivemos a regulamentação de tais sanções);

Dentre os instrumentos citados podemos dizer que o CONAMA acatou, dentre tais inovações, os itens de plano de gerenciamento de resíduos, seguro ambiental, centros de recepção de resíduos, bolsas de resíduos, instruções de descarte em embalagens (sejam nas atuais ou para as futuras resoluções).

Segundo Sissino & Oliveira (2000) entende-se que deve-se *caminhar para uma política de não geração de resíduos*. Porém, em havendo a geração, esta deve ser a mais responsável possível aplicando-se, para a resolução do problema, princípios fundamentais da gestão ambiental em conformidade com regras de proteção do próprio consumidor que, por ignorância, faz um descarte equivocado do produto e depois vem sofrer os danos decorrentes de sua própria conduta.

Deve-se ressaltar que a globalização pode assumir um papel importante na medida em que os produtos ecologicamente corretos podem ser mais valorizados no mercado internacional. Além disso, com base em tratados e convenções internacionais, deve-se firmar a idéia de que os países precisam atuar em sintonia na questão ambiental e não somente querendo resolver os problemas nos limites formais de suas fronteiras, já que o meio ambiente não tem fronteiras, e o ar, a água, que são poluídos em determinado país, são os mesmos que circularão no país vizinho. Assim, pode-se concluir que, quanto menos resíduos gerados na produção e no consumo dos produtos, mais economia e redução de custos teremos e, em relação ao meio ambiente, uma melhor qualidade de vida pode-se assegurar.

Durante décadas no Brasil o problema dos resíduos sólidos (lixos) eram encarados como parte do saneamento básico: água, esgoto e lixo, seguindo esta

mesma ordem de importância. O desenvolvimento da consciência ecológica vem dando destaque aos resíduos sólidos, à sua problemática e às suas conseqüências desastrosas para o meio ambiente.

As autoridades brasileiras ainda tratam o lixo como o último tópico do saneamento básico, apesar do crescimento em todo o país dos lixões que abrigam milhares de trabalhadores em condições sub-humanas, além de propiciarem a contaminação do solo e das águas.

Soluções simples para o tratamento do lixo nos grandes e pequenos centros urbanos brasileiros já provaram ser eficientes. Temos, portanto, que encarar como um problema que necessita de resolução a partirmos para uma solução.

Os passos que levam a solução parcial do problema são:

- Acondicionamento do resíduo sólido (lixo);
- Transporte do resíduo sólido (lixo);
- Coleta seletiva;
- Reciclagem;
- Armazenamento do resíduo final;
- Outros.

Os primeiros passos são o acondicionamento e o transporte do lixo, com o estabelecimento de medidas legais que permitam a organização do sistema de limpeza dando início a um melhor funcionamento de todo o sistema de higienização das ruas e do meio ambiente. Dentro das residências, estabelecimentos comerciais, hospitalares e indústrias deverão ser feitos os acondicionamentos necessários, pois reduzem as possibilidades de contaminação até o seu destino final. O transporte constitui fase importante e requer boa parte dos recursos financeiros disponíveis, sendo aconselhável fazer a coleta em dias alternados para baixar os custos.

Sissino & Oliveira (2000) afirmam que:

a coleta seletiva é a coleta consciente e fundamental para o melhor aproveitamento do lixo e produz diversas alternativas como a coleta em locais determinados de resíduos específicos destinados a reciclagem; a coleta distinta para os diferentes resíduos domésticos e um amplo incentivo às indústrias de reciclagem, responsáveis pela conta de seu produto primário entre outras alternativas.

A reciclagem, hoje, enfrenta grandes problemas em sua implantação, devido ao seu alto custo. É chegado o momento de discernir se o custo financeiro é maior do que o custo ambiental e até quando o planeta e a qualidade de vida da população serão prejudicados em benefício de alguns que detêm o controle econômico. A evolução tecnológica atual ainda não propicia um grande aproveitamento do lixo restando sempre um grande resíduo final que precisará ser armazenado até que uma utilidade seja atribuída a ele.

Atualmente no Brasil os lixões, a céu aberto, têm sido o local de armazenamento e se mostram altamente ineficientes, sendo o aterro sanitário a solução provisória mais conveniente. Considerações devem ser feitas aos aterros, devido ao seu grau de periculosidade para o solo e as águas, necessitando de estudos rigorosos do tipo de resíduo a ser aterrado e do local destinado para isso.

Em Brasília, a coleta seletiva ainda não atingiu todo o plano piloto e a reciclagem ainda é um projeto para o futuro. Os lixões estão localizados em áreas abandonadas pelo sistema de limpeza urbana, propiciando focos de doenças e o trabalho sub-humano. O projeto é pouco ousado e não tem se mostrado eficiente.

O problema é constrangedor e precisa de mobilização da comunidade e das autoridades para agilizar o processo de resgate da qualidade de vida do homem e de seu meio. Campanhas que orientam a comunidade, debates nas escolas, fiscalização dos lixões, construções de aterros sanitários, implantação da

coleta seletiva em todo o país são algumas das primeiras atitudes que deveriam ser tomadas pelas autoridades, além do incentivo aos grupos ambientais locais que poderiam ajudar na tarefa de fiscalização e divulgação para a sociedade das campanhas desenvolvidas. Se a comunidade e as autoridades locais trabalharem juntas poderão aumentar o padrão de vida da população.

III. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E O AMBIENTE

Resíduos são o resultado de processos de diversas atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e ainda da varrição pública. Os resíduos apresentam-se nos estados sólido, semi-sólido e líquido.

