

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS



Vander Oliveira dos Reis

RECICLAGEM

Juiz de Fora

2005

Vander Oliveira dos Reis

RECICLAGEM

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente.

Orientadora: Gisele Pereira Teixeira, M. Sc.

Juiz de Fora

2005

Vander Oliveira dos Reis

RECICLAGEM

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente a ser aprovada pela seguinte professora:



Professora Gisele Pereira Teixeira M. Sc.

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS

Juiz de Fora

2005

Dedico este trabalho aos colegas, que muito colaboraram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus professores por todo o apoio e dedicação, fundamentais para meu amadurecimento intelectual.

“O lixo é apenas um momento no estado da
matéria.

Se devidamente tratado, deixa de ser um
problema.”

RODRIGUEZ, (2003)

RESUMO

O trabalho a seguir foi desenvolvido através de informações obtidas em sala de aula, leituras complementares, pesquisa Bibliográfica e de sites na internet e seu conteúdo tem por objetivo explicitar de forma sintética alguns aspectos dos resíduos gerados pelas atividades humanas, sua relevância ambiental e a importância do seu gerenciamento para o desenvolvimento sustentável. O principal objetivo deste trabalho é reunir as técnicas básicas utilizadas na composição, segregação e reciclagem de alguns tipos de resíduos sólidos.

TABELAS

Tabela 01: Tipos de materiais que podem ou não, serem reciclados-----	12
Tabela 02: Tempo para decomposição de alguns materiais-----	13
Tabela 03: Produção, Consumo e Reciclagem de PET no Brasil-----	22
Tabela 04: Benefícios da Reciclagem de Alumínio-----	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO -----	10
2. RECICLAGEM -----	11
2.1. Algumas vantagens da reciclagem -----	11
3. MATERIAIS RECICLÁVEIS -----	15
3.1. Reciclagem do Papel -----	15
3.2. Reciclagem do plástico -----	16
3.2.1. Divisão dos plásticos -----	16
3.2.2. Identificação dos tipos de plásticos -----	17
3.2.3. Reciclagem primária ou pré-consumo -----	19
3.2.4. Reciclagem secundária ou pós-consumo -----	19
3.2.5. Reciclagem terciária -----	19
3.3. Reciclagem de pet no brasil -----	19
3.3.1. Produção, consumo e reciclagem de pet no brasil. -----	22
3.4. Reciclagem do metal -----	23
3.5. Reciclagem do alumínio -----	23
3.5.1. Alumínio: multiplicador na cadeia econômica -----	25
3.5.2. Reflexos ambientais e sociais da reciclagem do alumínio -----	25
3.6. Reciclagem do vidro -----	27
3.7. Reciclagem dos pneus -----	27
3.8. Reciclagem dos resíduos da construção civil -----	28
3.9. Reciclagem das pilhas e baterias -----	29
3.10. Reciclagem dos óleos e lubrificantes -----	30
3.11. Reciclagem do isopor -----	33
3.12. Reciclagem de material de informática -----	33
3.13 Reciclagem de material orgânico -----	34
3.14. Reciclagem de resíduos de serviço de saúde -----	35

3.15. Reciclagem de rejeitos radioativos -----	40
3.15.1. Lixo de baixo nível de radiação -----	41
3.15.2. Lixo de nível intermediário de radiação -----	41
3.15.3. Lixo de alto nível de radiação -----	41
4. CONCLUSÃO -----	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	44

1. INTRODUÇÃO

Lixo é todo e qualquer resíduo proveniente das atividades humanas ou gerado pela natureza em aglomerações urbanas. Comumente, é definido como aquilo que ninguém quer. Porém, precisamos reciclar este conceito, deixando de enxergá-lo como uma coisa suja e inútil em sua totalidade. Grande parte dos materiais que vão para o lixo podem (e deveriam) ser reciclados.

A produção de lixo vem aumentando assustadoramente em todo o planeta. Visando uma melhoria da qualidade de vida atual e para que haja condições ambientais favoráveis à vida das futuras gerações, faz-se necessário o desenvolvimento de uma consciência ambientalista.

Reciclar é o processo que permite transformar o lixo em algo que possa ter utilidade recuperando aquilo que jogamos fora. Por exemplo, a partir de lixo orgânico (restos alimentares), que no nosso país constitui a maior parcela dos resíduos urbanos que produzimos podem ser transformados em composto, um correctivo orgânico útil para a agricultura e jardinagem. Através da reciclagem podemos converter o lixo inorgânico, como o papel, o vidro com economia dos recursos naturais, energia e dinheiro.

A reciclagem é uma das etapas da valorização dos resíduos. Constitui um dos meios prioritários da política de gestão de resíduos.

2. RECICLAGEM

Reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os detritos e reutiliza-los no ciclo de produção de que saíram. E o resultado de uma série de atividades, pela qual materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos.

O retorno da matéria-prima ao ciclo de produção é denominado reciclagem, embora o termo já venha sendo utilizado popularmente para designar o conjunto de operações envolvidas. O vocábulo surgiu na década de 1970, quando as preocupações ambientais passaram a ser tratadas com maior rigor, especialmente após o primeiro choque do petróleo, quando reciclar ganhou importância estratégica. As indústrias recicladoras são também chamadas secundárias, por processarem matéria-prima de recuperação. Na maior parte dos processos, o produto reciclado é completamente diferente do produto inicial. (RODRIGUEZ, 2003)

2.1. Algumas vantagens da reciclagem (RECICLANET, 2005):

- Cada 50 quilos de papel usado, transformado em papel novo, evita que uma árvore seja cortada. Pense na quantidade de papel que você já jogou fora até hoje e imagine quantas árvores você poderia ter ajudado a preservar.
- Cada 50 quilos de alumínio usado e reciclado, evita que sejam extraídos do solo cerca de 5.000 quilos de minério, a bauxita.
- Quantas latinhas de refrigerantes você já jogou até hoje?
- Com um quilo de vidro quebrado, faz-se exatamente um quilo de vidro novo. E a grande vantagem do vidro é que ele pode ser reciclado infinitas vezes.
- Redução de espaço nos aterros Sanitários
- Economia de energia e matérias-primas. Menos poluição do ar, da água e do solo.
- Melhoria na limpeza da cidade, pois o morador que adquire o hábito de separar o lixo, dificilmente o joga nas vias públicas.
- Geração de renda pela comercialização dos recicláveis. Redução do desperdício.

• Geração de empregos para os usuários dos programas sociais e de saúde da Prefeitura.

• Dá oportunidade aos cidadãos de preservarem a natureza de uma forma concreta, tendo mais responsabilidade com o lixo que geram.

Temos diversos tipos de materiais, que podem ser reciclados, devemos tomar cuidado pois alguns materiais existentes não podem ser reciclados.

Tabela 01: Tipos de materiais que podem ou não serem reciclados:

Reciclável	Não-Reciclável
Papel	
jornais e revistas	etiqueta adesiva
folhas de caderno	papel carbono
formulários de computador	fita crepe
caixas em geral	papéis sanitários
aparas de papel	papéis metalizados
fotocópias	papéis parafinados
envelopes	papéis plastificados
provas	papéis sujos
rascunhos	guardanapos
cartazes velhos	bitucas de cigarro
papel de fax	fotografias
Metal	
lata de folha de flandres (lata de óleo, salsicha, leite em pó etc)	esponjas de aço
lata de alumínio	canos
sucatas de reformas	
Vidros	
embalagens	espelhos
garrafas de vários formatos	vidros planos
copos	lâmpadas
	cerâmica
	porcelana

	tubos de TV - gesso
Plástico	
embalagem de refrigerante	cabo de panela
embalagem de material de limpeza	tomadas
copinho de café	embalagem de biscoito
embalagem de margarina	misturas de papel, plásticos e metais
canos e tubos	
sacos plásticos em geral	

Fonte: RECICLANET. Disponível em:

<<http://www.compam.com.br/ouquereciclar.htm>> Acesso em 03 de Dez de 2005.

