



**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO
CARLOS – UNIPAC
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS DE
JUIZ DE FORA**

COLETA SELETIVA

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

Eduardo Henrique Freesz

Juiz de Fora, janeiro 2003

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – UNIPAC
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS DE JUIZ DE FORA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MEIO AMBIENTE**

COLETA SELETIVA

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

Monografia apresentada a Professora Rachel Zacarias como requisito de final de curso do Curso Superior de Tecnologia em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos, para obtenção do grau de Tecnólogo em Meio Ambiente.

Eduardo Henrique Freesz
Juiz de Fora, Janeiro 2003

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

*Aos que lutam intensamente pela
preservação do maior bem da
humanidade: o planeta Terra.*

AGRADECIMENTOS

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

*Aos meus familiares a todos que amo... por saberem compartilhar e esperar,
sobretudo sonhar comigo.*

*Aos professores da UNIPAC, em especial à Professora Rachel Zacharias,
pela grandiosidade e competência quando em suas orientações.*

*Aos colegas, amigos, demais conhecidos que se fizeram presentes em diversos
momentos e, juntos a mim devem compartilhar esta conquista.*

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
MUNICÍPIO DE FORA
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

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.

(Cristina Cabral)

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

RESUMO

Existem três formas de minimização de resíduos: redução, reutilização e reciclagem. Reduzir consiste em diminuir a quantidade de lixo produzido, desperdiçar menos, consumir só o necessário, sem exageros. Reutilizar é dar nova utilidade a materiais que, na maioria das vezes, consideramos inúteis e são jogados no lixo. Reciclagem é dar "nova vida" a materiais a partir da reutilização de sua matéria-prima para fabricar novos produtos.

Coleta seletiva é o processo de separação e recolhimento dos resíduos conforme sua constituição: orgânico, reciclável e rejeito. Esta separação pode ocorrer tanto na fonte geradora (residências, escolas, locais de trabalho) quanto nos centros de triagem ou nas usinas de reciclagem. O recolhimento pode ser feito por caminhões ou por catadores de papel e sucata. Outra alternativa é a entrega voluntária dos materiais recicláveis em locais previamente estabelecidos, contendo recipientes para cada tipo de resíduo. Analisar esta situação é a proposta deste estudo.

SUMÁRIO

I.	Introdução.....	07
II.	Conhecendo a real situação dos resíduos sólidos urbanos.....	11
	2.1 – Aspectos Técnicos e Legais.....	13
	2.2 – Organizando politicamente a gestão de tais resíduos.....	14
III.	Importância da coleta seletiva e reciclagem para o ambiente.....	21
	3.1 – Benefícios da coleta seletiva e da reciclagem.....	22
	3.2 – Coleta e reciclagem de papel.....	24
	3.3 – Coleta e reciclagem de vidro.....	25
	3.4 – Coleta e reciclagem de plástico.....	26
	3.5 – coleta e reciclagem de metal.....	30
	3.6 – Coleta e reciclagem de alumínio.....	31
	3.7 – Coleta e reciclagem de aço.....	32
	3.8 – Compostagem.....	33
	3.9 – Como se efetua a coleta seletiva em uma cidade.....	36
	3.10 – Implantando a coleta.....	37
	3.11 – Reciclagem.....	40
	3.12 – Coleta de entulho.....	41
	3.13 – Diferentes aplicações.....	43
	3.14 – Resultados.....	43
	3.15 – Recursos para implantação da Coleta Seletiva.....	45
IV.	Algumas experiências do processo de Coleta Seletiva.....	47
	Conclusão.....	65
	Referências Bibliográficas.....	68

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.

Durante o breve tempo em que estamos aqui, temos aprendido a explorá-la para nosso benefício. Já se explorou a sua superfície, as calotas de gelo e boa parte das profundezas dos oceanos. Aprendemos a navegar nos mares, a sobreviver no Antártico, a voar na atmosfera e a explorar outros planetas vizinhos. Hoje, porém, sabemos que certas coisas podem se tornar irreversíveis no funcionamento do chamado Sistema Terra. A extinção dos animais, a poluição em larga escala dos rios, o acúmulo de certos gases na atmosfera e a destruição da camada de ozônio são apenas alguns exemplos marcantes.

A vida na Terra está sendo prejudicada pela poluição da miséria, provocada pela ausência de infra-estrutura e saneamento básico, que leva ao lançamento de toda espécie de dejetos a céu aberto; e a poluição da riqueza, provocada pelas atividades industriais em centros urbanos, com lançamento de resíduos químicos na atmosfera; e pela acumulação de lixo.

O acúmulo de detritos domésticos e industriais biodegradáveis e de resíduos 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.

Já as fraldas descartáveis levam meio século para se decompor. Mares, oceanos e manguezais vêm servindo como depósito para esses resíduos ao longo do tempo. Historicamente, o Mediterrâneo é a região mais afetada. Mais recentemente, começou a ser questionada a exportação desse lixo dos países industrializados para os subdesenvolvidos. As estatísticas são precárias, mas fala-se em 1 milhão de toneladas exportado a cada ano.

Os maiores exportadores seriam os EUA, Japão e França, que não assinaram a Convenção de Basileia, de 1989, que regulamenta esse tipo de comércio e estabelece regras mínimas. Só em 1988, segundo a ONG Greenpeace, foram detectados 115 carregamentos desse tipo, destinados à África e América Latina, inclusive o Brasil.

Uma das áreas apontadas localiza-se no Atlântico Sul, em frente a costa uruguaia, que teria sido utilizada como lixeira de resíduos nucleares dos países europeus até o final da década de 70. Após a assinatura da Convenção de Basileia, Guatemala, El Salvador e México são dos poucos países que continuam a importar essas cargas tóxicas. Uma das soluções que vêm sendo experimentadas é aprisionar uma parte desse lixo, principalmente metais pesados, em blocos de concreto e depositá-los em aterros especiais.

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. 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.

O presente estudo, desenvolvido no contexto de uma pesquisa bibliográfica procura uma possível relação entre a presença de Resíduos Sólidos Urbanos no ambiente e a importância da coleta seletiva para melhoria da vida ambiental.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

II. CONHECENDO A REAL SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Os resíduos sólidos urbanos (RSU), mais conhecidos como lixo, constituem uma preocupação ambiental mundial, especialmente em grandes centros urbanos de países subdesenvolvidos. Pouco se conhece sobre as repercussões da disposição desses resíduos a céu aberto na saúde humana e das práticas sanitárias da população em relação a eles. A geração de RSU, proporcional ao crescimento populacional, suscita uma maior demanda por serviços de coleta pública e esses resíduos, se não coletados e tratados adequadamente, provocam efeitos diretos e indiretos na saúde, além da degradação ambiental.

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, 1999).

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 (OPS, 1993).

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.

2.1 – Aspectos Técnicos e Legais

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 como resíduos.

2.2 – Organizando politicamente a gestão de tais resíduos?

Em resposta a tal questão, empresários, governo, setores da sociedade organizada e legislativo vêm procurando instrumentar a gestão dos resíduos com a finalidade 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.

Assumem neste ponto, extrema importância as 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 Avança Brasil, cujas linhas de

ação incluem o fomento a projetos de ordeamento 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.

Numa reportagem, o Jornal Folha de São Paulo (25 de abril de 2001), divulgou 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 mandament 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 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 devemos *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 poderemos 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.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

III. IMPORTÂNCIA DA COLETA SELETIVA E RECICLAGEM PARA O AMBIENTE

A grande solução para os resíduos sólidos é aquela que prevê a máxima redução da quantidade de resíduos na fonte geradora. Quando os resíduos não podem ser evitados, deverão ser reciclados por reutilização ou recuperação, de tal modo que seja o mínimo possível o que tenha como destino final os aterros sanitários.

A reciclagem surgiu como uma maneira de reintroduzir no sistema uma parte da matéria (e da energia), que se tornaria lixo. Assim desviados, os resíduos são coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de bens, os quais eram feitos anteriormente com matéria prima virgem. Dessa forma, os recursos naturais ficam menos comprometidos.

O gerenciamento integrado dos serviços de coleta pública e disposição dos resíduos sólidos deve ser desenvolvido segundo as exigências de controle ambiental na área urbana e da gestão sustentável de recursos ambientais naturais, como mananciais hídricos de superfície e aquíferos subterrâneos; e buscar adequar as ações administrativas em saneamento e saúde coletiva, afetadas pela disposição do lixo gerado no município.

Em acréscimo, uma proposta de gerenciamento integrado para coleta pública e disposição dos resíduos sólidos urbanos municipais deve estimular o envolvimento da comunidade destinatária dessas ações, na discussão de propostas de planejamento e gestão das soluções a serem implementadas.

A disseminação e consolidação da conscientização comunitária a respeito dos princípios básicos orientadores da gestão e disposição de resíduos sólidos urbanos deve ser buscada, como meta da administração municipal.

Assim, o princípio dos três R (reduzir, reutilizar, reciclar) deve ser assumido como meta para planejamento e gestão da coleta pública e disposição municipal dos resíduos sólidos.