Ficam incluídos nesta definição tudo o que resta dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou aqueles líquidos que exijam para isto soluções técnicas e economicamente viáveis de acordo com a melhor tecnologia disponível.

3.1 - Resíduos Sólidos

Resíduos sólidos são a denominação genérica para determinados tipos de lixo produzido pelo homem. São representados por materiais descartados por certas atividades humanas.

Os Resíduos sólidos podem ser divididos em grupos, como:

1 . *Lixo Doméstico* — é aquele produzido nos domicílios residenciais. Compreende papel, jornais velhos, embalagens de plástico e papelão, vidros, latas e resíduos orgânicos, como restos de alimentos, trapos, folhas de plantas ornamentais e outros.

2 . Lixo Comercial e Industrial — é aquele produzido em estabelecimentos comerciais e industriais, variando de acordo com a natureza da atividade.

- Restaurantes e hotéis produzem, principalmente, restos de comida, enquanto supermercados e lojas produzem embalagens.
- Os escritórios produzem, sobretudo, grandes quantidades de papel.
- O lixo das indústrias apresenta uma fração que é praticamente comum aos demais: o lixo dos escritórios e os resíduos de limpeza de pátios e jardins; a parte principal, no entanto, compreende aparas de fabricação, rejeitos, resíduos de processamentos e outros que variam para cada tipo de indústria. Há os resíduos industriais especiais, como explosivos, inflamáveis e outros que são tóxicos e perigosos à saúde, mas estes constituem uma categoria à parte.

3 . Lixo Público — são os resíduos de varrição, capina, raspagem, entre outros, provenientes dos logradouros públicos (ruas e praças), bem como móveis velhos, galhos grandes, aparelhos de cerâmica, entulhos de obras e outros materiais inúteis, deixados pela população, indevidamente, nas ruas ou retirados das residências através de serviço de remoção especial.

4 . Lixo de Fontes Especiais — é aquele que, em função de determinadas características peculiares que apresenta, passa a merecer cuidados especiais em seu acondicionamento, manipulação e disposição final, como é o caso de alguns resíduos industriais antes mencionados, do lixo hospitalar e do radioativo.

Com o crescimento acelerado das metrópoles, do consumo de produtos industrializados, e mais recentemente com o surgimento de produtos descartáveis, o aumento excessivo do lixo tornou-se um dos maiores problemas da sociedade moderna. Isso é agravado pela escassez de áreas para o destino final do lixo.

A sujeira despejada no ambiente aumentou a poluição do solo, das águas, do ar e agravou as condições de saúde da população mundial. O volume de lixo tem crescido assustadoramente. E umas das soluções imediatas seria reduzir ao máximo o seu volume e o consumo de produtos descartáveis, reutilizá-los e reciclá-los. Para a Natureza e para o homem, os resíduos podem ser, em geral, reciclados e parcialmente utilizados, o que traz grandes benefícios à comunidade, como a proteção da saúde pública e a economia de divisas e de recursos naturais.

O aterro sanitário é um processo de eliminação de resíduos sólidos bastante utilizado. Consiste na deposição controlada de resíduos sólidos no solo e sua posterior cobertura diária. Uma vez depositados, os resíduos sólidos se degradam naturalmente por via biológica até à mineralização da matéria biodegradável, em condições fundamentalmente anaeróbias. O aterro sanitário é uma obra de engenharia que deve ser orientada por quatro objetivos:

- diminuição dos riscos de poluição provocados por cheiros, fogs, insetos;
- utilização futura do terreno disponível, através de uma boa compactação e cobertura;
- minimização dos problemas de poluição da água, provocados por lixiviação;
- controle da emissão de gases (liberados durante a degradação).

Esse processo tem as seguintes vantagens e desvantagens:

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Processo de baixo custo	Longa imobilização do terreno
Recuperação de áreas degradadas	Necessidade de grandes áreas
Flexibilidade de operação	Necessidade de material de cobertura
Não requer pessoal altamente especializado	Dependência das condições climáticas

Um aterro sanitário é um reator biológico em evolução, que produz:

- resíduos gasosos: CO_2 , metano, vapor d'água, O_2 , N_2 , ácido sulfúrico e sulfuretos
- resíduos sólidos: resíduos mineralizados
- resíduos líquidos: águas lexiviadas.

3.2 - Resíduos Gasosos

Os resíduos gasosos resultam das reações de fermentação aeróbia (desenvolvidos na superfície) e anaeróbia (nas camadas mais profundas); a fermentação anaeróbia dá origem a CO_2 e a CH_4 (metano), o qual pode ser aproveitado para a produção de biogás.

3.3 - Resíduos Líquidos

Os resíduos líquidos, também chamados lexiviados, variam de local para local e dependem de:

- teor em água dos resíduos
- isolamento dos sistemas de drenagem
- clima (temperatura, pluviosidade, evaporação)
- permeabilidade do substrato geológico
- grau de compactação dos resíduos
- idade dos resíduos

Os lexiviados tem elevada concentração de matéria orgânica, de azoto e de materiais tóxicos, pelo que deve ser feita a sua recolha e tratamento, de modo a impedir a sua infiltração no solo.

Devido a grande distância que normalmente os aterros sanitários se encontram, tornam muitas vezes inviável o acesso a esse tipo de destino final.

A prática mais generalizada é o enterramento de resíduos em terrenos adjacentes, muitas vezes sem preparação, em solos inadequados e perto de espécies faunísticas e florísticas de elevada fragilidade, o que dá origem a focos de poluição e de contaminação localizados.