Tabela 02: Tempo para decomposição de alguns materiais

Material	Tempo de decomposição na natureza
Papel	3 a 6 meses
Jornal	6 meses
Palito de madeira	6 meses
Toco de cigarro	20 meses
Nylon	mais de 30 anos
Chicletes	5 anos
Pedaços de pano	6 meses a 1 ano
Fralda descartável biodegradável	1 ano
Fralda descartável comum	450 anos
Lata e copos de plástico	50 anos
Lata de aço	10 anos
Tampas de garrafa	150 anos
Isopor	8 anos
Plástico	100 anos
Garrafa plástica	400 anos
Pneus	600 anos
Vidro	4.000 anos

Material	Tempo de decomposição no Oceano
Papel Toalha	2 a 4 semanas
Caixa de Papelão	2 meses
Palito de Fósforo	6 meses
Restos de Frutas	1 ano
Jornal	6 meses
Fralda Descartável	450 anos
Fralda Descartável Biodegradável	1 ano
Lata de Aço	10 anos
Lata de Alumínio	não se corrói
Bituca de Cigarro	2 anos
Copo Plástico	50 anos
Garrafa Plástica	400 anos
Camisinha	300 anos
Pedaço de Madeira Pintada	13 anos
Bóia de Isopor:	80 anos
Linha de Nylon	650 anos
Vidro	tempo indeterminado
Lixo radioativo	250 anos ou mais

Fonte: RECICLANET. Disponível em:

<<http://www.compam.com.br/oquereciclar.htm>> Acesso em 03 de Dez de 2005.

3. MATERIAIS RECICLÁVEIS

3.1. Reciclagem do Papel

Significa fazer papel empregando como matéria-prima papéis, cartões, cartolinas e papelões, provenientes de rebarbas geradas durante os processos de fabricação destes materiais, ou de sua conversão em artefatos, ou ainda geradas em gráficas.

Atualmente, a matéria-prima vegetal mais utilizada na fabricação do papel é a madeira, embora outras também possam ser empregadas. Estas matérias-primas são hoje processadas química ou mecanicamente, ou por uma combinação dos dois modos, gerando como produto o que se denomina de pasta celulósica, que pode ainda ser branqueada, caso se deseje uma pasta de cor branca. A pasta celulósica, branqueada ou não, nada mais é do que as fibras celulósicas liberadas, prontas para serem empregadas na fabricação do papel.

A pasta celulósica também pode prover do processamento do papel, ou seja, da reciclagem do papel. Neste caso, os papéis coletados para esse fim recebem o nome de aparas. O termo aparas surgiu para designar as rebarbas do processamento do papel em fábricas e em gráficas e passou a ter uma abrangência maior, designando, como já foi dito, todos os papéis coletados para serem reciclados. (RODRIGUEZ, 2003)

As aparas provém de atividades comerciais, e em menor quantidade de residências e de outras fontes, como instituições e escolas.

As aparas de papel podem ser recolhidas por um sistema de coleta seletiva, ou por um sistema comercial, utilizado há anos, que envolve o catador de papel e o aparista.

Hoje, a força que propulsiona a reciclagem de papel ainda é econômica, mas o fator ambiental tem servido também como alavanca.

A preocupação com o meio ambiente criou uma demanda por "produtos e processos amigos do meio ambiente" e reciclar papel é uma forma de responder a esta demanda.

Assim, os principais fatores de incentivo à reciclagem de papel, além dos econômicos, são: a preservação de recursos naturais (matéria-prima, energia e água), a minimização da poluição e a diminuição da quantidade de lixo que vai para os aterros. Dentre estes, certamente o último é o que tem tido maior peso nos países que adotam medidas legislativas em prol da reciclagem. (RODRIGUEZ, 2003)

3.2. Reciclagem do Plástico

Plásticos são artefatos fabricados a partir de resinas (polímeros), geralmente sintéticas e derivadas do petróleo.

Quando o lixo é depositado em lixões, os problemas principais relacionados ao material plástico provêm da queima indevida e se controle. Quando a disposição é feita em aterros, os plásticos dificultam sua compactação e prejudicam a decomposição dos materiais biologicamente degradáveis, pois criam camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases gerados no processo de biodegradação da matéria orgânica. (RODRIGUEZ, 2003)

Sendo assim, sua remoção, redução ou eliminação do lixo são metas que devem ser perseguidas com todo o empenho. A separação de plásticos do restante do lixo traz uma série de benefícios à sociedade, como, por exemplo, o aumento da vida útil dos aterros, geração de empregos, economia de energia, etc.

3.2.1. Divisão dos Plásticos

Os plásticos são divididos em duas categorias importantes: termofixos e termoplásticos.

Os termofixos, que representam cerca de 20% do total consumido no país, são plásticos que, uma vez moldados por um dos processos usuais de transformação, não podem mais sofrer mais novos ciclos de processamento pois não fundem novamente, o que impede nova moldagem. (RODRIGUEZ, 2003)

Os termoplásticos, mais largamente utilizados, são materiais que podem ser reprocessados várias vezes pelo mesmo ou por outro processo de transformação. Quando submetidos ao aquecimento a temperaturas adequadas, esses plásticos amolecem, fundem e podem ser novamente moldados. Como exemplos, podem ser citados: polietileno de baixa densidade (PEBD); Polietileno de alta densidade (PEAD); poli(cloreto de vinila) (PVC); poliestireno (PS); polipropileno (PP); poli(tereftalato de etileno) (PET); poliamidas (náilon) e muitos outros. (ENGENHEER, 2005)

3.2.2. Identificação dos Tipos de Plásticos

No Brasil existe uma norma (NBR 13230) da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, que padroniza os símbolos que identificam os diversos tipos de resinas (plásticos) virgens. O objetivo é facilitar a etapa de triagem dos resíduos plásticos que serão encaminhados à reciclagem. Os tipos são classificados por números a saber:

Essa metodologia é baseada em algumas características físicas e de degradação térmica dos plásticos.

A) Polietilenos de baixa e de alta densidade:



- Baixa densidade (flutuam na água);
- Amolecem à baixa temperatura (PEBD = 85°C; PEAD = 120°C)
- Queimam como vela, liberando cheiro de parafina;
- Superfície lisa e "cerosa".

B) Polipropileno:



- Baixa densidade (flutuam na água);
- Amolece à baixa temperatura (150°C);
- Queima como vela, liberando cheiro de parafina;
- Filmes, quando apertados nas mãos, fazem barulho semelhante ao celofane.

C) Poli(cloreto de vinila):

- Alta densidade (afunda na água);
- Amolece à baixa temperatura (80°C);
- Queima com grande dificuldade, liberando um cheiro acre de cloro;
- É solubilizado com solventes (cetonas).

D) Poliestireno:

- Alta densidade (afunda na água);
- Quebradiço;
- Amolece à baixa temperatura (80 a 100°C);
- Queima relativamente fácil, liberando fumaça preta com cheiro de "estireno";
- É afetado por muitos solventes.

E) Poli(tereftalato de etileno):

- Alta densidade (afunda na água);
- Muito resistente;
- Amolece à baixa temperatura (80°C);
- Utilizado no Brasil em embalagens de refrigerantes gasosos, óleos vegetais, água mineral, etc.

3.2.3. Reciclagem primária ou pré-consumo:

É a conversão de resíduos plásticos por tecnologia convencionais de processamento em produtos com características de desempenho equivalentes às daqueles produtos fabricados a partir de resinas virgens. A reciclagem pré-consumo é feita com os materiais termoplásticos provenientes de resíduos industriais, os quais são limpos e de fácil identificação, não contaminados por partículas ou substâncias estranhas. (ENGENHEER, 2005)

3.2.4. Reciclagem secundária ou pós-consumo:

É a conversão de resíduos plásticos de lixo por um processo ou por uma combinação de operações. Os materiais que se inserem nesta classe provêm de lixões, sistemas de coleta seletiva, sucatas, etc. são constituídos pelos mais diferentes tipos de material e resina, o que exige uma boa separação, para poderem ser aproveitados. (ENGENHEER, 2005)

3.2.5. Reciclagem terciária:

É a conversão de resíduos plásticos em produtos químicos e combustíveis, por processos termoquímicos (pirólise, conversão catalítica). Por esses processos, os materiais plásticos são convertidos em matérias-primas que podem originar novamente as resinas virgens ou outras substâncias interessantes para a indústria, como gases e óleos combustíveis. (ENGENHEER, 2005)

3.3. Reciclagem de PET no Brasil

A introdução da embalagem de PET (polietileno tereftalato) no Brasil, em 1988, além de trazer as indiscutíveis vantagens ao consumidor, trouxe também o desafio de sua reciclagem, que nos fez despertar para a questão do tratamento das 200 mil toneladas de lixo descartadas diariamente em todo Brasil. (RODRIGUEZ, 2003)

O polímero de PET é um poliéster, um dos plásticos mais reciclados em todo o mundo devido a sua extensa gama de aplicações: fibras têxteis, tapetes, carpetes, não-tecidos, embalagens, filmes, fitas, cordas, compostos, etc.