De acordo com BERTRAN (2000)

A coleta de lixo urbano domiciliar e em geral (industrial, hospitalar, logradouros públicos) é deficiente no município estudado em termos da abrangência do universo dos usuários dos serviços, da segurança dos procedimentos e operações executadas, tanto para os operadores quanto para o meio ambiente e dos recursos materiais, humanos, gerenciais e técnicos. Entretanto, verificou-se ser o quadro geral, no Estado de Goiás e no Centro Oeste, mediano, no âmbito da Federação, em termos dos serviços oferecidos

A insuficiência dos recursos financeiro-orçamentários gerados autonomamente no território municipal e a limitada produção de excedentes econômicos sob controle de agentes locais fazem as soluções administrativas para os problemas locais dependerem de mecanismos de financiamento público fora da esfera municipal.

A principal carência, em termos de segurança e equilíbrio homem-ambiente natural, referenciada pelas autoridades locais consultadas foi a falta de um local apropriado e dotado de meios técnicos para a disposição final dos resíduos sólidos produzidos na área urbana. Mas, pudemos avaliar, essa é apenas a ponta final de um ciclo produção/tratamento/disposição final deficiente e inadequado.

3.1 - Benefícios da coleta seletiva e da reciclagem

Percebe-se em paralelo a insuficiência de meios técnicos, administrativos e gerenciais para o enfrentamento da solução sob a ótica de autonomia municipal, que, não

obstante, pode estar em vias de equacionamento no médio-longo prazo, a depender, em avaliação preliminar, de:

- Priorização pelos poderes públicos locais;
- Aregimentação de meios e recursos técnicos e financeiros suficientes;
- Constância, regularidade e continuidade da ação administrativa.
- Contribui para diminuir a poluição do solo, água e ar.
- Melhora a limpeza da cidade e a qualidade de vida da população.
- Prolonga a vida útil de aterros sanitários.
- Melhora a produção de compostos orgânicos.
- Gera empregos para a população não qualificada.
- Gera receita com a comercialização dos recicláveis.
- Estimula a concorrência, uma vez que produtos gerados a partir dos reciclados são comercializados em paralelo àqueles gerados a partir de matérias-primas virgens.
- Contribui para a valorização da limpeza pública e para formar uma consciência ecológica.

3.2 - Coleta e 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 em geral. 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 1 tonelada de papel reciclado.

Papel reciclável x Papel não-reciclável

<i>Reciclável</i>	<i>Não-reciclável</i>
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

3.2.1 - Vantagens da reciclagem do papel

Redução dos custos das matérias-primas:— a pasta de aparas é mais barata que a celulose de primeira.

Economia de Recursos Naturais

* 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 de 15 a 30 árvores.

* 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.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
 JUIZ DE FORA - UNIPAC
 Rua Dr. José Cesário, 175 -
 Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

* **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.

* **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.

- **Criação de Empregos:** 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.

- **Redução da "conta do lixo":** o Brasil, no entanto, só recicla 30% do seu consumo de papéis, papelões e cartões.

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.

3.3 - Coleta e reciclagem do vidro

O vidro é uma mistura de areia, barrilha, calcário, feldspato e aditivos que, derretidos a cerca de 1.550°C, formam uma massa semi-líquida que dá origem a embalagens ou a vidros planos. Boa parte dessas matérias primas é importada ou provém de jazidas em franco esgotamento.

Na reciclagem do vidro, o caco funciona como matéria-prima já balanceada, podendo substituir o feldspato que tem função fundente, pois o caco precisa de menos temperatura para fundir. A economia de energia é a principal vantagem do processo, em termos econômicos, pois reflete na durabilidade dos fornos.

O Brasil, no entanto, só recicla 14,2% do vidro que consome, o restante ficando em algum lugar na natureza por tempo indeterminado.

Classificação de sucatas de vidro

<i>Recicláveis</i>	<i>Não-recicláveis</i>
Garrafas de bebida alcoólica e não alcoólica (refrigerantes, cerveja, suco, água, vinho, etc)	Espelhos, vidros de janela e box de banheiro, lâmpadas, cristal
Frascos em geral (molhos, condimentos, remédios, perfumes e produtos de limpeza)	Ampolas de remédios, formas, travessas e utensílios de mesa de vidro temperado
Potes de produtos alimentícios	Vidros de automóveis
Cacos de embalagens	Tubos de televisão e válvulas

Fonte: ABIVIDRO, 2002

Os pedaços de vidro são conduzidos para a indústria de vidro que irá utilizá-los como matéria-prima na fabricação de novas embalagens de vidro. O material é fundido em fornos de altas temperaturas junto à matéria-prima virgem (calcário, barrilha, feldspato, entre outros). O vidro reutilizado (ex.: embalagens) é enviado para novo envase de produtos na indústria.

3.4 - Coleta e Reciclagem De Plástico

O lixo brasileiro contém de 5 a 10% de plásticos, conforme o local. São materiais que, como o vidro, ocupam um considerável espaço no meio ambiente. O ideal: serem recuperados e reciclados. Plásticos são derivados do petróleo, produto importado (60% do total no Brasil). A reciclagem do plástico exige cerca de 10% da energia utilizada no processo primário. Do total de plásticos produzidos no Brasil, só reciclamos 15%. Um dos empecilhos é a grande variedade de tipos de plásticos. Uma das alternativas seria definir um tipo específico de plástico para ser coletado.

Os plásticos recicláveis são: potes de todos os tipos, sacos de supermercados, embalagens para alimentos, vasilhas, recipientes e artigos domésticos, tubulações e garrafas de PET, que convertida em grânulos é usada para a fabricação de cordas, fios de costura, cerdas de vassouras e escovas.

Os não recicláveis são: cabos de panela, botões de rádio, pratos, canetas, bijuterias, espuma, embalagens a vácuo, fraldas descartáveis. A reciclagem de plásticos tem duas vantagens: primeiramente, reduz o volume final dos resíduos e, depois, a recuperação dos resíduos e sua reutilização assegura a economia de matérias primas e de energia. Isso pode ser entendido como uma alternativa para as oscilações do mercado abastecedor e também como preservação dos recursos naturais, o que podendo reduzir, inclusive, os custos das matérias primas. O plástico reciclado tem infinitas aplicações, tanto nos mercados tradicionais das resinas virgens, quando em novos mercados. O plástico reciclado pode ser utilizado para fabricação de:

- garrafas e frascos, exceto para contato direto com alimentos e fármacos;
- baldes, cabides, pentes e outros artefatos produzidos pelo processo de injeção;
- "madeira - plástica";
- cerdas, vassouras, escovas e outros produtos que sejam produzidos com fibras;
- sacolas e outros tipos de filmes;
- painéis para a construção civil.

3.4.1 - Processos de coleta e reciclagem de plástico

Reciclagem Química

A reciclagem química re-processa plásticos, transformando-os em petroquímicos básicos que servem como matéria-prima em refinarias ou centrais petroquímicas. Seu objetivo

é a recuperação dos componentes químicos individuais para reutilizá-los como produtos químicos ou para a produção de novos plásticos.

Os novos processos desenvolvidos de reciclagem química permitem a reciclagem de misturas de plásticos diferentes, com aceitação de determinado grau de contaminantes como, por exemplo, tintas, papéis, entre outros materiais.

Entre os processos de reciclagem química existentes, destacam-se:

- **Hidrogenação:** As cadeias são quebradas mediante o tratamento com hidrogênio e calor, gerando produtos capazes de serem processados em refinarias.
- **Gaseificação:** Os plásticos são aquecidos com ar ou oxigênio, gerando-se gases de síntese contendo monóxido de carbono e hidrogênio.
- **Quimólise:** Consiste na quebra parcial ou total dos plásticos em monômeros na presença de Glicol/Metanol e água.
- **Pirólise:** É a quebra das moléculas pela ação do calor na ausência de oxigênio. Este processo gera frações de hidrocarbonetos capazes de serem processados em refinaria.

Reciclagem Mecânica

A reciclagem mecânica consiste na conversão dos descartes plásticos pós-industriais ou pós-consumo em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos, como sacos de lixo, solados, pisos, conduítes, mangueiras, componentes de automóveis, fibras, embalagens não-alimentícias e outros.

Este tipo de processo passa pelas seguintes etapas:

- **Separação:** separação em uma esteira dos diferentes tipos de plásticos, de acordo com a identificação ou com o aspecto visual. Nesta etapa são separados também rótulos de diferentes materiais, tampas de garrafas e produtos compostos por mais de um tipo de plástico, embalagens metalizadas, grampos, etc.

Por ser uma etapa geralmente manual, a eficiência depende diretamente da prática das pessoas que executam essa tarefa. Outro fator determinante da qualidade é a fonte de material a ser separado, sendo que aquele oriundo da coleta seletiva é mais limpo em relação ao material proveniente dos lixões ou aterros.