Uma forma de minimizar esses efeitos é a seleção cuidadosa do local (tipo de solo, coberto vegetal, regime hidrológico), sua impermeabilização e seu recobrimento sistemático com terra. A incineração é um processo de combustão controlada (em instalação própria), que permite a redução em volume e em peso dos resíduos sólidos, em cerca de 90 a 60%. Os resíduos são transformados em, gases, calor e materiais inertes (cinza e escórias de metal).

Os grandes inconvenientes desse sistema são a:

- poluição do solo por cinzas e escórias
- a poluição da água pelas águas de arrefecimento das escórias e de lavagem de fumos e pelas escorrências de solos contaminados
- poluição do ar por cinzas voláteis e dioxinas; estas últimas têm um elevado teor tóxico e são agentes de doenças, nomeadamente hiperpigmentação da pele, danos no fígado, alterações enzimáticas, alterações no metabolismo dos lipídios, nos sistemas endócrinos e imunológico e feitos cancerígenos..

O reaproveitamento consiste na utilização dos resíduos para subsidiar outras atividades

- alimentação de animais domésticos (restos de alimentos)
- produção de fertilizantes - compostagem (resíduos sólidos orgânicos)

3.4 - Classes dos Resíduos

Classe 1 - Resíduos Perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em

função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Classe 2 - Resíduos Não-inertes: são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico.

Classe 3 - Resíduos Inertes: são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos destes resíduos são recicláveis. Estes resíduos não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo (se degradam muito lentamente). Estão nesta classificação, por exemplo, os entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações.

Origem	Possíveis Classes	Responsável
Domiciliar	2	Prefeitura
Comercial	2, 3	Prefeitura
Industrial	1, 2, 3	Gerador do resíduo
Público	2, 3	Prefeitura
Serviços de saúde	1, 2, 3	Gerador do resíduo
Portos, aeroportos e terminais ferroviários	1, 2, 3	Gerador do resíduo
Agrícola	1, 2, 3	Gerador do resíduo
Entulho	3	Gerador do resíduo

FONTE: ABNT (2000)

3.5 - Resíduos Tóxicos

São considerados resíduos tóxicos as pilhas, baterias, tintas e solventes, remédios vencidos, lâmpadas fluorescentes, inseticidas, embalagens de agrotóxicos e produtos químicos, as substâncias não biodegradáveis estão presentes nos plásticos, produtos de limpeza, em pesticidas e produtos eletroeletrônicos, e na radioatividade desprendida pelo urânio e outros metais atômicos, como o cério, utilizados em usinas, armas nucleares e equipamentos médicos. O cádmio, níquel, mercúrio e chumbo são os principais contaminantes. A separação adequada desses materiais é muito importante para evitar a contaminação do solo e dos lençóis freáticos.

As pessoas devem tomar alguns cuidados básicos para embalar este tipo de resíduo: acondicionar em sacos plásticos bem fechados, guardá-los em local arejado e protegido do sol, das crianças e dos animais. Os materiais que podem ser reciclados são encaminhados a Centrais de Tratamento específicas. Os medicamentos vencidos, restos de tinta e verniz, e embalagens de inseticidas, que ainda não podem ser reciclados, ficam armazenados no aterro industrial em condições adequadas, para evitar a contaminação do meio ambiente. Esses resíduos são tratados por meio de encapsulamento.

Reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que jogamos fora. A palavra reciclagem foi introduzida ao vocabulário internacional no final da década de 80, quando foi constatado que as fontes de petróleo e outras matérias-primas não renováveis estavam e estão se esgotando. Para compreendermos a reciclagem, é importante "reciclarmos" o conceito que temos de lixo, deixando de enxergá-lo como uma coisa suja e inútil em sua totalidade. O primeiro passo é perceber que o lixo é fonte de riqueza e que para

ser reciclado deve ser separado. Ele pode ser separado de diversas maneiras, sendo a mais simples separar o lixo orgânico do inorgânico (lixo molhado/ lixo seco).

Na natureza nada se perde. Seres vivos chamados decompositores comem material sem vida ou em decomposição. Eles dividem a matéria para que ela possa ser reciclada e usada de novo. Esse é o chamado material biodegradável. Quando um animal morre, ele é reciclado pela natureza. Quando um material é dividido em pequenas peças, as bactérias e fungos, os mais importantes decompositores, já podem trabalhar.

A decomposição aeróbia é mais completa que a anaeróbia por gerar gás carbônico, vapor de água e os sais minerais, substâncias indispensáveis ao crescimento de todos os vegetais, o qual gera o *húmus*, ótimo adubo para o solo.

No processo anaeróbio, são gerados os gases (metano e sulfídrico), que causam um odor desagradável; a decomposição anaeróbia produz um líquido escuro denominado *chorume* (líquido com grande quantidade de poluentes) encontrado normalmente no fundo das latas de lixo. Este chorume é o principal causador da contaminação dos rios e do lençol freático.

Já matéria orgânica encontrada nos RSU, a qual pode ser transformada, pelo sistema de compostagem, em composto orgânico, além de ser um condicionador de solos, aumenta a estabilidade do pH e auxilia na recuperação de solos degradados, pois a maioria dos municípios têm solo pertencente a subclasse VI de capacidade de uso da terra para fins conservacionistas, ou seja, são solos salinos, com baixa capacidade de armazenamento de água, umidade excessiva, medianamente erodidos e suscetíveis a erosão. Também a aplicação de composto orgânico permite aumentar o rendimento da adubação mineral em até 70%. Tais procedimentos são alternativas para o aproveitamento dos resíduos orgânicos, reduzindo os impactos ambientais causados quando dispostos inadequadamente.