A embalagem de PET quando reciclada tem inúmeras vantagens sobre outras embalagens do ponto de vista da energia consumida, consumo de água, impacto ambiental, benefícios sociais, entre outros.

A reciclagem de qualquer material pode ser dividida em:

- Coleta
- Seleção
- Revalorização e
- Transformação

A etapa de transformação utiliza o material revalorizado e o transforma em outro produto vendável, o produto reciclado. A etapa de revalorização realiza a descontaminação e adequação do material coletado e selecionado para que possa ser utilizado como matéria prima na indústria de transformação.

A etapa de Coleta/Seleção é que representa o grande desafio da reciclagem do PET pós-consumo. Milhões de dólares são gastos em logística, distribuição e marketing para que no final das contas, nós consumidores compremos produtos embalados em PET e levemos até nossas casas.

Nós fazemos a última etapa da distribuição levando-os dos supermercados e lojas até nossas casas. Somente nas regiões metropolitanas do Brasil são 15 milhões de domicílios, 50 milhões de pessoas e 6 bilhões de embalagens de PET todo ano. O correto equacionamento da logística reversa das embalagens pós-consumo é que vai viabilizar a reciclagem de diversos materiais inclusive o PET. (RODRIGUEZ, 2003)

A logística reversa é o processo pelo qual o material reciclável será coletado, selecionado e entregue na indústria de revalorização. Isto gera um grande empasse, de quem é que paga a conta da logística reversa, não é a indústria de embalagens, nem a indústria dos produtos embalados e nem a prefeitura. Somos nós, eu, você e toda a sociedade seja como contribuinte ou seja como consumidor. Hoje pagamos uma conta maior por não termos uma logística reversa adequada, como é provado nos países como EUA, Austrália, Japão e toda Europa. (ABEPET – 2001 apud CEMPRE, 2005)

Conforme estudos realizados na USP o Brasil deixa de economizar 6 Bilhões de dólares/ano por não reciclar os materiais presentes nas 200 mil toneladas de lixo gerados todos os dias. Ainda não estão contabilizados os custos de danos ambientais e sociais. Urgente é a elaboração de uma política nacional de resíduos sólidos, as ações estaduais e municipais

para viabilização da logística reversa e o fortalecimento da indústria de reciclagem no Brasil. (ABEPET – 2001 apud CEMPRE, 2005)

As embalagens de garrafas plásticas para bebidas (PET) são ideais para o acondicionamento de alimentos, devido às suas propriedades de barreiras que impossibilitam a troca de gases e absorção de odores externos, mantendo as características originais dos produtos envasados. Além disto, são leves, versáteis e 100% recicláveis.

PET - Desenvolvido pelos químicos ingleses Whinfield e Dickson em 1941, o PET (polietileno tereftalato) é um material termoplástico. Isto significa que ele pode ser reprocessado diversas vezes pelo mesmo ou por outro processo de transformação. Quando aquecidos a temperaturas adequadas, esses plásticos amolecem, fundem e podem ser novamente moldados.

O PET possui algumas características, como:

- absoluta transparência
- grande resistência a impactos
- maior leveza em relação às embalagens tradicionais
- brilho intenso

Não é PET todos os plásticos que tenham sido fabricados através de outro processo que não o de sopro. Os mais comuns são: baldes, bacias, copos, cabides, réguas, apontadores, pentes, mangueiras, sacos, sacolas, potes de margarina, filmes de PVC, entre outros.

A embalagem PET é 100% reciclável. A embalagem entregue para a reciclagem deverá estar amassada, torcida, sem o ar e sem resíduos em seu interior. No caso de garrafas, colocar de volta a tampa de rosca bem vedada, para impedir a entrada do ar. Se a tampa não for de rosca, basta torcer ou amassar bem a embalagem. Este procedimento é necessário, pois ainda não existe amassador desenvolvido para compactar embalagens PET.

Segundo ABEPET (2001) apud CEMPRE (2005), o processo de reciclagem do PET no Brasil é o mecânico, é o mais utilizado e o mais comum. O processo de reciclagem mecânica de embalagens plásticas para bebidas (PET) requer, em média, apenas 30% da energia necessária para a produção de matéria-prima.

A reciclagem do PET tem muitos benefícios, como:

- redução do volume de lixo coletado, que é removido para aterros sanitários, proporcionando melhorias sensíveis no processo de decomposição da matéria orgânica (o plástico impermeabiliza as camadas em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos);

- economia de energia elétrica e petróleo, pois a maioria dos plásticos é derivada do petróleo, e um quilo de plástico equivale a um litro de petróleo em energia;
- geração de empregos (catadores, sucateiros, operários, etc.)
- menor preço para o consumidor dos artefatos produzidos com plástico reciclado aproximadamente 30% mais baratos do que os mesmos produtos fabricados com matéria-prima virgem. (RODRIGUEZ, 2003)

Diversos produtos podem ser produzidos a partir da reciclagem do PET, como:

- indústria automotiva e de transportes - tecidos internos (estofamentos), carpetes, peças de barco;
- pisos - carpetes, capachos para áreas de serviços e banheiros;
- artigos para residências -enchimento para sofás e cadeiras, travesseiros, cobertores, tapetes, cortinas, lonas para toldos e barracas;
- artigos industriais - rolos para pintura, cordas, filtros, ferramentas de mão, mantas de impermeabilização;
- embalagens - garrafas, embalagens, bandejas, fitas;
- enfeites-têxteis, roupas esportivas, calçados, malas, mochilas, vestuário em geral;
- uso químico - resinas alquídicas, adesivos.

3.3.1. Produção, Consumo e Reciclagem de PET no Brasil.

Tabela 03: Produção, Consumo e Reciclagem de PET no Brasil.

Ano	Produção	Consumo	Reciclagem	%Reciclado/ Produção	%Reciclado/ Consumo
1997	170 mil	180 mil	27 mil	15,9	15
1998	260 mil	224 mil	40 mil	15,38	17,9
1999	295 mil	245 mil	50 mil	16,9	20,4
2000	340 mil	272 mil	67 mil	19,71	24,6

Fonte: ABEPET – 2001 apud CEMPRES Disponível em:
<http://www.cempre.org.br/> Acesso em 17 de Set de 2005)

3.4. Reciclagem do Metal

Os metais são materiais de elevada durabilidade, resistência mecânica e facilidade de conformação, sendo muito utilizados em equipamentos, estruturas e embalagens em geral.

Quanto à sua composição, os metais são classificados em dois grande grupos: os ferrosos (compostos basicamente de ferro e aço) e os não-ferrosos. Essa divisão justifica-se pela grande predominância do uso dos metais à base de ferro, principalmente o aço. (ENGENHEER, 2005)

Entre os metais não-ferrosos, destacam-se o alumínio, o cobre e suas ligas (como latão e o bronze), o chumbo, o níquel e o zinco. Os dois últimos, junto como o cromo e o estanho, são mais empregados na forma de ligas com outros metais, ou como revestimento depositado sobre metais, como, por exemplo, o aço. (ENGENHEER, 2005)

A grande vantagem da reciclagem de metais é evitar as despesas da fase de redução do minério a metal. Essa fase envolve um alto consumo de energia, e requer transporte de grandes volumes de minério e instalações caras, destinadas à produção em grande escala.