- **Moagem:** Após separados os diferentes tipos de plásticos, estes são moídos e fragmentados em pequenas partes.
- **Lavagem:** Após triturado, o plástico passa por uma etapa de lavagem com água para a retirada dos contaminantes. É necessário que a água de lavagem receba um tratamento para a sua reutilização ou emissão como efluente.
- **Aglutinação:** Além de completar a secagem, o material é compactado, reduzindo-se assim o volume que será enviado à extrusora. O atrito dos fragmentos contra a parede do equipamento rotativo provoca elevação da temperatura, levando à formação de uma massa plástica.

O aglutinador também é utilizado para incorporação de aditivos, como cargas, pigmentos e lubrificantes.

- **Extrusão:** A extrusora funde e torna a massa plástica homogênea. Na saída da extrusora, encontra-se o cabeçote, do qual sai um "espaguete" contínuo, que é resfriado com água. Em seguida, o "espaguete" é picotado em um granulador e transformado em pellet (grãos plásticos).

Reciclagem Energética

É a recuperação da energia contida nos plásticos através de processos térmicos. A reciclagem energética distingue-se da incineração por utilizar os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica. Já a simples incineração não reaproveita a energia dos materiais.

A energia contida em 1 kg de plástico é equivalente à contida em 1 kg de óleo combustível. Além da economia e da recuperação de energia, com a reciclagem ocorre ainda uma redução de 70 a 90% da massa do material, restando apenas um resíduo inerte esterilizado.

3.5 - Coleta e Reciclagem do Metal

A metalurgia e a reciclagem se confundem ao longo da História, pois as sucatas são geralmente as matérias primas mais convenientes na fundição, não havendo também perdas de qualidade no processo.

Separam-se as sucatas em ferrosas e não-ferrosas e ainda em:

- **Sucatas pesadas** — geralmente encontradas nos "ferros-velhos" (vigas, equipamentos, chapas, grelhas etc.).
- **Sucatas de processo** — cavacos, limalhas e rebarbas, além de peças defeituosas que voltam ao processo industrial.
- **Sucatas de obsolescência** — materiais destinados ao lixo após o uso.

As latas, tanto as de folhas-de-flandres quanto as de alumínio, são as principais sucatas metálicas desprezadas hoje em dia e que podem ser recuperadas em grandes quantidades pela coleta seletiva.

Cada tonelada de aço reciclado representa uma economia de 1.140 kg de minério de ferro, 154 kg de carvão e 18 kg de cal. Já na reciclagem do alumínio, a economia de energia é de 95% em relação ao processo primário, economizando a extração de 5 toneladas de bauxita (matéria prima para se fabricar o alumínio) por tonelada reciclada, sem contar toda a lama vermelha (resíduo da mineração) que é evitada. Geralmente os metais ferrosos são direcionados para as usinas de fundição, onde a sucata é colocada em fornos elétricos ou a oxigênio, aquecidos a 1.550 graus centígrados.

Após atingir o ponto de fusão e chegar ao estado líquido, o material é moldado em tarugos e placas metálicas, que serão cortados na forma de chapas de aço. A sucata demora somente um dia para ser reprocessada e transformada novamente em lâminas de aço usadas por vários setores industriais - das montadoras de automóveis às fábricas de latinhas em conserva.

O alumínio também é encaminhado para a fundição, obedecendo parâmetros específicos de processamento. O alumínio reciclado está presente na indústria de autopeças, na fabricação de novas embalagens, entre outros.

3.6 - Coleta e Reciclagem de Alumínio

No Brasil, a reciclagem de latas de alumínio envolve mais de 2.000 empresas de sucata, de fundição secundária de metais, transportes e crescentes parcelas da população, representando todas as camadas sociais - dos catadores até classes mais altas.

As latas coletadas são recicladas e transformadas em novas latas, com grande economia de matéria-prima e energia elétrica.

A cada quilo de alumínio reciclado, cinco quilos de bauxita (minério de onde se produz o alumínio) são poupados. Para se reciclar uma tonelada de alumínio, gasta-se somente 5% da energia que seria necessária para se produzir a mesma quantidade de alumínio primário, ou seja, a reciclagem do alumínio proporciona uma economia de 95% de energia elétrica.

A reciclagem da lata representa uma enorme economia de energia: para produzir o alumínio são necessários 17,6 mil kw. Para reciclar, 700 kw. A diferença é suficiente para abastecer de energia 160 pessoas durante um mês.

Hoje, em apenas 42 dias uma latinha de alumínio pode ser comprada no supermercado, jogada fora, reciclada e voltar às prateleiras para o consumo.

A reciclagem de latas de alumínio é um ato moderno e civilizado que reflete um alto grau de consciência ambiental alcançado pela população.

Trata-se da junção de esforços de todos os segmentos da sociedade, das indústrias de alumínio até o consumidor, passando pelos fabricantes de bebidas.

Os reflexos da atividade contribuem de várias maneiras para elevar o nível de qualidade de vida das cidades brasileiras.

3.7 - Coleta e reciclagem de aço

A lata de aço é a melhor embalagem inventada pelo homem. Dispensa conservantes no envasamento de alimentos e acondiciona bebidas, tintas, produtos químicos e aerossóis. De personalidade marcante, valoriza roupas e acessórios de vestuário, relógios, charutos, CD, perfumes e uma infinidade de outros artigos de consumo que não dispensam elegância.

A reciclagem do aço é tão antiga quanto a própria história da utilização do metal. A lata que você joga no lixo pode voltar infinitas vezes à sua casa, em forma de tesoura, maçaneta, arame, automóvel ou uma nova lata. O aço se funde à temperatura de 1.300 graus centígrados e assume um novo formato sem perder nenhuma de suas características: dureza, resistência e versatilidade. Ele é infinitamente reciclado. Reutilizar a lata de aço é outra forma de economizar energia, matéria-prima e tratamento do lixo. Na década de 60, era comum transformar latinhas de cervejas em porta-lápis.

A lata de aço é a embalagem mais reaproveitada e reutilizada pelo consumidor, mas também pode ser infinitamente reciclada. Nos fornos das siderúrgicas não-integradas à produção de minério, cerca de 230 mil toneladas de latas descartadas após o consumo - 30% da produção nacional - convertem-se em vergalhões, arame, aço plano ou laminado para diferentes aplicações, economizando energia e recursos naturais. A cada 75 latas recicladas

salva-se uma árvore que se transformaria em carvão vegetal. A cada 100 latas refundidas, economiza-se o equivalente a uma lâmpada de 60 Watts, acesa durante uma hora.

Não é por acaso que, nos países industrializados, o cidadão paga taxas diferenciadas pela coleta de lixo e, em alguns desses países, o próprio fabricante de embalagem se responsabiliza pelo destino final de seu produto. Reciclar é importante. Escolher produtos embalados em materiais considerados amigos da natureza é um direito uma obrigação de todos.

3.8 – Compostagem

A compostagem é o processo de reciclagem da matéria orgânica que propicia um destino útil para os resíduos orgânicos, evitando sua acumulação em aterros e melhorando a estrutura dos solos. Esse processo permite dar um destino aos resíduos orgânicos domésticos, como restos de comidas e resíduos do jardim.

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.

Para iniciantes, a regra básica da compostagem é feita por duas partes, uma animal e uma parte de resíduos vegetais.

Os materiais mais utilizados na compostagem são cinzas, penas, lixo doméstico, aparas de grama, rocha moída e conchas, feno ou palha, podas de arbustos e cerca viva, resíduos de cervejaria, folhas, resíduos de couro, jornais, turfa, acículas de pinheiro, serragem, algas marinhas e ervas daninhas.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

Materiais na Compostagem

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.
Penas	As penas de galinha, peru e outras aves são muito ricas em nitrogênio, podendo ser aproveitadas e acrescentadas às compostagens.
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.
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.
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.
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.
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.
Resíduos de cervejaria	Este tipo de resíduo enriquece o composto, mas costumam ser bastante úmidos, não necessitando de irrigação freqüente.
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.

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.
Resíduos de couro	Pó de couro é muito rico em nitrogênio e fósforo, pode ser abundante e barato.
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.
Turfa	Em termos de nutrientes a turfa não acrescenta nada na compostagem, mas pode absorver toda a umidade existente.
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.
Serragem	Apresenta degradação extremamente lenta. A melhor maneira é alternar a serragem com o esterco.
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. No jardim deve ser aplicado a cada 3 ou 4 anos em grandes quantidades. Para o horticultor as algas marinhas mantêm a pilha isolada termicamente durante o inverno.
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.

Fonte: CEMPRE, 2002

Alguns resíduos, como o sabugo de milho, de maçã, casca de citrus, talo de algodão, folhas de cana, folhas de palmeira, casca de amendoim, de nozes, pocan e amêndoa são de difícil degradação, porém, possuem muito nitrogênio e matéria orgânica. Recomenda-se que sejam picadas em pedaços menores para que se degradem mais facilmente.

Para manter sua pilha volumosa e com força, pode-se acrescentar terra, calcário ou húmus, já areia, lama e cascalho adicionam poucos nutrientes.