A questão do tratamento e/ou aproveitamento dos RSU é a mais problemática, pois a maioria dos municípios não processa seus resíduos. Existe uma confusão, por parte das prefeituras municipais, com relação a disposição final – aterro sanitário, pois a maioria, utiliza o termo aterro controlado, como aterro sanitário e, no entanto, o que se verifica é um lixão controlado (resíduos sólidos cobertos com terra, quando necessário, não levando em consideração as poluições do solo, águas e ar) e não um aterro sanitário seguindo procedimentos de acordo com a ABNT - NBR 8.419/84.

Uma das possibilidades alternativas para as soluções dos problemas de RSU na microrregião seria um ou vários consórcios intermunicipais, com propostas adequadas para o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos. Esta proposta poderia ser com relação à implantação de usina de reciclagem/compostagem ou de triagem (incluindo coleta seletiva e educação ambiental) e construção de aterro sanitário, localizados em municípios com facilidade de escoamento dos materiais recicláveis e composto orgânico matéria orgânica, a qual pode ser transformada, pelo sistema de compostagem, em composto orgânico.

IV. MODELO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE BELO HORIZONTE

Belo Horizonte - MG é uma cidade com aproximadamente 2.060 mil habitantes. Belo Horizonte produz diariamente 4,25 mil toneladas de lixo. As principais fontes de resíduos são a construção civil (52,90% do lixo é composto por entulho), comércio e residências (25,86% do total). O Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, iniciado em fevereiro de 1993, foi implantado buscando diminuir os impactos ambientais decorrentes da geração de lixo.

Seus eixos principais são: a) aprimoramento e universalização dos serviços de limpeza urbana; b) reaproveitamento de materiais e tratamento de resíduos – reciclagem; e c) ações educativas para reduzir a produção de resíduos.

As atividades desenvolvidas em cada um destes eixos visam melhorar as condições de trabalho, a valorização e qualificação dos trabalhadores da área de limpeza urbana – dos servidores da prefeitura aos catadores de papel – e viabilizar mecanismos de participação da sociedade.

4.1 - Implantação

O modelo de gestão de resíduos sólidos foi implantado gradativamente, através de experiências-piloto, que contribuíram para consolidar o programa: antes da proposta ser adotada em larga escala, foram feitos testes em determinados locais, permitindo a correção das falhas.

O programa articulou-se através de diversos projetos:

Compostagem Simplificada: a coleta seletiva é realizada nas próprias fontes geradoras (restaurantes, mercados, podas de árvores e gramados realizadas pela prefeitura). A diferença em relação à coleta realizada em lixões é a não-contaminação com produtos tóxicos. Isso permite a produção de um "composto limpo" de alta qualidade, usado nas hortas comunitárias das escolas públicas e por agricultores de outros municípios.

Projeto Ponto Verde: eliminação de lixões e recuperação de áreas degradadas pelo despejo irregular de resíduos sólidos. Com o fim dos vetores de poluição e da queima de lixo, os espaços estão sendo reapropriados pela população local. Os caminhões comuns que antes faziam a coleta foram substituídos por caminhões compactadores – o que só foi possível com a colaboração da população, que passou a dispor o lixo de forma adequada.

Reciclagem do Entulho: este projeto proporciona uma fonte de economia para a prefeitura, que utiliza o entulho reciclado em obras de pavimentação e manutenção das vias públicas. Os danos ambientais são minimizados na medida em que se evita o despejo de entulhos em terrenos vazios.

Projeto Vilas e Favelas: são utilizados mini-caminhões de coleta adaptados para a topografia destes locais – vias estreitas, pavimentação irregular, declives e aclives de difícil acesso -, possibilitando a ampliação dos serviços de coleta de resíduos sólidos. Caçambas estacionárias são utilizadas somente aos fins-de-semana, para recolhimento de entulho. Assim, a população não deposita resíduos indisciplinadamente e diminui a proliferação de insetos e roedores.

Coleta Seletiva: foi organizada a partir de locais de Entrega Voluntária (LEV's) situados em igrejas, empresas, hospitais públicos e núcleos comunitários.

O público é envolvido no projeto e incentivado a participar através de atividades culturais, que demonstram a necessidade da reciclagem, mostrando-a como um fator benéfico para a natureza, a população e o governo.

Biorremediação no Aterro Sanitário: trata-se de um sistema, inédito no Brasil, que utiliza bactérias para acelerar o processo de decomposição do lixo. Além de ampliar a vida útil do aterro, este sistema gera um composto que pode ser utilizado na recuperação de solos degradados pela ação de mineradoras. O local, situado a 15 quilômetros da região central, com um lago e uma grande área verde arborizada, não possui o mau-cheiro tão comum aos aterros sanitários, não afetando a população do entorno. Nele, os servidores de limpeza pública promovem pescarias, jogos e encontros de confraternização.

4.2 - Geração de renda

A prefeitura estabeleceu uma parceria com a Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Materiais Reaproveitáveis (ASMARE), cedendo-lhe dois galpões na região central, que são utilizados como depósito dos materiais recolhidos. Esse trabalho obtém, por dia, cerca de 5 toneladas de papel e papelão e a prefeitura economiza com serviços de coleta e aterramento, em média, R\$ 9.000,00 por mês.

A partir da organização dos catadores em cooperativas, eles passaram a ter um rendimento mensal que varia de 1,5 a 3 salários mínimos. Outro fator importante na melhoria de seu padrão de vida é a complementação de um salário mínimo por mês para as famílias que mantêm seus filhos na escola.