Embora seja maior o interesse na reciclagem de metais não-ferrosos, devido ao maior valor de usa sucata, é muito grande a procura pela sucata de ferro e de aço, inclusive pelas usinas siderúrgicas e fundições.

A sucata é matéria-prima das empresas produtoras de aço que não contam como o processo de redução, e que são responsáveis por cerca de 20% da produção nacional de aço. A sucata representa cerca de 40% do total de aço consumido no País, valor próximo aos valores de outros países, como os Estados Unidos, onde atinge 50% do total da produção. Ressalta-se que o Brasil exporta cerca de 40% da sua produção de aço. (ENGENHEER, 2005)

É importante, ainda, observar que a sucata pode, sem maiores problemas, ser reciclada mesmo quando enferrujada. Sua reciclagem é também facilitada pela sua simples identificação e separação, principalmente no caso da sucata ferrosa, em que se empregam eletroímãs, devido às suas propriedades magnéticas. Através deste processo é possível retirar até 90% do metal ferroso existente no lixo. (ENGENHEER, 2005)

3.5. Reciclagem do 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. (ABAL, 2004)

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. (ABAL, 2004)

Hoje, em apenas 42 dias uma latinha de alumínio pode ser comprada no supermercado, jogada fora, reciclada e voltar às prateleiras para o consumo. (ABAL, 2004)

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.

Qualquer produto produzido infinitas vezes, sem perder suas qualidades no processo de reaproveitamento, ao contrário de outros materiais. O exemplo mais comum é o da lata de alumínio para bebidas, cuja sucata transforma-se novamente em lata após a coleta e refusão, sem que haja limites para seu retorno ao ciclo de produção. Esta característica possibilita uma combinação única de vantagens para o alumínio, destacando-se, além da proteção ambiental e economia de energia, o papel multiplicador na cadeia econômica.

A reciclagem de alumínio é feita tanto a partir de sobras do próprio processo de produção, como de sucata gerada por produtos com vida útil esgotada. De fato, a reciclagem tornou-se uma característica intrínseca da produção de alumínio, pois as empresas sempre tiveram a preocupação de reaproveitar retalhos de chapas, perfis e laminados, entre outros materiais gerados durante o processo de fabricação.

Este reaproveitamento de sobras do processo pode ocorrer tanto interna como externamente, por meio de terceiros ou refusão própria. Em qualquer caso representa uma grande economia de energia e matéria-prima, refletindo-se em aumento da produtividade e redução da sucata industrial.

A reciclagem de produtos com vida útil esgotada, por sua vez, depende do tempo gasto entre seu nascimento, consumo e descarte. Isto é chamado de ciclo de vida de um produto, que pode ser de 45 dias, como no caso da lata, até mais de 40 anos, no caso de cabos de alumínio para transmissão de energia elétrica. Em qualquer caso, o alumínio pode ser reciclado infinitas vezes. (ABAL, 2004)

Quanto mais curto for o ciclo de vida de um produto de alumínio, mais rápido será o seu retorno à reciclagem. Por isso, os volumes de reciclagem da indústria alcançaram índices expressivos, com a entrada da lata de alumínio no mercado. (ABAL, 2004)

3.5.1. Alumínio: Multiplicador na cadeia econômica

O índice de reciclagem de latas de alumínio no País atingiu a marca de 78% em 2000, o segundo maior do mundo, superado apenas pelo Japão, determinado a expansão de um setor quase sempre marginalizado na economia, mas que movimentava volumes e valores respeitáveis: o da coleta e comercialização de sucata. (ENGENHEER, 2005)

Essa atividade assume um papel multiplicador na cadeia econômica, que reúne desde as empresas produtoras de alumínio e seus parceiros, até recicladores, sucateiros e fornecedores de insumos e equipamentos para a indústria de reciclagem.

Trata-se de um setor que tem estimulado o desenvolvimento de novos segmentos, como o de fabricantes de máquinas para amassar latas, prensas e coletores e que atrai ainda ambientalistas e gestores das instituições públicas e privadas, envolvidos no desafio do tratamento e reaproveitamento de resíduos e também beneficia milhares de pessoas, que retiram da coleta e reciclagem sua renda familiar.

Não é para menos que o mercado brasileiro de sucata de lata de alumínio movimentava hoje mais de US\$100 milhões anuais. (ENGENHEER, 2005)

3.5.2. Reflexos Ambientais e Sociais da reciclagem do alumínio

A reciclagem de alumínio cria uma cultura de combate ao desperdício. Difunde e estimula o hábito do reaproveitamento de materiais, com reflexos positivos na formação da cidadania e no interesse pela melhoria da qualidade de vida da população.

O alto valor agregado do alumínio desencadeia um benefício indireto para outros setores, como o plástico e o papel. A valorização do alumínio para o sucateiro torna atraente sua associação com coletas de outros materiais de baixo valor agregado e grande impacto

ambiental. Além disso, a perspectiva de reaproveitamento permanente chama a atenção da sociedade por produtos e processos limpos, criando um comportamento mais renovável em relação ao meio ambiente no País.

Tabela 04: Benefícios da Reciclagem de Alumínio

Benefícios da Reciclagem de Alumínio	
Econômicos e Sociais	Ambientais
assegura renda em áreas carentes, constituindo fonte permanente de ocupação e remuneração para mão-se-obra não qualificada	favorece o desenvolvimento da consciência ambiental, promovendo um comportamento responsável em relação ao meio ambiente, por parte das empresas e dos cidadãos
injeta recursos nas economias locais, através da criação de empregos, recolhimento de impostos e desenvolvimento do mercado	incentiva a reciclagem de outros materiais, multiplicando ações em virtude do interesse que desperta por seu maior valor agregado
estimula outros negócios, por gerar novas atividades produtivas (máquinas e equipamentos especiais).	reduz o volume de lixo gerado, contribuindo para a solução da questão do tratamento de resíduos resultantes do consumo.

Fonte: (ABAL, 2004)

Em 2002, o Brasil reciclou 253.500 toneladas de alumínio, equivalente a 35% do consumo doméstico, ficando acima da média mundial de 33%. Além disso, o país lidera a reciclagem de latas de alumínio, tendo alcançado o índice de 87%, mantendo o País como campeão na reciclagem de latas de alumínio entre os países onde esta atividade não é obrigatória por lei, posição conquistada em 2001, quando o índice brasileiro alcançou 85% e superou o do Japão, que liderava o ranking até então. O índice do Japão relativo a 2002 será divulgado em julho e deverá confirmar a liderança brasileira. (ABAL, 2004)

O índice de 87% corresponde a um volume de 121,1 mil toneladas de latas de alumínio, ou 9 bilhões de unidades, aproximadamente. Os números indicam um crescimento de 2,6% sobre o volume coletado em 2001, que foi de 118,0 mil toneladas (aproximadamente, 8,7 bilhões de unidades). Desde 1998, quando ultrapassou pela primeira vez o índice dos Estados Unidos (63% contra 55%), o índice brasileiro vem apresentando crescimento médio de 10% ao ano. (ABAL, 2004)

3.6. Reciclagem do Vidro

O vidro é obtido pela fusão de componentes inorgânicos a altas temperaturas, e resfriamento rápido da massa resultante até um estado rígido, não-cristalino.

O processo de produção do vidro do tipo sodacal utiliza como matérias-primas, basicamente, arreja, barrilha, calcário e feldspato. Um procedimento comum do processo é adicionar-se à mistura das matérias-primas cacos de vidro gerados internamente na fábrica ou adquiridos, reduzindo sensivelmente os custos de produção.

O vidro é um material não-poroso que resiste a temperaturas de até 150°C (vidro comum) sem perda de suas propriedades físicas e químicas. Esse fato faz com que os produtos possam ser reutilizados várias vezes para a mesma finalidade.

A reciclagem de vidro significa enviar ao produtos de embalagens o vidro usado para que este seja reutilizado como matéria-prima para a produção de novas embalagens.

O vidro é 100% reciclável, não ocorrendo perda de material durante o processo de fusão. Para cada tonelada de caco de vidro limpo, obtém-se uma tonelada de vidro novo. Além disso, cerca de 1,2 tonelada de matéria-prima deixa de ser consumida.