Para a boa degradação dos componentes de uma pilha é necessário evitar alguns resíduos, como o carvão mineral e vegetal, papel colorido, plantas doentes, materiais biodegradáveis, fezes de animais de estimação, lodo de esgoto, produtos químicos tóxicos entre outros.

Carvão mineral e vegetal	As cinzas de carvão mineral possuem uma quantidade excessiva de enxofre e ferro que são tóxicos para as plantas, além de apresentarem muita resistência a decomposição.
Papel colorido	Recomenda-se não adicionar nenhum tipo de papel colorido na compostagem, devido as tintas tóxicas e não biodegradáveis. Além disso, atualmente há muitas campanhas para a reciclagem de papéis.
Plantas doentes	Para adicionar plantas doentes na composto é preciso um processo de compostagem ideal para garantir a completa destruição de organismos patogênicos que causam doenças.
Resíduos não biodegradáveis	Resíduos de plásticos, vidros, alumínio e roupas possuem material sintético que não são biodegradáveis, que poderão prejudicar o solo. Borracha natural é biodegradável, mas tem lenta degradação.
Fezes de animais de estimação	Deve evitar a adição de fezes de animais, pois podem conter organismos perigosos que podem transmitir doenças.
Lodo de esgoto	Este resíduo merece um cuidado especial com altas temperaturas para a eliminação de metais tóxicos e de organismos patogênicos.

Fonte: CEMPRE, 2002

3.9 - Como se efetua a Coleta Seletiva em uma cidade

A destinação do lixo é um problema constante em quase todos os municípios, apesar de ser mais "visível" nas grandes cidades.

Os municípios se defrontam com a escassez de recursos para investimento na coleta e no processamento e disposição final do lixo. Os "lixões" continuam sendo o destino da maior parte dos resíduos urbanos produzidos no Brasil, com graves prejuízos ao meio ambiente, à saúde e à qualidade de vida da população. Mesmo nas cidades que implantaram aterros sanitários, o rápido esgotamento de sua vida útil mantém evidente o problema do destino do lixo urbano. A situação exige soluções para a destinação final do lixo no sentido de reduzir o seu volume. Ou seja: no destino final, é preciso ter menos lixo.

3.9.1 - As soluções convencionais

Os *aterros sanitários* são grandes terrenos onde o lixo é depositado, comprimido depois espalhado por tratores em camadas separadas por terra. As extensas áreas que ocupam, bem como os problemas ambientais que podem ser causados pelo seu manejo inadequado, tornam problemática a localização dos aterros sanitários nos centros urbanos maiores, apesar de serem a alternativa mais econômica a curto prazo.

Os *incineradores*, indicados sobretudo para materiais de alto risco, podem ser utilizados para a queima de outros resíduos, reduzindo seu volume. As cinzas ocupam menos espaço nos aterros e reduz-se o risco de poluição do solo. Entretanto, podem liberar gases nocivos à saúde, e seu alto custo os torna inacessíveis para a maioria dos municípios.

As *usinas de compostagem* transformam os resíduos orgânicos presentes no lixo em adubo, reduzindo o volume destinado aos aterros. É difícil cobrir o alto custo do processo com a receita auferida pela venda do produto. Além disso, não se resolve o problema de destinação dos resíduos inorgânicos, cuja possibilidade de depuração natural é menor.

3.10 - Implantando a coleta seletiva

A coleta seletiva e a reciclagem de resíduos são uma solução indispensável, por permitir a redução do volume de lixo para disposição final em aterros e incineradores.

Não é a única forma de tratamento e disposição: exige o complemento das demais soluções.

O fundamento deste processo é a separação, pela população, dos materiais recicláveis (papéis, vidros, plásticos e metais) do restante do lixo, que é destinado a aterros ou usinas de compostagem.

A implantação da coleta seletiva começa com uma experiência-piloto, que vai sendo ampliada aos poucos. O primeiro passo é a realização de uma campanha informativa junto à população, convencendo-a da importância da reciclagem e orientando-a para que separe o lixo em recipientes para cada tipo de material.

É aconselhável distribuir à população, ao menos inicialmente, recipientes adequados à separação e ao armazenamento dos resíduos recicláveis nas residências (normalmente sacos de papel ou plástico).

A instalação de postos de entrega voluntária em locais estratégicos possibilita a realização da coleta seletiva em locais públicos. A mobilização da sociedade, a partir das campanhas, pode estimular iniciativas em conjuntos habitacionais, *shopping centers* e edifícios comerciais e públicos.

Deve-se elaborar um plano de coleta, definindo equipamentos e periodicidade de coleta dos resíduos. A regularidade e eficácia no recolhimento dos materiais são importantes para que a população tenha confiança e se disponha a participar. Não vale a pena iniciar um processo de coleta seletiva se há o risco de interrompê-lo, pois a perda de credibilidade dificulta a retomada.

Finalmente, é necessária a instalação de um centro de triagem para a limpeza e separação dos resíduos e o acondicionamento para a venda do material a ser reciclado. Também é possível implantar programas especiais para reciclagem de entulho.

A quantidade de entulho gerado nas construções que são realizadas nas cidades brasileiras demonstra um enorme desperdício de material. Os custos deste desperdício são distribuídos por toda a sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções, mas também pelos custos de remoção e tratamento do entulho.

Na maioria das vezes, o entulho é retirado da obra e disposto clandestinamente em locais como terrenos baldios, margens de rios e de ruas das periferias. As prefeituras comprometem recursos, nem sempre mensuráveis, para a remoção ou tratamento desse entulho: tanto há o trabalho de retirar o entulho da margem de um rio como o de limpar galerias e desassorear o leito de córregos onde o material termina por se depositar.

O custo social total é praticamente impossível de ser determinado, pois suas conseqüências geram a degradação da qualidade de vida urbana em aspectos como transportes, enchentes, poluição visual, proliferação de vetores de doenças, entre outros. De um jeito ou de outro, toda a sociedade sofre com a deposição irregular de entulho e paga por isso. Como para outras formas de resíduos urbanos, também no caso do entulho o ideal é reduzir o volume e reciclar a maior quantidade possível do que for produzido.

A quantidade de entulho gerada nas cidades brasileiras é muito significativa e pode servir como um indicador do desperdício de materiais. Os resíduos de construção e demolição consistem em concreto, estuque, telhas, metais, madeira, gesso, aglomerados, pedras, carpetes etc. Muitos desses materiais e a maior parte do asfalto e do concreto utilizado em obras podem ser reciclados. Esta reciclagem pode tornar o custo de uma obra mais baixo e diminuir também o custo de sua disposição.

Note-se ainda que a demanda por habitação de baixo custo também torna interessante a viabilização de materiais de construção a custos inferiores aos existentes, porém sem abrir mão da garantia de qualidade dos materiais originalmente utilizados. Desta forma, o intuito do estudo, cujos resultados parciais são apresentados aqui, é o desenvolvimento de técnicas que garantam a qualidade de elementos construtivos produzidos com agregado

derivado de entulho a custos inferiores aos agregados primários. Os estudos realizados com vistas ao emprego de agregados de entulho na fabricação de elementos de concreto dentro das condições de fabricação (traços) já utilizados na prefeitura da Universidade de São Paulo permitiram atingir as seguintes conclusões, para as amostras ensaiadas:

- a reciclagem de entulho para os fins visualizados é viável;
- os parâmetros de resistência à tração e flexão dos elementos de concreto com entulho são semelhantes e chegam a superar aqueles obtidos para elementos de concreto feitos com agregado primário;
- os parâmetros de resistência à compressão do concreto de entulho podem atingir valores compatíveis ao concreto com agregado primário.

3.11 - Reciclagem

Apesar de causar tantos problemas, o entulho deve ser visto como fonte de materiais de grande utilidade para a construção civil. Seu uso mais tradicional - em aterros - nem sempre é o mais racional, pois ele serve também para substituir materiais normalmente extraídos de jazidas ou pode se transformar em matéria-prima para componentes de construção, de qualidade comparável aos materiais tradicionais.

É possível produzir agregados - areia, brita e bica corrida para uso em pavimentação, contenção de encostas, canalização de córregos, e uso em argamassas e concreto. Da mesma maneira, pode-se fabricar componentes de construção - blocos, briquetes, tubos para drenagem, placas.

As prefeituras devem iniciar a implantação de um programa fazendo um levantamento da produção de entulho no município, estimando os custos diretos e indiretos causados pela deposição irregular. Com base nestas informações será possível determinar a tecnologia a ser empregada, os investimentos necessários e a aplicação dos resíduos

reciclados. A reciclagem de entulho pode ser realizada com instalações e equipamentos de baixo custo, apesar de existirem opções mais sofisticadas tecnologicamente.

Havendo condições, pode ser realizado na própria obra que gera o resíduo, eliminando os custos de transporte. É possível contar com diversas opções tecnológicas, mas todas elas exigem áreas e equipamentos destinados à seleção, trituração e classificação de materiais. As opções mais sofisticadas permitem produzir a um custo mais baixo, empregando menos mão-de-obra e com qualidade superior. Exigem, no entanto, mais investimentos e uma escala maior de produção. Por estas características, adequam-se, normalmente, as cidades de maior porte.