A iniciativa, além de incentivar o cooperativismo e proporcionar a elevação da qualidade de vida dos catadores, foi importante para o reconhecimento

e a legitimação de suas atividades por parte da população, que até então encarava-as como práticas marginais e não como trabalho efetivo.

Os projetos Vilas e Favelas e Ponto Verde têm gerado empregos para os moradores carentes que são contratados para frentes de trabalho por períodos determinados. Os vidros provenientes da coleta seletiva geram recursos que são destinados integralmente para a Santa Casa de Misericórdia. Não há dados sobre o retorno financeiro da comercialização do composto orgânico com o setor agrícola.

4.3 - Funcionalismo Municipal

A valorização da atividade do trabalhador da limpeza urbana tem sido um dos pontos altos do programa. O funcionalismo, além da melhora nas condições de trabalho, obteve ganhos salariais diretos e indiretos na atual gestão.

Foram instalados 100 micropontos de apoio para os garis, com espaço para as refeições, troca de roupa, banho e sanitários. Contam com plano de saúde extensivo ao cônjuge e aos dependentes legais, com um custo limitado a 3% de seu salário mensal; o restante é subsidiado pela SLU (Superintendência de Limpeza Urbana).

Há eventos e atividades culturais, como grupos de teatro e coral dos garis, atividades de alfabetização de adultos, programas de recuperação de alcoólatras e acompanhamento psicológico.

4.4 - Gerenciamento e Parcerias

O estabelecimento de diversas parcerias – com outros órgãos públicos e com a sociedade civil, através de setores empresariais, igrejas e organizações

comunitárias – tem sido a tônica de gerenciamento das diversas atividades do programa.

No setor público, as principais parcerias são realizadas no interior da própria administração municipal, através do trabalho articulado com outras secretarias: Educação e Meio-Ambiente na mobilização das escolas e em atividades de educação e conscientização ambiental; Saúde e Cultura, através do Projeto Ponto Verde; Abastecimento, no que se refere ao manuseio e destinação do composto orgânico, etc. No convênio com a ASMARE, a Secretaria de Desenvolvimento Social participa no programa de auxílio financeiro às famílias de catadores de papel que mantêm seus filhos na escola.

Vale destacar também a parceria entre a SUDECAP (Superintendência de Desenvolvimento da Capital) e o SINDUSCON (Sindicato da Construção Civil), que organiza o entulho das obras para que ele seja recolhido e reciclado pela SLU. No caso de coleta seletiva, igrejas, associações empresariais, categorias profissionais, hospitais e farmácias estão envolvidos na manutenção dos LEVs. Estas parcerias procuram também mercado para os materiais reciclados, através de contatos com associações empresariais como a Latasa, Abividro e Grupo Gerdau.

4.5 – Dificuldades

O programa enfrenta dificuldades que, em alguns casos, levam muito tempo para serem superadas. Um exemplo é o da Usina de Reciclagem de Entulho, que teve adiada a sua entrada em operação devido à resistência da população local.

Embora a usina possua capacidade operacional para reciclar 120 toneladas por dia, está reciclando apenas 80 toneladas – ociosidade decorrente da limitação do horário de funcionamento negociado entre os moradores e o Serviço de Limpeza Urbana. No caso do composto orgânico, o problema é atender a demanda.

As oito toneladas produzidas por dia são utilizadas prioritariamente nas hortas comunitárias das escolas públicas. O restante é insuficiente para atender os agricultores de várias regiões de Minas Gerais que têm procurado pelo produto.

Outra dificuldade relaciona-se ao objetivo de redução do volume de lixo gerado na própria fonte de produção, pois essa redução depende de uma série de variáveis que fogem ao raio de ação de uma política pública municipal. Como atestam pesquisas, fatores sócio-econômicos influem diretamente no padrão de consumo e, portanto, de produção de lixo da população.

4.6 – Resultados práticos

Para além da economia diária de 2,4% no volume de lixo destinado ao aterro sanitário, da reutilização de resíduos na agricultura, comércio, obras públicas, da melhoria da qualidade de vida dos catadores de papel e funcionários da limpeza pública, o que tem sido apontado como principal resultado do programa é o ganho ambiental em termos de consciência pública. A mudança de comportamento da população em relação ao problema dos resíduos sólidos urbanos pode contribuir decisivamente para a redução de lixo na própria fonte de produção.

O programa propiciou novas formas de diálogo entre o Poder Público e a sociedade civil, dos movimentos organizados às empresas, passando pelas associações de bairro, igrejas e o cidadão comum. A estratégia de comunicação e a valorização da discussão sobre alternativas para a limpeza urbana foram determinantes.

Um levantamento feito pela SLU sobre a cobertura que a mídia tem dado a suas atividades pode ser um indicador da repercussão do programa e da forma com que tem dialogado com a sociedade. Em 1993, foram veiculadas 143 matérias pelos jornais, sendo 34 negativas e 109 positivas.

Em 1994, o número subiu para 404 matérias, sendo 121 negativas e 283 positivas. Em 1995, o total foi de 373, sendo 52 negativas e 321 positivas. Com relação à cobertura televisiva, que era de 47 matérias em 1993, passou a 217 em 1995.

Outro indicador do reconhecimento do trabalho são os prêmios atribuídos ao programa por organismos nacionais e internacionais. Em relação às parcerias, um fator positivo é a maneira como os programas de geração de renda vem sendo implantados, através da incorporação ativa dos envolvidos a um modelo de trabalho regular e ambientalmente importante. Ao contrário de experiências implantadas em outros municípios, não se trata de simples troca de material reciclável por tickets-refeição ou de leite.