Além da redução do consumo de matérias-primas retiradas da natureza, a adição do caco à mistura reduz o tempo de fusão na fabricação do vidro, tendo como consequência uma redução significativa no consumo energético de produção. Também proporciona a redução de custos de limpeza urbana e diminuição do volume do lixo em aterros sanitários.

3.7. Reciclagem dos Pneus

Os pneus usados podem ser reutilizados após sua recauchutagem. Esta consiste na remoção por raspagem da banda de rodagem desgastada da carcaça e na colocação de uma nova banda. Após a vulcanização, o pneu "recauchutado" deverá ter a mesma durabilidade que o novo. A economia do processo favorece os pneus mais caros, como os de transporte (caminhão, ônibus, avião), pois neste segmentos os custos são melhor monitorados.

Há limites no número de recauchutagem que um pneu suporta sem afetar seu desempenho. Assim sendo, mais cedo ou mais tarde, os pneus são considerados inservíveis e descartados. Os pneus descartados podem ser reciclados ou reutilizados para diversos fins. Na engenharia civil, o uso de carcaças de pneus na engenharia civil envolve diversas soluções criativas, em aplicações bastante diversificadas, tais como, barreira em acostamentos de

estradas, elemento de construção em parques e playgrounds, quebra-mar, obstáculos para trânsito e, até mesmo, recifes artificiais para criação de peixes. (SANTOS, 1992)

Na regeneração da borracha, o processo de regeneração de borracha envolve a separação da borracha vulcanizada dos demais componentes e sua digestão com vapor e produtos químicos, tais como, álcalis, mercaptanas e óleos minerais. O produto desta digestão é refinado em moinhos até a obtenção de uma manta uniforme, ou extrudado para obtenção de material granulado. (SANTOS, 1992)

A moagem do pneu em partículas finas permite o uso direto do resíduo de borracha em aplicações similares às da borracha regenerada. (SANTOS, 1992)

Os pneus podem ser queimados em fornos já projetados para otimizar a queima. Em fábricas de cimento, sua queima já é uma realidade em outros países. A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) informa que cerca de 100 milhões de carcaças de pneus são queimadas anualmente nos Estados Unidos com esta finalidade, e que o Brasil já está experimentando a mesma solução. (SANTOS, 1992)

No asfalto modificado com borracha, o processo envolve a incorporação da borracha em pedaços ou em pó. Apesar do maior custo, a adição de pneus no pavimento pode até dobrar a vida útil da estrada, porque a borracha confere ao pavimento maiores propriedades de elasticidade ante mudanças de temperatura. O uso da borracha também reduz o ruído causado pelo contato dos veículos com a estrada. Por causa destes benefícios, e também para reduzir o armazenamento de pneus velhos, o governo americano requer que 5% do material usado para pavimentar estradas federais seja de borracha moída. (SANTOS, 1992)

3.8. Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil

Entulho é o conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc., provenientes do desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes.

O entulho de construção compõe-se, portanto, de restos e fragmentos de materiais, enquanto o de demolição é formado apenas por fragmentos, tendo por isso maior potencial qualitativo, comparativamente ao entulho de construção.

O processo de reciclagem do entulho, para a obtenção de agregados, basicamente envolve a seleção dos materiais recicláveis do entulho e a trituração em equipamentos apropriados.

Os resíduos encontrados predominantemente no entulho, que são recicláveis para a produção de agregados, são: materiais compostos de cimento, cal, areia e brita: concretos, argamassa, blocos de concreto e materiais cerâmicos: telhas, manilhas, tijolos, azulejos.

Os materiais não-recicláveis como solo, gesso, metal, madeira, papel, plástico, matéria orgânica, vidro e isopor também podem ser encontrados no lixo da construção civil, porém desses materiais, alguns são passíveis de serem selecionados e encaminhados para outros usos. Assim, embalagens de papel e papelão, madeira e mesmo vidro e metal podem ser recolhidos para reutilização ou reciclagem. A Resolução CONAMA 307/2002 dá maiores esclarecimentos sobre a classificação destes tipos de resíduos.

3.9. Reciclagem das Pilhas e Baterias

As pilhas e baterias, quando descartadas em lixões ou aterros sanitários, liberam componentes tóxicos que contaminam o solo, os cursos d'água e os lençóis freáticos, afetando a flora e a fauna das regiões circunvizinhas e o homem, pela cadeia alimentar.

Devido a seus componentes tóxicos, as pilhas podem também afetar a qualidade do produto obtido na compostagem de lixo orgânico. Além disso, sua queima em incineradores também não consiste em uma boa prática, pois seus resíduos tóxicos permanecem nas cinzas e parte deles pode volatilizar, contaminando a atmosfera.

Os componentes tóxicos encontrados nas pilhas são: cádmio, chumbo e mercúrio. Todos afetam o sistema nervoso central, o fígado, os rins e os pulmões, pois eles são bioacumulativos. O cádmio é cancerígeno, o chumbo pode provocar anemia, debilidade e paralisia parcial, e o mercúrio pode também ocasionar mutações genéticas. (SANTOS, 1992)

Considerando os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado das pilhas e baterias usadas e a necessidade de disciplinar o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado (coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final) de pilhas e baterias usadas, a Resolução nº 257/99 do CONAMA resolve em seu artigo primeiro:

"As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessário ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletroeletrônicos que os contenham integrados em sua estrutura de forma não substituível,

após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem diretamente, ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequado".

3.10. Reciclagem dos Óleos e Lubrificantes

A indústria brasileira do rerrefino de óleos minerais teve seu início por volta de 1948, quando se instalaram as primeiras rerrefinadoras, duas no Rio Grande do Sul e uma em São Paulo. Até na década de 70 instalaram-se outras indústrias sem grandes perspectivas, dado o baixo custo dos derivados de petróleo. A partir do primeiro choque do petróleo, o setor organizou-se no Sindirrefino. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

O óleo lubrificante representa cerca de 2% dos derivados do petróleo, e é um dos poucos que não são totalmente consumidos durante o seu uso. O uso automotivo representa 60% do consumo nacional, principalmente em motores a diesel. Também são usados na indústria em sistemas hidráulicos, motores estacionários, turbinas e ferramentas de corte. É composto de óleos básicos (hidrocarbonetos saturados e aromáticos) que são produzidos a partir de petróleos especiais e aditivados de forma a conferir as propriedades necessárias para seu uso como lubrificantes. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

Durante o seu uso na lubrificação dos equipamentos, a degradação termoxidativa do óleo e o acúmulo de contaminantes torna necessária a sua troca. Além disso, parte do óleo é queimado no próprio motor, devendo ser repostado. No processo de troca do lubrificante, este é drenado para um tanque de acúmulo, para posterior reaproveitamento. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

Os contaminantes pesados dos óleos usados são provenientes do desgaste do motor (limalhas), aditivos e borras que se formam devido às altas temperaturas de trabalho, em condições oxidantes; os contaminantes leves são combustíveis não queimados nos motores ou solventes que são coletados no mesmo tambor que os óleos usados. A retirada desses contaminantes pelo processo clássico gera grandes quantidades de borra ácida; já os processos mais modernos utilizam evaporadores especiais e geram resíduos que podem ser usados como impermeabilizantes, revestimentos plásticos e asfálticos. O resíduo borra ácida passa por um

processo de neutralização, com correção do PH e posteriormente é encaminhada para co-processamento na indústria cimenteira. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

O óleo usado, apesar de ser um resíduo, é comprado pelos rerrefinadores, desestimulando o seu despejo nas redes de esgotos. No Brasil, os óleos são geralmente trocados em garagens e postos de gasolina, e posteriormente coletados por empresas rerrefinadoras cadastradas na Agência Nacional do Petróleo (ANP)- antigo Departamento Nacional de Combustíveis (DNC), conforme exigência das Portarias 125, 127 e 128 da Agência Nacional do Petróleo. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

O País já contou com cerca de 50 pequenas usinas de rerrefino de óleo usado. Até 1987, sobre o preço do óleo básico incidiam impostos que chegaram a somar US\$ 1.000/m³ de óleo básico, que subsidiavam a coleta dos óleos usados. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

Desde 1987, além da queda do imposto único, os custos ambientais vêm aumentando e quase todas as rerrefinadoras de pequeno porte e com problemas ambientais fecharam. Há hoje 10 empresas de rerrefino em operação, reunidas no Sindirrefino (Sindicato Nacional da Indústria do Rerrefino de Óleos Minerais). Cerca de 550 veículos dessas empresas e que são cadastradas na ANP, autorizados a realizarem a coleta, principalmente nas regiões Sul, Sudeste, Centro Oeste e em várias cidades do Nordeste e nas capitais dos Estados que compõem a região Norte. Essa coleta é realizada junto aos postos de serviços, oficinas, empresas concessionárias e garagens de grandes frotas.