A construção civil é atualmente o grande reciclador de resíduos provenientes de outras indústrias. A escória granulada de alto forno e cinzas são matéria prima comum nas construções.

3.12 - Coleta Do Entulho

Para resolver o problema do entulho é preciso organizar um sistema de coleta eficiente, minimizando o problema da deposição clandestina. É necessário estimular, facilitando o acesso a locais de deposição regular estabelecidos pela prefeitura.

A partir de uma coleta eficaz é possível introduzir práticas de reciclagem para o reaproveitamento do entulho. Para cidades maiores, é importante que a coleta de entulho seja realizada de forma desconcentrada, com instalações de recebimento de entulho em várias regiões da cidade.

Em contrapartida, é preciso lembrar que a concentração dos resíduos torna mais barata a sua reciclagem, reduzindo os gastos com transporte, que, em geral, é a questão mais importante num processo de reciclagem. Estabelecer dias de coleta por bairro, onde a população pode deixar o entulho nas calçadas para ser recolhido por caminhões da prefeitura

é uma prática já adotada em alguns municípios. A política de coleta do entulho deve ser integrada aos demais serviços de limpeza pública do município.

Pode-se aproveitar programas já existentes ou, ao contrário, a partir do recolhimento de entulho implantar novos serviços como a coleta de "bagulhos" (por exemplo, móveis usados) que normalmente têm o mesmo tipo de deposição irregular e tão danosa quanto o entulho.

Mas o entulho surge não só da substituição de componentes pela reforma ou reconstrução. Muitas vezes é gerado por deficiências no processo construtivo: erros ou indefinições na elaboração dos projetos e na sua execução, má qualidade dos materiais empregados, perdas na estocagem e no transporte. Estes desperdícios podem ser atenuados através do aperfeiçoamento dos controles sobre a realização das obras públicas e também através de trabalhos conjuntos com empresas e trabalhadores da construção civil, visando aperfeiçoar os métodos construtivos, reduzindo a produção de entulho e os desperdícios de material.

No Brasil, entretanto, o reaproveitamento do entulho é restrito, praticamente, à sua utilização como material para aterro e, em muito menor escala, à conservação de estradas de terra. A prefeitura de São Paulo, em 1991, implantou uma usina de reciclagem com capacidade para 100 t/hora, produzindo material utilizado como sub-base para pavimentação de vias secundárias, numa experiência pioneira no Hemisfério Sul.

Estima-se que a construção civil seja responsável por até 50% do uso de recursos naturais em nossa sociedade, dependendo da tecnologia utilizada. Sabe-se também que, na construção de um edifício, o transporte e a fabricação dos materiais representam aproximadamente 80% da energia gasta.

3.13 - Diferentes Aplicações

As propriedades de certos resíduos ou materiais secundários possibilitam sua aplicação na construção civil de maneira abrangente, em substituição parcial ou total da matéria-prima utilizada como insumo convencional.

No entanto, devem ser submetidos a uma avaliação do risco de contaminação ambiental que seu uso poderá ocasionar durante o ciclo de vida do material e após sua destinação final.

Grandes pedaços de concreto podem ser aplicados como material de contenção para prevenção de processos erosivos na orla marítima e das correntes, ou usado em projetos como desenvolvimento de recifes artificiais. O entulho triturado pode ser utilizado em pavimentação de estradas, enchimento de fundações de construção e aterro de vias de acesso.

Em alguns países já há indicação das autoridades de saúde para cuidados a serem tomados quando da manipulação de asfalto, por existirem materiais potencialmente cancerígenos. É recomendado o uso de equipamento de proteção individual (EPI).

3.14 - Resultados

Ambientais

Os principais resultados produzidos pela reciclagem do entulho são benefícios ambientais. A equação da qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais é mais importante que a equação econômica. Os benefícios são conseguidos não só por se diminuir a deposição em locais inadequados (e suas conseqüências indesejáveis já apresentadas) como também por minimizar a necessidade de extração de matéria-prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado. Reduz-se, ainda, a necessidade de destinação de áreas públicas para a deposição dos resíduos.

Econômicos

As experiências indicam que é vantajoso também economicamente substituir a deposição irregular do entulho pela sua reciclagem. O custo para a administração municipal de US\$ 10 por metro cúbico clandestinamente depositado, aproximadamente, incluindo correção da deposição e o controle de doenças. Estima-se que o custo da reciclagem significa cerca de 25% desses custos.

A produção de agregados com base no entulho pode gerar economias de mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais. A partir deste material é possível fabricar componentes com uma economia de até 70% em relação a similares com matéria-prima não reciclada. Esta relação pode variar, evidentemente, de acordo com a tecnologia empregada nas instalações de reciclagem, o custo dos materiais convencionais e os custos do processo de reciclagem implantado.

De qualquer forma, na grande maioria dos casos, a reciclagem de entulho possibilita o barateamento das atividades de construção.

A reciclagem pode ser mais barata do que a disposição dos rejeitos, além de ter o potencial de tornar o preço de uma obra mais convidativo.

- Para a administração municipal, este custo está em torno de US\$ 10 por metro cúbico clandestinamente depositado, aproximadamente, incluindo a correção da deposição e o controle de doenças. Estima-se que o custo da reciclagem signifique 25% desse custo.

- A produção de agregados com base no entulho pode gerar economias de mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais.

- A partir deste material é possível fabricar componentes com uma economia de até 70% em relação a similares com matéria-prima não reciclada. O entulho deve ser visto como fonte de materiais de grande utilidade para a construção civil. Seu uso mais tradicional - em aterros - nem sempre é o mais racional, pois ele serve também para substituir mate-riais

normalmente extraídos de jazidas ou pode se transformar em matéria-prima para componentes de construção, de qualidade comparável aos materiais tradicionais.

Sociais

O emprego de material reciclado em programas de habitação popular traz bons resultados.

Os custos de produção da infra-estrutura das unidades podem ser reduzidos. Como o princípio econômico que viabiliza a produção de componentes originários do entulho é o emprego de maquinaria e não o emprego de mão-de-obra intensiva, nem sempre se pode afirmar que a sua reciclagem seja geradora de empregos.

3.15 – Recursos para a implantação da Coleta Seletiva

O custo de operação do projeto varia em função do município, sendo considerado baixo um custo de US\$ 150 por tonelada de resíduo coletado. A receita auferida com a venda do material é, em média US\$ 45 por tonelada de plástico, US\$ 502 para alumínio, US\$ 30 para vidro, US\$ 100 para papel de primeira e US\$ 48 para aparas de papel.

Os custos de transporte são os maiores limitantes da coleta seletiva. Distâncias superiores a 100 km entre a fonte dos resíduos e a indústria de reciclagem tendem a tornar o processo deficitário. O processamento primário dos materiais (através de equipamentos como prensas e trituradores) aumenta seu valor e atenua o problema. Para a coleta, a prefeitura pode colocar caminhões com caçamba e pessoal à disposição ou contratar os serviços. Uma campanha informativa pode custar à prefeitura apenas a impressão dos folhetos e cartilhas. A prefeitura deve dispor de uma área para o centro de triagem.

A iniciativa privada atua na reciclagem apenas nas atividades mais lucrativas; procurar novas formas para seu envolvimento que reduzam os gastos públicos é um desafio para as prefeituras. Tais parcerias podem ocorrer através do fornecimento de cartilhas, folhetos e sacos para o recolhimento do lixo, da colocação de postos de entrega, da organização da coleta seletiva no interior de edifícios e instalações comerciais, da compra de materiais reciclados ou mesmo da instalação de indústrias de reciclagem ou processamento primário, mesmo que de pequeno porte. Parcerias com entidades da sociedade civil, através de campanhas de esclarecimento, instalação de postos de entrega, organização e realização da coleta e separação dos materiais, ampliam o alcance das ações e reduzem custos.

Consórcios intermunicipais possibilitam economias de escala, com ações conjuntas entre prefeituras. Tão importante quanto o investimento, é o papel do governo municipal como articulador junto à sociedade e outros governos.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE

JUIZ DE FORA - UNIPAC

Rua Dr. José Cesário, 175 -

IV. ALGUMAS EXPERIÊNCIAS DO PROCESSO DE COLETA SELETIVA

Segundo DAVIS & CORNWELL in AMORIN (2000)

Considera-se primordial objetivo da gestão da coleta e disposição de resíduos sólidos, no meio urbano, a remoção de materiais descartados de locais habitados, em tempo para prevenir a propagação de doenças e para reduzir o risco de incêndios e o mal-estar estético originado da putrefação da matéria orgânica. Outro objeto, de igual importância, é a disposição dos materiais descartados de forma ambientalmente aceitável.

As decisões relativas à formulação de uma política de gerenciamento de resíduos sólidos desdobram-se nas seguintes áreas: a coleta, o transporte, o processamento e a disposição. Ao projetar um sistema de coleta, uma decisão importante é a relativa ao local de onde o lixo será coletado: no meio fio ou no interior das residências.