O Serviço Limpeza Urbana (SLU-BH) tem procurado divulgar e demonstrar a relevância social deste trabalho, contribuindo para aumentar a auto-estima dos trabalhadores envolvidos.

COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE BELO HORIZONTE	
TIPO DE RESÍDUO	PARTICIPAÇÃO (em %)
Domiciliar e Comercial	25,86%
Feiras e Mercados	0,23%
Podas	0,55%
Capina	8,94%
Raspagem mecânica	4,58%
Varrição	6,35%
Hospitalar	0,59%
Entulho	52,90%
TOTAL	100,00%

4.7 - Coleta Seletiva e o Princípio dos 3Rs

A gestão sustentável dos resíduos sólidos pressupõe reduzir o uso de matérias-primas e energia, reutilizar produtos e reciclar materiais. A coleta seletiva é uma alternativa concreta.

A geração de resíduos sólidos no Brasil é um dos grandes problemas enfrentados pelo poder público, principalmente no nível municipal. Mais de 241 mil toneladas de resíduos são produzidos diariamente no país. Apenas 63% dos domicílios contam com coleta regular de lixo. A população não atendida algumas vezes queima seu lixo ou dispõe-no junto a habitações, logradouros públicos, terrenos baldios, encostas e cursos de água, contaminando o ambiente e comprometendo a saúde humana.

Do total de resíduos coletados, 76% são dispostos a céu aberto, o restante é destinado a aterros (controlados, 13%; ou sanitários, 10%), usinas de compostagem (0,9%), incineradores (0,1%) e uma parcela ínfima é recuperada em centrais de triagem/beneficiamento para reciclagem, segundo Manual de Gerenciamento Integrado pelo IPT/CEMPRE.

O lixo depositado a céu aberto, nos chamados lixões, provoca a proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.), gera maus odores e, principalmente, contamina o solo e as águas superficiais e subterrâneas. Mesmo os aterros sanitários, por mais bem construídos que sejam, também causam impactos ambientais e à saúde, já que a penetração das águas das chuvas contamina os lençóis freáticos. Os aterros, por ocuparem terrenos extensos, são uma alternativa problemática de destinação de resíduos em áreas de alta urbanização. Tampouco as usinas de compostagem são uma solução adequada pois os materiais coletados sem prévia separação resultam em um composto

orgânico de baixa qualidade. Por fim, a incineração de resíduos não deve ser considerada como solução pelo impacto no ambiente e na saúde humana.

A gestão sustentável dos resíduos sólidos pressupõe uma abordagem que tenha como referência o princípio dos 3 Rs, apresentado na Agenda 21: **redução** (do uso de matérias-primas e energia e do desperdício nas fontes geradoras), **reutilização** direta dos produtos, e **reciclagem** de materiais. A hierarquia dos Rs segue o princípio de que causa menor impacto evitar a geração do lixo do que reciclar os materiais após seu descarte. A reciclagem de materiais polui menos o ambiente e envolve menor uso de recursos naturais, mas raramente questiona o atual padrão de produção, não levando à diminuição do desperdício nem da produção desenfreada de lixo.

O Brasil ainda está muito distante de mudanças mais estruturais, que reduzam o volume de resíduos gerados, o que aumenta a importância dos programas de coleta seletiva de lixo. Só ela, no entanto, não soluciona todos os problemas relativos à destinação de resíduos sólidos e deve ser considerada dentro de um plano mais amplo, de gerenciamento integrado do lixo.

Diversas preocupações motivam um programa de coleta seletiva de lixo:

a) ambiental/geográfico, onde estão em questão a falta de espaço para disposição do lixo, a preservação da paisagem, a economia de recursos naturais e a diminuição do impacto ambiental de lixões e aterros;

b) sanitário, onde a disposição inadequada do lixo, às vezes aliada à falta de qualquer sistema de coleta municipal, traz inconvenientes estéticos e de saúde pública;

c) social, quando o trabalho enfoca a geração de empregos e o resgate da dignidade, estimulando a participação de catadores de rua e de lixões;

d) econômico, com o intuito de reduzir os gastos com a limpeza urbana e investimentos em novos aterros;

e) educativo, que vê um programa de coleta seletiva como forma de contribuir para mudar valores e atitudes individuais para com o ambiente, incluindo a revisão de hábitos de consumo, ou para mobilizar a comunidade e fortalecer o espírito de cidadania.

4.7.1 - Requisitos

A maioria dos programas de coleta seletiva atribuem bastante importância à educação da população relativa à questão do lixo. A educação não se restringe à divulgação de informações: é preciso que se estabeleça um vínculo entre as pessoas e seu meio ambiente, de forma a criar novos valores e sentimentos que mudem as atitudes. Deve-se dedicar, portanto, especial atenção tanto à seleção quanto à capacitação dos profissionais que ficarão responsáveis pela implementação de programas educativos voltados para compreensão dos 3 Rs.

É interessante que o planejamento do programa de coleta seletiva seja iniciado pelo "fim", pesquisando-se as alternativas de destinação para os materiais recuperados, pois as interrupções do programa fazem com que ele perca a credibilidade junto à população.

4.7.2 - Parcerias

As experiências brasileiras de coleta seletiva são ricas em parcerias entre os promotores dos programas e demais entidades da sociedade, permitindo efetiva participação dos vários setores, e contribuindo para reduzir os custos dos programas.