Nos países desenvolvidos, a venda de lubrificantes em supermercados e a troca de óleo a domicílio são muito difundidas, exigindo-se que sejam criados programas de coleta de óleos usados voltados para o consumidor. A Europa e os EUA recolhem 35% do seu óleo em relação ao consumo geral. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

Estima-se que, em todo o mundo anualmente 40% do lubrificante têm condições de serem reaproveitados.

A atual Portaria 127/99 da ANP, determina que 30,0% do volume de óleo comercializado seja coletado e destinado ao rerrefino, processo industrial que transforma o óleo usado em óleo básico, principal matéria prima da fabricação do lubrificante acabado. O Brasil consome anualmente cerca de 1.000.000 metros cúbicos (m³) de óleo lubrificante e gera 350.000 m³ de óleo usado.

Dados de coleta de 2004, revelam que a coleta nesse ano foi de 240,0 milhões de litros, portanto, em torno de **24,0%**. O volume de óleo usado coletado, possibilitou em 2004 a

fabricação de 170 milhões de litros de óleo básico rerrefinado. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

O diferencial de óleo usado ainda não coletado, geralmente é queimado em substituição ao óleo combustível ou utilizado para inúmeras aplicações ilegais ou ainda despejado na natureza.

No Brasil, a partir de Outubro de 2001 tornou-se obrigatória a coleta de 30% de óleo do volume comercializado. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

A Resolução CONAMA 09/93, foi recentemente revisada por um Grupo de Trabalho e sofreu profundas alterações, tornando-se na vigente Resolução Conama 362/2005, que torna ainda mais severa a punição pelo descumprimento das normas relativas ao gerenciamento, coleta, transporte e rerrefino dos óleos usados.

Apesar do conteúdo reciclado presente em diversos tipos de óleos formulados, não há hoje nenhuma marca que explore esse atributo ambiental em sua publicidade, conforme ocorre em diversos países.

O poder calorífico do óleo usado é de 10.000 Kcal/kg (34.000 BTU/l), mas a queima deve ser precedida de uma etapa de desmetalização para atendimento dos padrões legais de emissões atmosféricas. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2001)

A Resolução Conama 362/2005 proíbe a queima e a incineração, como forma de reciclagem ou de destino final dos óleos lubrificantes usados pois isto representaria a destruição de frações nobres de petróleo que se encontram no lubrificante usado. A Resolução Conama 362/2005, não autoriza o aterro de óleo usado. Ao contrário, determina que todo óleo deverá ser coletado e destinado à reciclagem. Assinala ainda, que a reciclagem deverá ser realizada por meio do processo de rerrefino e que deverá ser priorizado o aproveitamento de todos os materiais contidos no óleo usado.

Embora o óleo lubrificante represente uma porcentagem ínfima do lixo, o seu impacto ambiental é muito grande, representando o equivalente da carga poluidora de 40.000 habitantes por tonelada de óleo despejado em corpos d'água. Apenas um litro de óleo é capaz de esgotar o oxigênio de 1 milhão de litros de água, formando, em poucos dias, uma fina camada sobre uma superfície de 1.000 m², o que bloqueia a passagem de ar e luz, impedindo a respiração e a fotossíntese. O óleo usado também contém metais e compostos altamente tóxicos, e por esse motivo, é classificado como resíduo perigoso (classe I), segundo a norma 10.004 da ABNT. E daí não poder ser utilizado como combustível pois a queima libera para a atmosfera, metais pesados como cádmio, chumbo, níquel todos potencialmente carcinogênicos, além de gases residuais e particulados (Revista Meio Ambiente Industrial,

2001)

3.11. Reciclagem do Isopor

O isopor é um produto sintético proveniente do petróleo e deriva da natureza, tal como o vidro, a cerâmica e os metais.

Na natureza o isopor leva 150 anos para ser degradado, conforme estimativas. Na natureza, pelotas de isopor são confundidas com organismos marinhos, como o plástico, e ingeridas por cetáceos e peixes, afetando-lhes o sistema digestivo.

Quimicamente, o isopor consiste de dois elementos, o carbono e o hidrogênio. O isopor não contém qualquer produto tóxico ou perigoso para o ambiente e camada de ozônio (está isento de CFCs). O gás contido nas células é o ar.

Por se tratar de um plástico e de ser muito leve, o processo de fabricação consome pouca energia e provoca pouquíssimos resíduos sólidos ou líquidos. O gás expander incorporado na matéria prima (o poliestireno expansível) é o pentano.

O isopor pode ser considerado um produto ecológico, já que não contamina o solo, a água e o ar e é 100% reciclável e reaproveitável. Porém, é considerado um dos "vilões" do lixo porque ocupa muito espaço nos aterros sanitários. O isopor é composto por 98% de ar e apenas 2% de plástico e, portanto, economicamente inviável para a reciclagem (derretimento do produto para reaproveitá-lo como matéria-prima). A solução para o material é utilizá-lo de outras formas economizando matérias primas e aproveitando suas características. (CEMPRE, nº 33 1997)

A utilização do isopor como isolamento térmico permite poupar energia que, durante a vida útil do edifício, pode chegar a ser centenas de vezes superior à energia consumida durante o seu fabricação. Esta economia de energia significa que, para além preservar os recursos energéticos, o uso de isopor reduz a emissão dos gases poluentes e dos gases que contribuem para o efeito estufa na atmosfera.

3.12. Reciclagem de Material de Informática

Todos os anos, cerca 4 milhões de novos computadores entram em operação no Brasil, em uma base estimada em 10,6 milhões pela IDC Brasil, instituto de pesquisa. A renovação do parque acontece a cada dois anos, ou menos, nos casos de contratos de leasing. Contando apenas os computadores do governo, que movimenta 40% do mercado de

aquisições legais, isso significa que pelo menos 1,6 milhão de máquinas compradas em 2005 serão aposentadas, daqui a dois anos. Apenas a Caixa Econômica Federal (CEF) separou para descarte, no ano passado, 27 mil equipamentos. Enquanto o Banco do Brasil liberou outros 50 mil. Tal volume de máquinas aposentadas gera, de acordo com Rodrigo Assumpção, coordenador do Comitê de Inclusão Digital da Secretaria de Tecnologia e Logística da Informação (SLTI), do Ministério do Planejamento, uma oportunidade relevante para apoiar a inclusão no país. Ele avalia que o custo de um computador recondicionado é da ordem de R\$ 143,89, enquanto um PC convencional, no mercado, sai por cerca de US\$ 800. (CORNILS E COUTO, 2005)

Há outro motivo para reciclar esses computadores. Cerca de 94% dos materiais usados nas máquinas são recuperáveis. Se não forem reutilizados, os computadores viram lixo tecnológico: ocupam espaço nos caros aterros sanitários ou contaminam solos, rios e lençóis subterrâneos com sua alta concentração de metais pesados, como cádmio, chumbo e mercúrio. Em 1989, a Convenção de Basileia – que regulou a movimentação de resíduos tóxicos entre países – conferiu, ao lixo eletrônico, a categoria de resíduo perigoso, sujeito ao banimento. (CORNILS E COUTO, 2005)