Esta definição afeta muitas variáveis, como os meios de depósito ou guarda do lixo, a equipe de coleta, os equipamentos utilizados. A frequência da coleta também. Tanto o ponto de coleta quanto a frequência devem ser examinados sob a ótica do seu impacto nos custos de coleta do sistema. Sistemas em que a coleta ocorra uma vez por semana e junto ao meio-fio otimizam a produtividade da mão – de – obra e resultam em menores custos frente a sistemas com frequência maior e coleta no interior dos domicílios.

Em regiões mais quentes, a coleta duas vezes por semana é considerada essencial.

A escolha dos meios de depósito ou guarda ("containers ") também merece ser avaliada em termos dos impactos ambientais decorrentes e custos envolvidos, pois certos meios podem apresentar problemas sanitários e de segurança para os agentes de coleta, ou para o público em geral (Um exemplo e analogia de como meios de acondicionamento ou guarda podem acarretar nocividade ao conteúdo é a notícia de que o Ministério da Agricultura estuda a publicação de Portaria banindo o uso das tradicionais caixas de madeira usadas na colheita e transporte de frutas, legumes e verduras, de difícil higienização pós e pré-uso e que podem levar à perda da qualidade do produto. Essa regulamentação vem no bojo da nova lei de classificação de produtos hortifrutícolas.

Outro aspecto a considerar, quanto a alternativas de guarda e acondicionamento, a separação domiciliar dos diversos materiais recicláveis, que depende, para sua viabilização, do preço de mercado local para os recicláveis e o nível de participação comunitária.

Mais outro aspecto a considerar, decorrente da distância entre o local de disposição e o centro da cidade, é o da conveniência de haver uma estação de transbordo ("transfer station") , no subsistema de transporte do lixo. O transporte direto para um aterro sanitário é comumente a alternativa de disposição do lixo mais barata, tanto em termos operacionais quanto em dispêndio de capital.

Segundo AMORIM (idem)

O gerenciamento de políticas municipais de coleta de resíduos sólidos dá lugar a decisões tomadas pelos representantes políticos eleitos, sobre a coleta ser feita por empregados municipais, firmas privadas contratadas pela administração, firmas privadas contratantes diretamente junto aos usuários. Outras decisões a tomar pelos representantes políticos eleitos dizem respeito à frequência da coleta e ao tipo de lixo recolhido , que pode ser todo tipo de lixo ou ter algum dos tipos excluído da coleta pública.

Geralmente, esforços para aprimoramento se concentram sobre o subsistema de disposição do lixo. Considere-se, a respeito do subsistema de coleta de resíduos sólidos, ser ele muito grande, complexo, e vital, para admitir experimentos, exceto se em escala muito limitada.

Técnicas para avaliação e otimização de subsistemas de coleta requerem quantidades imensas de dados ou baseiam-se em suposições supersimplificadas.

Pode-se, por exemplo, realizar uma análise detalhada do processo de coleta, acompanhando durante toda uma jornada de trabalho a equipe de coleta, e registrando os dados observados em uma planilha, que demonstrará quanto tempo é despendido em cada tarefa. Pode-se, ainda, utilizar método de estimativa grosseira ("*quick and dirty*") , valendo-se de indicadores como tamanho da equipe, capacidade de carga do veículo de coleta, custo da mão-de-obra e de capital, e construindo fórmulas simplificadas em base a médias de tempo de coleta e outras suposições generalizantes. Por exemplo, se um gari recolhe o lixo de um domicílio em um minuto, dois garis despenderão meio minuto.

De acordo com DAVIS & CORNWELL in AMORIM (idem)

A Environment Protection Agency - EPA (EEUU) estabeleceu um método simples, heurístico, baseado em princípios lógicos, para orientar o trajeto ("routing ") da coleta:

1. *o trajeto não deve ser fragmentado ou superposto. Cada rota deve ser compacta, consistindo de trechos de ruas compreendidos em uma mesma área espacial.*
2. *A coleta total e o tempo de transporte devem ser razoavelmente constantes para cada rota em uma comunidade servida ("equalized workloads").*
3. *A rota de coleta deve iniciar tão próxima da saída dos veículos quanto possível, levando em conta locais e períodos de tráfego intenso e ruas de mão única.*
4. *Locais de tráfego intenso não devem ser atendidos durante as horas de rush.*
5. *Ruas de mão única devem ter o serviço iniciado próximo à parte mais elevada da rua, e vir descendo até a conversão.*
6. *Serviço em ruas sem saída pode ser considerado como serviço no segmento da rua com que façam esquina, já que somente são atendidas quando se trafega inicialmente nessa rua. Para evitar conversões à esquerda do motorista ou reduzi-las, a coleta em ruas sem saída se dá quando estas estiverem à direita do veículo. A coleta se faz descendo a rua, dando ré, ou fazendo a conversão ao final. Quando possível, atendimento aos pontos de coleta em ladeiras acentuadas será feito em ambos os lados da rua, enquanto o veículo desce, por razões de segurança, facilidade, velocidade da coleta, carga no veículo, e economia de combustível.*
7. *Locais mais altos devem situar-se no início do trajeto.*
8. *A coleta feita em um lado da rua de cada vez é melhor se houver volta em torno da quadra, no sentido horário, para minimizar conversões à esquerda, que geralmente são mais difíceis e consomem mais tempo.*

9. *A coleta feita em ambos os lados da rua de uma vez é melhor seguindo caminhos diretos, longos, antes de retornar no sentido horário.*
10. *Para certas configurações de quadra a ser atendida, padrões específicos de roteiro devem ser aplicados.*

Continuando o pensamento, toma-se como empréstimo a opinião de PHILIP JUNIOR (2000), ao afirmar que

Aterros sanitários são locais para deposição dos resíduos sólidos no solo utilizando um método de disposição que minimize riscos ambientais por meio da dispersão desses resíduos no menor volume praticável, compactando material de cobertura ao final de cada dia de trabalho.

A escolha da localização para o aterro é talvez o obstáculo mais difícil de superar pois a resistência dos habitantes nas proximidades do local escolhido elimina muitos sítios potenciais. A escolha da localização para o aterro sanitário levará em conta as seguintes variáveis: 1) Oposição do público. 2) Proximidade a rodovias principais. 3) Limites de velocidade de tráfego. 4) Limites de capacidade de carga nas rodovias. 5) Capacidade das pontes trafegadas. 6) Viadutos. 7) Padrões de tráfego e congestionamento. 8) Tempo consumido no transporte. 9) Retornos. 10) Hidrologia. 11) Disponibilidade de material para cobertura. 12) Clima (ex.:enchentes; deslizamentos de barreiras, neve). 13) Zoneamento. 14) Áreas de proteção ("buffer areas"). 15) Sítios históricos, espécies ameaçadas de extinção, e outros fatores ambientais relevantes. Exige-se ainda observar critérios de localização, dentre os quais: situar-se a 30 (trinta) metros de cursos d' água; 160 (cento e sessenta) metros de poços de água potável; 65 (sessenta e cinco) metros de casas, escolas e parque; 3.000 (três mil) metros de pistas de aeroportos.

Para estimar o volume exigido para um aterro, faz-se necessário conhecer a quantidade de resíduos produzidos e a densidade dos rejeitos compactados, *in situ*. O volume de rejeitos difere notadamente de uma cidade para outra, em razão das condições específicas de cada localidade. Uma fórmula é recomendada para estimativa do volume anual exigido por

SALVADO (SALVATO, J. A., Environmental Engineering and Sanitation, New York: Wiley, p. 427, 1972, apud Davis & Cornwell)

$$L_F = PEC/Dc$$

onde:

$$L_F = \frac{VOLUME\ DO\ ATERRO, m^3}{P = POPULAÇÃO}$$

Vetores (transmissores de doenças) e poluição da água e do ar não devem ser problemas para um aterro adequadamente operado e mantido. Resíduos bem compactados e o material de cobertura são os fatores mais importantes para o controle de insetos e roedores. A queima, que pode causar poluição do ar, jamais é permitida em um aterro sanitário. Mau-cheiro é controlado pela cobertura efetuada rápida e cuidadosamente e com a vedação de quaisquer gretas que possam desenvolver-se.

Os gases da decomposição bacteriana dos rejeitos são metano, nitrogênio, dióxido de carbono, hidrogênio, sulfeto de hidrogênio. Nos primeiros anos de vida de um aterro, o gás predominante é dióxido de carbono, enquanto nos anos finais de vida são, em proporções quase iguais, dióxido de carbono e metano, o qual é explosivo. Alguns aterros têm poços construídos para coletar o metano para uso local e comercial como fonte energética. A recuperação do metano produzido nos aterros pela decomposição anaeróbica é possível com o uso de equipamento de processamento de gás.