Para atividades educativas, as prefeituras estabelecem parcerias com grupos de Terceira Idade, escoteiros, sociedades de bairro, etc. Para a coleta e triagem de materiais, aliam-se a catadores, presidiários e internos de programas de reabilitação psicossocial. Para a comercialização dos materiais e destinação dos fundos, as parcerias costumam ser com entidades da sociedade civil, o Fundo Social de Solidariedade, escolas, etc. As prefeituras também buscam apoio em órgãos estaduais, como a Delegacia de Ensino (Diadema-SP), e federais, como o Ministério do Meio Ambiente e Amazônia Legal. Alguns projetos têm ou tiveram o auxílio da ONU (Belo Horizonte-MG) ou de agências estrangeiras de cooperação técnica, como a GTZ, do governo alemão, e a Genève Tiers Monde-GTM, da Suíça (Niterói-RJ). No Embu-SP, o programa contou com o apoio do SEBRAE, cuja assessoria ajudou a concretizar a cooperativa dos catadores.

4.7.3- Experiência Gaúcha

A Prefeitura Municipal de Porto Alegre-RS (1.288 mil hab.), diante da degradação e poluição ambiental provocadas pelo depósito de lixo em locais inadequados e da presença de catadores trabalhando em condições insalubres, decidiu implantar o Programa de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.

Para reverter o quadro de degradação ambiental causado pela disposição inadequada de resíduos, gerar emprego e renda, e fazer com que os próprios produtores de lixo, ou seja, a população, auxiliassem na construção de soluções para o problema, a prefeitura se empenhou no reaproveitamento dos resíduos, na diminuição de sua produção e na educação ambiental. O programa teve início em 1990, com a experiência-piloto do bairro Bomfim (Porto Alegre), escolhido por ser pequeno e situado na zona central da cidade, concentrando várias entidades ambientalistas.

Com base nessa experiência, o sistema foi sendo ampliado para outros bairros. A educação ambiental é desenvolvida junto aos grupos organizados que elaboram, implementam e avaliam ações referentes à coleta seletiva na cidade. As escolas também são motivadas a debater o assunto, dispondo de recipientes diferenciados para a coleta seletiva. O trabalho educativo inclui ainda oficinas de expressão, de artesanato, de reciclagem de papel, de criatividade infantil, projeção de audiovisuais, apresentações teatrais, eventos esportivos, e visitas ao aterro sanitário e às unidades de triagem de recicláveis e pré-beneficiamento de materiais. O Departamento Municipal de Limpeza Urbana oferece cursos para síndicos e zeladores.

Os recicláveis são coletados uma vez por semana em todos os bairros, por uma frota de 20 veículos e 99 funcionários, em dia e turno determinados. A população dispõe também de 28 PEVs (Posto de Entrega Voluntário) para o acondicionamento de recicláveis, instalados em parques e locais de movimento comercial. Todo o lixo seco é encaminhado a uma das oito unidades de reciclagem. Estas unidades são associações autônomas, formalmente constituídas, onde trabalham cerca de 300 recicladores, muitos deles ex-catadores.

Os recicláveis são comercializados em cargas mínimas, de duas a três toneladas, e seu mercado tem sido relativamente estável, considerando que há 70 indústrias recicladoras na região metropolitana de Porto Alegre.

O Programa de Gerenciamento Integrado ainda processa parte dos resíduos orgânicos, via suinocultura e compostagem, e dos resíduos inertes, nas centrais de entulhos. A Central de Suinocultura orienta os criadores de suínos da zona rural no aproveitamento dos resíduos orgânicos coletados seletivamente em restaurantes para a produção de ração animal tratada. As centrais de entulhos e podas aproveitam seus resíduos na regularização topográfica de terrenos e como

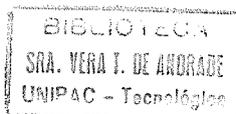
material de cobertura para o aterro de inertes. Galhos maiores são usados como combustível no cozimento do alimento para suínos e folhas são enviadas à unidade de compostagem, que tem capacidade para processar 200 toneladas/dia. Nessa unidade, a separação dos resíduos também é feita por catadores organizados em associações. A distribuição da receita é definida e administrada pelas próprias associações. A prefeitura cede áreas, galpões e maquinário, além de fornecer assessoria constante para os associados.

O Programa de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos é articulado pela parceria entre os centros administrativos regionais, as secretarias municipais de Meio Ambiente, de Educação, de Cultura e da Indústria e Comércio, os departamentos municipais de Águas e Esgotos e de Habitação (responsáveis pela construção de unidades de reciclagem e pelos estudos de viabilidade para o beneficiamento do lixo), e o projeto Guaíba-Vive, vinculado ao Gabinete do Prefeito e responsável pela limpeza do Rio Guaíba em Porto Alegre, com verba do Banco Interamericano de Desenvolvimento-BID.

Porto Alegre gasta 10% do orçamento municipal com limpeza pública. O custo do programa de coleta seletiva é de R\$ 65,52 por tonelada, significando 0,18% do orçamento municipal. O programa foi basicamente desenvolvido com verbas da própria prefeitura, e o Orçamento Participativo foi de grande importância para seu financiamento. As unidades de reciclagem contaram, ainda, com investimentos indiretos de ONGs.

4.7.4 - Resultados

Em Porto Alegre, o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos foi concebido a partir da integração entre diversas secretarias municipais.



Esta articulação intersetorial foi um dos fatores do sucesso do programa, que hoje abrange 97% da população e promove o reaproveitamento de 20% dos resíduos coletados separadamente. Cerca de 90% dos porcos criados na região são alimentados com ração proveniente dos resíduos orgânicos coletados seletivamente em restaurantes.

A estratégia adotada nesse programa resulta em diminuição dos resíduos enviados aos aterros, aumentando sua vida útil. Além disso, contribui para reduzir os índices de contaminação ambiental e para economizar recursos naturais.