3.13. Reciclagem de Material Orgânico

A compostagem é o processo de transformação de materiais grosseiros, como palhada, estrume e resíduos orgânicos domésticos em materiais orgânicos utilizáveis na agricultura. Este processo envolve transformações extremamente complexas de natureza bioquímica, promovidas por milhões de microorganismos do solo que têm na matéria orgânica in natura sua fonte de energia, nutrientes minerais e carbono. Por essa razão uma pilha de composto não é apenas um monte de lixo orgânico empilhado ou acondicionado em um compartimento. É um modo de fornecer as condições adequadas aos microorganismos para que esses degradem a matéria orgânica e disponibilizem nutrientes para as plantas. O composto possui nutrientes minerais tais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre que são assimilados em maior quantidade pelas raízes além de ferro, zinco, cobre, manganês, boro e outros que são absorvidos em quantidades menores e, por isto, denominados de micronutrientes. Quanto mais diversificados os materiais com os quais o composto é feito, maior será a variedade de nutrientes que poderá suprir. Os nutrientes do composto, ao contrário do que ocorre com os adubos sintéticos, são liberados lentamente, realizando a tão desejada "adubação de disponibilidade controlada". Em outras, palavras,

fornecer composto às plantas é permitir que elas retirem os nutrientes de que precisam de acordo com as suas necessidades ao longo de um tempo maior do que teriam para aproveitar um adubo sintético e altamente solúvel, que é arrastado pelas águas das chuvas.

Outra importante contribuição do composto é que ele melhora a "saúde" do solo. A matéria orgânica compostada se liga às partículas (areia, limo e argila), formando pequenos grânulos que ajudam na retenção e drenagem da água e melhoram a aeração. Além disso, a presença de matéria orgânica no solo aumenta o número de minhocas, insetos e microorganismos desejáveis, o que reduz a incidência de doenças de plantas.

3.14. Reciclagem de Resíduos de Serviço de Saúde

MATTOS (1998) e CASTILHOS (1998) , concluem em seus estudos que apenas 10% do lixo hospitalar é infectante. O restante é considerado como lixo "comum", semelhante aos resíduos domésticos, dos quais, segundo ENGENHEER (2000), cerca de mais de 40% poderiam ser recicláveis.

ENGENHEER (2000), pesquisou as semelhanças e diferenças entre resíduos domiciliares e hospitalares e concluiu que excetuando-se uma pequena parcela desses resíduos considerados como "especiais" devido ao maior risco biológico, não há justificativas para o tratamento diferenciado entre os dois tipos de resíduos.

O CONAMA, através de sua resolução n.º 5/1993¹, regulamentou no Brasil os procedimentos mínimos para o gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, e define que:

¹ A Resolução 5/1993 já foi atualizada pelas Resoluções 283/2001 e 358/2005.
"Cabe aos estabelecimentos geradores o gerenciamento de seus resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública". O parágrafo único do artigo 5 dessa Resolução determina que, "na elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos devem ser considerados princípios que conduzam à reciclagem, bem como de soluções integradas para os sistemas de tratamento e disposição final, de acordo com diretrizes estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente e de saúde competentes."

Nesse contexto, o problema gerado pela produção de rejeitos não é apenas da alçada do poder público. O gerador também deve estar envolvido na busca de soluções, refletindo sobre as questões relevantes da atualidade, do seu papel na sociedade e nas relações de respeito com o meio ambiente e com a humanidade.

As instituições de saúde não podem mais "cuidar" do lixo apenas do ponto de vista do controle de infecção, mas precisam também considerar as questões ambientais, o que envolve questionamentos dos hábitos, costumes, análise de fatores econômicos e culturais envolvidos.

Os hospitais precisam ter seus planos de gerenciamento de resíduos aprovados pelos órgãos fiscalizadores competentes

A Resolução CONAMA n.º 358 /2005, classifica os Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSSS) em seu ANEXO I da seguinte forma:

I - GRUPO A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção.

a) A1

1. culturas e estoques de microrganismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética;

2. resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido;

3. bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta;

4. sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;

b) A2

1. carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos

de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anátomo-patológico ou confirmação diagnóstica;

c) A3

1. peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares;

d) A4

1. kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados;
2. filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares;
3. sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons.
4. resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo;
5. recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;
6. peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anátomo-patológicos ou de confirmação diagnóstica;
7. carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações; e
8. bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.

e) A5

1. órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

II - GRUPO B: Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

a) produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossuppressores; digitálicos; imunomoduladores; anti-retrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria MS 344/98 e suas atualizações;

b) resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;

c) efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);

d) efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas; e e) demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

III - GRUPO C: Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

a) enquadram-se neste grupo quaisquer materiais resultantes de laboratórios de pesquisa e ensino na área de saúde, laboratórios de análises clínicas e serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação.

IV - GRUPO D: Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

a) papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, resto alimentar de paciente, material utilizado em anti-sepsia e hemostasia de venoclises, equipo de soro e outros similares não classificados como A1;

b) sobras de alimentos e do preparo de alimentos;

c) resto alimentar de refeitório;

d) resíduos provenientes das áreas administrativas;

e) resíduos de varrição, flores, podas e jardins; e

f) resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.

V - GRUPO E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

Segundo ENGENHEER (2000), a partir da segregação criteriosa apenas pequena parte dos RSSS, com maior risco biológico necessitam ser submetidos à tratamentos especiais com vistas à eliminação de sua periculosidade e que, o restante seja tratado como resíduo comum, destinado ao aterro sanitário, reduzindo-se os custos operacionais e os riscos à saúde pública.

Assim sendo, o objetivo desse estudo é discutir a questão da geração de RSSS, a segregação criteriosa desses resíduos na fonte produtora e a consideração da coleta seletiva para reciclagem como uma das alternativa para a redução do volume a ser lançado ao solo.

Existe uma certa mistificação a respeito dos resíduos gerados em instituições de saúde, por parte da população em geral, e mesmo entre os próprios trabalhadores dessas instituições. Essa mistificação, como cita ENGENHEER (2000), está relacionada ao preconceito que as pessoas têm a respeito das palavras "lixo e hospital", pois estão relacionadas à doenças, morte e medo.

Grande volume de resíduos torna-se potencialmente contaminante, ao ser incorretamente segregado, tornando mais dispendiosos os cuidados com os mesmos.

Os hospitais precisam ter seus planos de gerenciamento de resíduos aprovados pelos órgãos fiscalizadores competentes, contemplando não apenas os fatores estéticos e de controle de infecção hospitalar, mas também considerando as questões ambientais tão importantes para a geração atual e futura.

É necessário desenvolver, através da educação, a consciência crítica dos grupos sociais, buscando o seu comprometimento com as questões ambientais, procurando alternativas para a equação desenvolvimento versus qualidade de vida.

A educação ambiental é imprescindível para o desenvolvimento de projetos de saneamento ambiental. É sabido que a falta de saneamento básico pode provocar diversos riscos à saúde humana e de animais, bem como o comprometimento do meio ambiente.

No contexto da redução da geração de resíduos, projetos em educação ambiental voltados para a conscientização da necessidade de redução do consumo, do desenvolvimento de tecnologias "limpas" de produção, de redução de embalagens, de combate ao desperdício e das possibilidades do reaproveitamento e reciclagem, começam a surgir no Brasil. A coleta seletiva para a reciclagem vem sendo cada vez mais discutida no Brasil, e alguns grandes centros urbanos como Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre, têm desenvolvido projetos para gestão integrada do lixo, que contemplam a reciclagem. "Estamos entrando na ERA da consciência coletiva". (CEMPRE, 1997)

Recomenda-se mais estudos acerca do reaproveitamento desses resíduos, e a definição de normas para a coleta seletiva de materiais recicláveis nas unidades de saúde, visando a redução do volume de lixo com destino aos aterros sanitários.

Esses estudos estariam contribuindo para o debate sobre a questão ambiental resultando em mudanças de atitudes com relação à política de gerenciamento dos resíduos sólidos.