Embora seja possível obter metano de aterros sanitários com dimensões mínimas de 11 (onze) hectares, pelo custo do investimento e pela complexidade dos equipamentos de processamento de gás, apenas em aterros de área superior a 65 (sessenta e cinco) hectares torna-se econômico. O gás produzido é de baixa potência calorífica (18,6 MJ/m³), mas pode ser, mediante processos adequados, transformado em gás com potência calorífica de 37,3 MJ/m³.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
 JUIZ DE FORA - UNIPAC
 Rua Dr. José Cesário, 175 -
 Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

O controle do chorume produzido pelos aterros visa impedir a contaminação do lençol freático e regulamentos rigorosos exigem diversas camadas coletoras de chorume. Verificou-se em geral que a quantidade do chorume está em função direta da quantidade de água exterior que ingressa no aterro. Aterros sanitários cuja vida útil tenha sido completada exigem manutenção, consistindo primariamente de regularização da superfície para boa drenagem e o preenchimento de pequenas depressões para evitar formação de poças e infiltração. A cobertura final de solo deve ter 60 (sessenta) centímetros de espessura.

De acordo com PHILIPHI JUNIOR (idem)

Aterros em desuso podem ter destinação para fins recreativos como parques, área de esportes ou campos de golfe. Estacionamentos e áreas para depósito ou jardins botânicos são outros usos finais possíveis. Deve-se evitar a construção de prédios sobre aterros, pela possível instabilidade do solo decorrente da formação de gases.

Nas atuais condições de mercado e de contabilização de custos, a conservação de recursos naturais e a recuperação de recursos naturais, salvo em condições locais favoráveis, custa mais do que simplesmente aterrar resíduos sólidos e rejeitos, o que representa desincentivo para a conservação dos recursos naturais.

Das diversas técnicas de conservação de recursos e de sua recuperação (RC & R se pode esperar compensar os custos adicionais acrescidos aos das práticas convencionais e ampliar a vida útil dos aterros com baixo custo. Por isso, "recuperação pela recuperação" ou "recuperação de energia pela recuperação de energia" são estratégias limitadas.

Tecnologias de RC & R de baixa complexidade: Substituir produtos descartáveis por produtos reutilizáveis é viável e a legislação exigindo reembolso ou depósitos para recipientes de bebidas tem tido sucesso e não acarreta perda de postos de trabalho; que quando ocorre é compensada pelo crescimento dos negócios e por novos postos de trabalho em outros setores da economia. O reprocessamento de rejeitos para recuperar uma matéria

prima, em seu nível mais baixo, envolve a separação dos materiais na fonte de descarte pelo usuário.

Ocorre em instância apropriada e requer dispêndio mínimo de energia. Opções válidas para adoção da prática são: 1. Centros de coleta ("*drop-off centers*") ; 2. Coleta domiciliar ("*curbside collection*"); 3. Instalações para processamento de material; 4. Compostagem de folhas secas e restos de jardinagem; 5. Coleta e processamento de grandes volumes ("*bulky waste collection and processing*"); 6. Recuperação de pneus. É possível a municipalidade manter instalação para processamento e recuperação de materiais, sendo os recicláveis coletados e levados para uma central de manipulação, para separação mecânica e intensiva em trabalho.

Tecnologias de RC & R de média complexidade: Projeto de produto ("*product design*") . Exemplos: evitar o consumo de sacos de polietileno para embalar compras de supermercados, substituindo o material mais fino e menos resistente por outro de espessura levemente maior do que o antes utilizado. Pneus podem ser triturados e utilizados em usinas de asfalto (Pneus automotivos são sério problema para reciclagem, pois além da borracha com que são fabricados neles existem mantas internas metálicas de reforço).

DAVIS (2002) afirma serem materiais problemáticos para disposição em aterros (p. 630). Observação pessoal do autor indica serem *possíveis de aproveitamento como meios de contenção de encostas de terra, possibilitando a estabilização de taludes e o plantio neles de grama*).

*A compostagem é um processo de elaboração de material assemelhado ao húmus por meio de estabilização aeróbica de materiais orgânicos nos resíduos sólidos. Compostagem não produz um bom fertilizante, pois o material resultante apresenta menos de 1% (um por cento) de nutrientes como fósforo, nitrogênio e potassa. Entretanto, serve para melhorar a estrutura do solo, aumentar a capacidade do solo reter umidade, reduzir a perda de nitrogênio solubilizado, e aumentar a capacidade de absorção do solo ("*soil buffer capacity*").*

Desde 1970 tem-se buscado explorar tecnologias inovadoras de alta complexidade para a recuperação de recursos. O descompasso encontra-se exatamente no custo energético dessas tecnologias e o valor do combustível obtido dos resultados sólidos aproveitados. A não ser que o lixo municipal urbano tenha dele removido metais e vidros e seja reduzido a particulado, não poderá alimentar usinas termoelétricas convencionais.

Segundo a legislação do CONAMA n. 275 de 25 de abril de 2001, estabelece-se código de cores para os diferentes tipos de resíduos urbanos.

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

Diz o texto da Resolução:

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 275 DE 25 DE ABRIL 2001 *topo*

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das atribuições que lhe conferem a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, e tendo em vista o disposto na Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e no Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999, e Considerando que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país,

para reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais não-renováveis, energia e água;

Considerando a necessidade de reduzir o crescente impacto ambiental associado à extração, geração, beneficiamento, transporte, tratamento e destinação final de matérias-primas, provocando o aumento de lixões e aterros sanitários;

Considerando que as campanhas de educação ambiental, providas de um sistema de identificação de fácil visualização, de validade nacional e inspirado em formas de codificação já adotadas internacionalmente, sejam essenciais para efetivarem a coleta seletiva de resíduos, viabilizando a reciclagem de materiais, resolve:

Art. 1º Estabelecer o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

Art. 2º Os programas de coleta seletiva, criados e mantidos no âmbito de órgãos da administração pública federal, estadual e municipal, direta e indireta, e entidades paraestatais, devem seguir o padrão de cores estabelecido em Anexo.

§ 1º Fica recomendada a adoção de referido código de cores para programas de coleta seletiva estabelecidos pela iniciativa privada, cooperativas, escolas, igrejas, organizações não-governamentais e demais entidades interessadas.

§ 2º As entidades constantes no caput deste artigo terão o prazo de até doze meses para se adaptarem aos termos desta Resolução.

Art. 3º As inscrições com os nomes dos resíduos e instruções adicionais, quanto à segregação ou quanto ao tipo de material, não serão objeto de padronização, porém recomenda-se a adoção das cores preta ou branca, de acordo a necessidade de contraste com a cor base.

Art. 4º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ SARNEY FILHO

Presidente do CONAMA

ANEXO:

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;

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

ROXO: resíduos radioativos;

MARROM: resíduos orgânicos;

CINZA: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

Chegando às análises das cidades, em **Niterói-RJ**, a iniciativa para a coleta seletiva partiu dos moradores de um bairro, em 1985, que contaram com o apoio da Universidade Federal Fluminense e de uma entidade do governo alemão. A prefeitura apenas cedeu um técnico, temporariamente, e fez a terraplanagem do terreno.

Curitiba-PR criou, em 1989, o projeto "Lixo Que Não É Lixo", iniciado com um trabalho de educação ambiental nas escolas. Em seguida, foi distribuída uma cartilha à população e iniciada a coleta domiciliar e em supermercados, onde os resíduos recicláveis são trocados por vales-compra. A prefeitura assume o custo de coleta e o material recolhido é doado a uma entidade assistencial, que o processa e comercializa, destinando o lucro para suas atividades assistenciais.

A coleta seletiva criou condições técnicas para a implantação de uma usina de compostagem na cidade, pois boa parte do material inorgânico (metais, vidros, etc.) já é separado, reduzindo os custos de operação da usina.

A instalação da usina de reciclagem de **Vitória-ES**, em 1990, em um antigo "lixão", evitou enormes prejuízos ambientais e reuniu trabalhadores que viviam em condições sub-humanas, explorados pelas "máfias do lixo", controladas por aparistas e sucateiros, dando-lhes melhores condições de trabalho e remuneração.

Da avaliação dessas experiências, pode-se dizer que a participação da população é a principal condição para o sucesso da coleta seletiva.

4.1 – Resultados

a) ambientais

Os maiores beneficiados por esse sistema são o meio ambiente e a saúde da população. A reciclagem de papéis, vidros, plásticos e metais - que representam em torno de 40% do lixo doméstico - reduz a utilização dos aterros sanitários, prolongando sua vida útil. Se o programa de reciclagem contar, também, com uma usina de compostagem, os benefícios são ainda maiores. Além disso, a reciclagem implica uma redução significativa dos níveis de poluição ambiental e do desperdício de recursos naturais, através da economia de energia e matérias-primas.

b) econômicos

A coleta seletiva e reciclagem do lixo doméstico apresenta, normalmente, um custo mais elevado do que os métodos convencionais. Iniciativas comunitárias ou empresariais, entretanto, podem reduzir a zero os custos da prefeitura e mesmo produzir benefícios para as entidades ou empresas. De qualquer forma, é importante notar que o objetivo da coleta seletiva não é gerar recursos, mas reduzir o volume de lixo, gerando ganhos ambientais. É um investimento no meio ambiente e na qualidade de vida. Não cabe, portanto, uma avaliação baseada unicamente na equação financeira dos gastos da prefeitura com o lixo, que despreze os futuros ganhos ambientais, sociais e econômicos da coletividade. A curto prazo, a reciclagem permite a aplicação dos recursos obtidos com a venda dos materiais em benefícios sociais e melhorias de infra-estrutura na comunidade que participa do programa. Também pode gerar empregos e integrar na economia formal trabalhadores antes marginalizados, como no caso de **Vitória-ES**.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

c) políticos

Além de contribuir positivamente para a imagem do governo e da cidade, como caso de Curitiba, a coleta seletiva exige um exercício de cidadania, no qual os cidadãos assumem um papel ativo em relação à administração da cidade. Além das possibilidades de aproximação entre o poder público e a população, a coleta seletiva pode estimular a organização da sociedade civil.