O programa atingiu a área social, gerando emprego e renda para a população formada por ex-catadores de lixo, ex-desempregados de comunidades carentes, e moradores de loteamentos populares oriundos de reassentamentos de favelas e ocupações irregulares. Hoje, eles cuidam da triagem manual, enfardamento, armazenamento e comercialização dos recicláveis, atividades que ocorrem em galpões equipados com prensas, balanças e, em alguns casos, picotadores e lavadores de plásticos. Estes trabalhadores estão organizados em associações de recicladores (formalmente constituídas e autônomas), sendo que cada uma, para custear despesas, retém cerca de 12% do valor arrecadado, e a renda mensal média de cada trabalhador é de dois a três salários mínimos.

O trabalho educativo do Programa de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Porto Alegre favorece o questionamento dos padrões de produção e consumo, contribuindo para modificar os valores e as atitudes em relação ao ambiente. Além disso, ao chamar a comunidade para participar da solução dos problemas públicos, fortalece o exercício da cidadania.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resíduos industriais não-inertes não deveriam ser depositados livremente em aterros controlados sem os cuidados necessários. Esses resíduos apresentam propriedades que podem comprometer a área onde o aterro está localizado e áreas sob sua influência, como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água (ABNT, 1987c).

Dessa forma, muitas indústrias, apesar de procederem de forma correta na classificação e declaração ao órgão ambiental dos resíduos gerados em seu processo de produção, ao destinarem esses resíduos a um aterro municipal - muitas vezes com autorização do órgão fiscalizador -, estão contribuindo para o agravamento do quadro de degradação ambiental observado nas áreas de disposição de resíduos encontradas no Estado do Rio de Janeiro, e colocando em risco todos os benefícios almejados por meio da certificação ISO 14.000.

Uma vez que os aterros controlados e vazadouros não possuem infraestrutura sanitária adequada para evitar os problemas oriundos do despejo de toneladas de resíduos urbanos, a disposição de resíduos sólidos industriais não-inertes nessas áreas está contribuindo para que as várias substâncias químicas de interesse toxicológico encontradas nos resíduos possam ser acumuladas ou exportadas a partir desses aterros, agravando ainda mais a situação atualmente observada.

É desejável e necessário que a preocupação com o gerenciamento adequado dos resíduos industriais seja seriamente considerada por todas as esferas envolvidas, inclusive pelo setor normativo e fiscalizador. Assim sendo, é primordial o desenvolvimento de uma política de gerenciamento de resíduos para estados e municípios de modo a garantir opções de destinação e tratamento geograficamente próximas e economicamente viáveis tanto para os resíduos urbanos como para os resíduos industriais, a fim de permitir que ações integradas proporcionem a melhoria da situação ora vigente e a diminuição dos riscos associados ao destino inadequado dos resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNPJ 17090078/0001-00
Fundação Presidente Antônio Carlos
Rua Manoel José Augusto, 209
São José - CEP. 36205-018
BARBACENA - MG

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *Amostragem de Resíduos - Procedimento - NBR 10.007*. Rio de Janeiro: ABNT. 1987a.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *Lixiviação de Resíduos - Procedimento - NBR 10.005*. Rio de Janeiro: ABNT. 1987b.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *Resíduos Sólidos - Classificação - NBR 10.004*. Rio de Janeiro: ABNT. 1987c.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *Solubilização de Resíduos - Procedimento - NBR 10.006*. Rio de Janeiro: ABNT. 1987d.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre os Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio - NBR ISO 14.004*. Rio de Janeiro: ABNT. 1996.
- APHA (American Public Health Association). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, DC: APHA. 1995.
- BRAILE, P. M. & CAVALCANTI, J. E. W. A., 1993. *Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais*. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana). *Projeto de Recuperação do Aterro Metropolitano de Gramacho*. Rio de Janeiro: COMLURB. (mimeo.) 1993.
- EPA (Environmental Protection Agency). *Test Methods for Evaluating Solid Waste Physical/ Chemical Methods - SW 846*. Richmond: EPA/National Technical Information Service. 1996.
- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente). Sem reciclagem o lixo ainda atormenta e reduz qualidade de vida. *Revista FEEMA*, 20:34-40. 1998.
- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente). *Gestão de Resíduos - Relatório Semestral de Atividades do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara - Setembro/2000*. Rio de Janeiro: FEEMA. (mimeo.). 2000.
- PEREIRA NETTO, A. D.; SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. & ARBILLA, G.. Polycyclic aromatic hydrocarbons in leachate from a municipal solid waste dump of

BIBLIOTECA
SRA. VERA T. DE ANDRADE
UNIPAC - Tecnológica

Niterói city, RJ, Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 68:148-154. 2002.

RICHARDSON, M. L. & GANGOLLI, S. *The Dictionary of Substances and their Effects*. Northamptonshire: Royal Society of Chemistry. 1999.

SHREVE, R. N. & BRINK Jr., J. A. *Indústrias de Processos Químicos*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 1997.

SISINNO, C. L. S. & MOREIRA, J. C.. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 12: 515-523. 1999.

SISINNO, C. L. S. & OLIVEIRA, R. M.. Impacto ambiental de grandes depósitos de resíduos sólidos urbanos e industriais. In: *Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: Uma Visão Multidisciplinar* (C. L. S. Sisino & R. M. Oliveira, org.), pp. 41-57, Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 2000.

SOARES, Ana Paula Macedo; GRIMBERG, Elisabeth. *Desenvolvimento Urbano*. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Publicado originalmente como DICAS nº 109 em 1998.