3.15. Reciclagem de Rejeitos Radioativos

Em 1896, um cientista francês, Antoine Becquerel, estava estudando o elemento urânio. Casualmente, ele colocou o urânio perto de uma placa fotográfica e, olhando para a placa, algum tempo depois, viu marcas pretas incomuns sobre ela. O urânio estava desprendendo, ou emitindo, partículas (ou raios), que estavam afetando a placa. Foi assim que se descobriu a radiação. (JAMES, 1995)

A radiação é emitida por muitos outros elementos, além do urânio – rádio, potássio, tório, carbono e iodo são apenas alguns desses elementos –, chamados radioativos. Toda radiação pode ser prejudicial aos homens e outros animais, porque danifica as células vivas. Quanto maior for o nível de radiação, maior será o dano. As pessoas têm usado essa capacidade destrutiva da radiação para tratar algumas doenças, como o câncer. Uma determinada dose de radiação é aplicada no paciente para matar células cancerosas do corpo.

Materiais radioativos são utilizados na agricultura, indústria, medicina, em pesquisas científicas e engenharia, bem como na produção de energia e bombas nucleares. Todos esses processos produzem lixo que deve ser descartado. Embora toda radioatividade se desintegre com o tempo, alguns materiais levam muitos milhões de anos para se desfazerem. É importante, portanto, que o lixo seja estocado seguramente, para não prejudicar a vida da geração atual e das futuras.

3.15.1. Lixo de baixo nível de radiação

Esse é um lixo de vida curta, que tem baixo teor de radioatividade. Inclui a roupa protetora contaminada e alguns equipamentos de hospitais, fábricas, universidades e de indústrias de energia nuclear.

Métodos de descarte: enterrar em fossos; jogar no mar, dentro de tambores de aço (isso não é mais permitido em alguns países); certos lixos líquidos são lançados no mar e o gasoso é descarregado na atmosfera. (JAMES, 1995)

3.15.2. Lixo de nível intermediário de radiação

É constituído por lixo sólido de maior volume, como equipamentos usados, frascos de transporte e lama radioativa de usinas atômicas, de fábricas de processamento de combustível e unidades de fabricação de armas nucleares.

Método de descarte: envolver em concreto e armazenar em locais especiais, geralmente em usinas atômicas. Pesquisadores estão procurando métodos de descarte em armazéns subterrâneos, ou nas partes mais profundas do mar. (JAMES, 1995)

3.15.3. Lixo de alto nível de radiação

Esse tipo de lixo inclui combustíveis sólidos e líquidos usados em indústrias de energia nuclear.

Métodos de descarte: os líquidos são estocados em tanques de aço inoxidável, envoltos em concreto, num local apropriado. Podem também ser solidificados em vidros e armazenados em containeres de aço dentro de construções de concreto ou em armazéns subterrâneos. (JAMES, 1995).

Pesquisadores estudam a possibilidade de serem depositados nas profundezas dos oceanos.

Dispor seguramente do lixo radioativo é um problema controverso. Muitas pessoas estão preocupadas com a radioatividade, principalmente porque não pode ser vista, tocada, cheirada ou experimentada. Um grande número de grupos locais têm batalhado contra o descarte de lixo em suas regiões. Grupos de defesa ambiental têm, também, empreendido longas campanhas para acabar com os depósitos de lixo radioativo. Em 1983, uma bem-sucedida campanha do Greenpeace pôs fim a um depósito no Oceano Atlântico. Em 1984, os

militantes do Greenpeace impediram, temporariamente, que pipas contendo lixo radioativo líquido da fábrica nuclear Sellafield fossem lançadas no Mar da Irlanda.

A energia nuclear é muito importante, mas seu lixo é perigoso. Além do problema do lixo radioativo, tem havido também vários incidentes nucleares.

Em 1957, um incêndio em Windscale, na Inglaterra, resultou na contaminação radioativa das terras vizinhas. Em 1979, na usina Three Mile Island, Estados Unidos, um acidente no reator nuclear contaminou o local e sua limpeza custou 1 bilhão de dólares. (JAMES, 1995)

O mais grave acidente nuclear ocorreu na usina nuclear de Chernobyl, na Ucrânia, em 1986. Uma explosão, seguida de incêndio, jogou materiais radioativos nas redondezas, o que causou 32 mortes e obrigou a retirada de moradores das cidades e vilarejos próximos. A área possui altos índices de radioatividade e ficará assim por muitos anos. As partículas radioativas foram levadas pelos ventos a outros países, incluindo Suécia, Alemanha e Grã-Bretanha. Mesmo depois de alguns anos, terras e vegetação de algumas áreas da Grã-Bretanha ainda apresentam radioatividade e as pastagens, também contaminadas, afetam carneiros que se tornaram impróprios para o consumo humano. A pior contaminação de todas foi a que atingiu as manadas de renas e os lapões – povo do norte da Suécia. Os animais silvestres e algumas manadas ficaram radioativos. (JAMES, 1995)

4. CONCLUSÃO

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.

Segundo JAMES (1995) dentro do conceito de gestão integrada de resíduos;

“ a reciclagem é uma componente necessária e, se devidamente concebida, pode originar benefícios econômicos e sociais significativos: poupanças a nível de consumo de recursos ou de espaço em aterros, redução da poluição, aumento da eficiência de outros processos como a compostagem ou a incineração, e a possibilidade de permitir aos cidadãos uma participação activa na melhoria da qualidade do ambiente.”

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL (Associação Brasileira do Alumínio). **Reciclagem de latas de Alumínio**. Disponível em: <<http://www.abal.org.br>> Acesso em 10 de Jan de 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos de serviços de saúde, NBR 12807.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS . Rotulagem ambiental, NBR 13230. da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CASTILHOS JR, A. B. e SOARES, S. R. **Levantamento qualitativo e quantitativo de resíduos de serviços de saúde**. Ação Ambiental, Viçosa, 1998. n. 1. p. 21- 23.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **Produção limpa: uma abordagem ambiental e econômica para a indústria**. Ação Ambiental, Viçosa, 1998. n. 1. Pesquisa, p. 24.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Plano Real: mais consumo, mais lixo**. CEMPRES informa, São Paulo, out. 1997. n. 36. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/> Acesso em 17 de Set de 2005

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Reciclagem: programas apostam na criatividade e novas metas**. CEMPRES Informa, São Paulo, abr. 1997. n. 33.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução n.º 05 de 08 de Agosto de 1993**. "Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários"

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução n.º 09 de 31 de Agosto de 1993**. "Estabelece definições e torna obrigatório o recolhimento e destinação adequada de todo o óleo lubrificante usado ou contaminado"

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 257 de 22 de Julho de 1999.** "Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados"

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA - **RESOLUÇÃO nº 358, DE 29 DE ABRIL DE 2005.** Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

CORNILS, Patrícia e COUTO, Verônica. **A Rede . revista de Inclusão Digital .** Momento Editorial. 16 de Julho de 2005.

ENGENHEER, Emílio Maciel. **Reciclagem: Mito e realidade.** Rio de Janeiro, 2005.

ENGENHEER, Emílio. **Lixo hospitalar: Ficção legal ou realidade sanitária?** Rio de Janeiro. 2000.

JAMES, Barbara. **Lixo e Reciclagem.** Scipione, São Paulo, 1995.

MATTOS, E. D.; SILVA, S. A.; CARRILHO, C. M. D. M. **Lixo reciclável: uma experiência aplicada no ambiente hospitalar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE INFECÇÃO E EPIDEMIOLOGIA HOSPITALAR, 6, 1998, Campos do Jordão. Resumos... São Paulo: ABIH, 1998. p. 19-20.

RECICLANET. Disponível em <http://www.compam.com.br/oquereciclar.htm> Acesso em 03 de Dez de 2005.

Revista Meio Ambiente Industrial, Ano VI, ed. 31, nº 30 Maio / Junho da 2001. Disponível em: <http://www.meioambienteindustrial.com.br> Acesso em 03 de Dez de 2005.

RODRIGUEZ, Francisco; CAVINATTO, Vilma Maria. **Lixo: De onde vem? Para onde vai?** Ed Moderna. São Paulo. 2003.

SANTOS, J. P. dos e BARBOSA, W. (Coords.). **O lixo pode ser um tesouro**. Rio de Janeiro: Centro Cultural Rio Cine, 1992. Livro 3. 17p.