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.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -

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 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 investindo 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.

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.

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 concretizar a cooperativa dos catadores.

EXPERIÊNCIA

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 Bom Fim, 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, dispendo 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, 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 instituídas, 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-Vivo 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.

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.

Observa-se a importância da coleta seletiva, quando a população conscientiza-se e automaticamente a executa, utilizando-se para isso do sistema de cores.



CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou analisar a situação da coleta seletiva no Brasil, de forma generalizada, concorrendo para isso com depoimentos de especialistas e experiências implantadas em cidades de pequeno, médio e grande porte.

Com o estudo pode-se haver a conscientização de que o lixo é um problema mundial e embora tenha legislações que imponham a Coleta Seletiva e a Reciclagem, cabe a cada habitante fazer sua parte, para que haja um consenso municipal, estadual e federal.

Conclui-se que a reciclagem e a compostagem do lixo pode ser a solução para o grave problema enfrentado pelos municípios que ainda jogam dinheiro fora e poluem o meio ambiente. Por meio da separação de plásticos, vidros, latas e outras matérias, uma usina de coleta e reciclagem de médio porte chega a produzir cerca de 40 a 50 toneladas de adubo orgânico. Este reaproveitamento pode significar uma fonte de recurso extra, tanto em forma de verbas, com a venda do adubo, como em forma de economia, já que o adubo saído de uma usina se contar com o apoio municipal poderá ser utilizado em hortas escolares ou municipais.

Constatou-se, a partir do desenvolvimento dos programas de coleta seletiva de lixo, que o problema não é mais a conscientização da população sobre a importância da separação do lixo e, a população cobra dos governos locais a implantação de programas de coleta seletiva. A população acredita que separar o lixo é uma das formas mais cômodas e objetivas de contribuir com a melhoria da qualidade ambiental.

O grande desafio é que o poder público não sabe responder satisfatoriamente a esta demanda, seja por falta de vontade política, de recursos, de tecnologia ou de corpo técnico adequado para tal fim.

Muitas vezes os próprios órgãos públicos encontram dificuldade em implantar estes projetos, visto que desconhecem como se executa a coleta seletiva, e muitas vezes não conseguem viabilizar projetos, já que são muitos os projetos mal conduzidos e que fracassam por várias causas, entre elas a fragilidade dos modelos e a falta de clareza dos objetivos a serem atingidos.

A continuidade é fundamental para o desenvolvimento de um modelo que se mostre viável, apesar das instabilidades administrativas e trocas de gestão.

Em nível local é possível:

- Sensibilizar os prefeitos para o entendimento da importância do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, sem o qual não é possível entender a coleta seletiva de lixo;
- Valorizar o trabalho dos catadores e investir na assessoria para sua organização;
- Apoiar a instalação de empresas recicladoras não poluentes nos municípios através de incentivos tributários.

Em nível estadual é possível:

- Responsabilizar as empresas produtoras de resíduos;
- Criação de instrumentos econômicos de incentivo à reciclagem e ao uso de matérias primas recicladas;
- Criação de agências governamentais para assessorar os municípios na implantação de seus programas de resíduos sólidos;
- Desenvolver amplo programa de resíduos sólidos.

Em nível federal é possível:

- A implementação de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos e sua descentralização para os municípios através de capacitação técnica e recursos para apoiar a implementação de modelos exemplares de gestão integrada de resíduos sólidos e de coleta seletiva de lixo.

Enfim, o desafio de administrações consiste agora em gerir corretamente o comportamento da população para caminhar, em um esforço de equipe, ao encontro da meta visada.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
JUIZ DE FORA - UNIPAC
Rua Dr. José Cesário, 175 -
Juiz de Fora - MG - CEP 36025-030

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, V. P. Resíduos Sólidos Urbanos: o problema e a solução. Brasília: Roteiro Editorial, 2000. 290 p.
- BARRETO, M. L. (org.), 1999. Avaliação do Impacto Epidemiológico do Programa de Saneamento Ambiental da Baía de Todos os Santos (Bahia Azul), 9º Relatório Quadrimestral. Salvador: Secretaria de Recursos Hídricos Saneamento e Habitação/ Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia.
- BERTRAN, P. História da terra e do homem no Planalto Central: Ecohistória do Distrito Federal: do indígena ao colonizador. Ed. rev. atual.. Brasília: Verano; 2000. 270 p.
- BRASIL. SEPURB - Secretaria de Política Urbana – MPO. Orientações Básicas para Organizar um Serviço de Limpeza Pública em Comunidades de Pequeno Porte. S/d. 41 p
- BRASIL. MMA (Ministério do Meio Ambiente). Agenda 21 Brasileira: Bases para a Discussão. Brasília: MMA. 1999.
- CASTRO, M.S.M.V. Uma análise comparativa do modelo de gestão de resíduos domiciliares em Uberlândia. Dissertação de mestrado. UFU, Uberlândia. 1998.
- CATAPRETA, C. A. A. & HELLER, L., 1999. Associação entre coleta de resíduos sólidos domiciliares e saúde, Belo Horizonte (MG), Brasil. *Pan American Journal of Public Health*, 5:88-96.
- CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem - Disponível na on line: <http://www.cempre.org.br>. acesso em 12/11/2002.
- CLEMENTE, I. Maioria dos municípios ignora IPTU. Folha de São Paulo. São Paulo: 25 de abril de 2001. Cotidiano, pg. C12
- CRETELLA Jr., J. Do ato administrativo. 2.ed. São Paulo: José Bushatisky Editor, 1977.
- DATASUS (Departamento de Informática do SUS), 2000. Cobertura de Sistema de Coleta de Lixo da Região Metropolitana de Salvador, 1997-1999. 9 Novembro 2001
- DAVIS, M. L. et al. Introduction to Environmental Engineering. 2. ed. New York: McGraw Hill, 1991. 822 p.
- DUNSON, C.L 1997. Rocking to the right heavy metal. Atlanta: World Wastes. Vol. 40 nº 7 pp. 23 – 27.
- FIGUEIREDO, P.J.M. Os resíduos sólidos e sua significação frente ao impasse ambiental e energético da atualidade. Tese de doutorado. Campinas: UNICAMP. 2000
- GOMES, P. C. R.. Comunicação pessoal, planilhas para avaliação do custo de descarte, composições de resíduos, potencial de redução na fonte, potencial de reciclagem, Módulo I –

Planejamento urbano, meio ambiente e gestão. UnB/CIORD, Curso de Pós-graduação "Gestão Ambiental e Ordenamento Territorial I", mimeo, Brasília, 2000

FUNDAÇÃO VANZOLINI. "Meio Ambiente". Boletim Fundação Vanzolini, Ano IX, n. 42, março-abril, 2000.

IBGE. Censo Demográfico 2000: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2000. Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios 1999. Microdados. 9 Novembro 2001.

LARREA, C. & BARRETO, M. (org.). Acompanhamento das Mudanças das Percepções da População Resultantes das Ações do Programa Bahia Azul. Relatório Técnico de Pesquisa. Salvador: Secretaria de Recursos Hídricos Saneamento e Habitação/Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia. 1999.

LIMPURB (Companhia de Limpeza Urbana). Relatório Técnico Anual. Salvador: LIMPURB, Prefeitura Municipal de Salvador. 2000.

MATUS, C., 1993. Política, Planificação e Governo. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

PAVIANI, A. Brasília: a metrópole em crise: ensaios sobre urbanização, Editora Universidade de Brasília, Brasília, 1999. 113 p.

PHILIPPI Junior, A., org. Saneamento do Meio, Fundacentro. 1ª ed., 3ª reimp. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental, 2001. 235 p.

POLO, E. Lei pode incentivar embalagem de papelão. Folha de São Paulo. São Paulo: 18 de setembro de 2001. Cotidiano, pg. C11.

OPS (Organización Panamericana de la Salud). Nuestro Planeta, Nuestra Salud: Informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la OMS. Publicación Científica 505. Washington, DC: OPS. 1993.

SISINNO, C. L. S. & OLIVEIRA, R. M. (org.). Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: Uma Visão Multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 2000.

UN (United Nations), 1999. Environmentally Sound Management of Solid Waste and Sewage-related Issue. 29 Maio 2000. Disponível em url: <http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21chapter21.htm>. acesso em 10/110/2001.