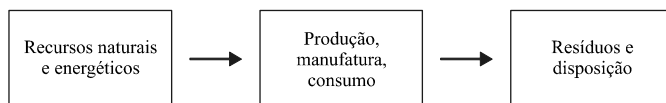


Capítulo 1

Resíduos e Reciclagem: Contextualização

Nos últimos 30 anos, o desenvolver do conhecimento sobre a interação do homem com a Natureza, a capacidade de recursos materiais/energéticos do planeta, o aumento do volume de resíduos e sua destinação, a transformação do meio físico e a perspectiva de crise energética e de água potável, entre outros tópicos, propiciaram uma nova visão para os problemas que relacionam os resíduos e a Natureza.

A política tradicional de apenas tratar o lixo, com base em um modelo linear de desenvolvimento, que postula que a Natureza é fonte inesgotável de recursos materiais e energéticos e ainda que possui capacidade infinita de deposição¹ (Figura 1.1) está sendo substituída, aos poucos, por um modelo com base em ciclos de vida e integração da gestão de resíduos [1].



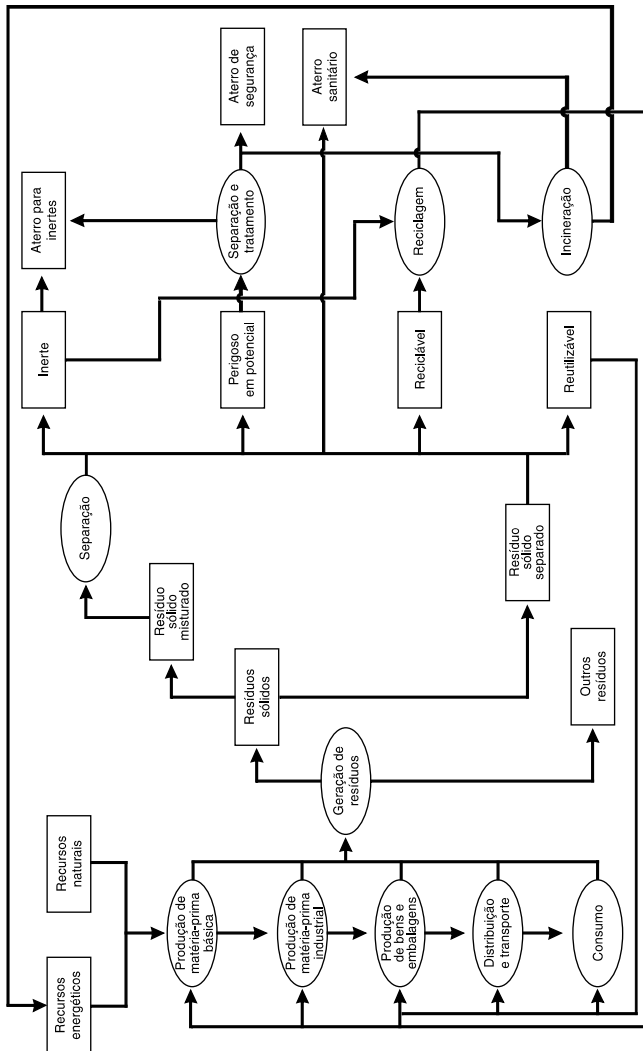
~~XXXXXXXXXX~~ Modelo linear de desenvolvimento.

A população do planeta, no início do século XXI, é estimada em 6,2 bilhões de habitantes (na entrada para a civilização era de somente 200 milhões), que geram mais de um bilhão de toneladas de resíduos sólidos a cada ano, sendo cerca de 83 milhões de toneladas a parte brasileira [2-3]. Essa situação tem sido avaliada como insustentável para o planeta.

¹ Deposição é o ato ou efeito de colocar o resíduo em algum lugar (no caso do texto, a Terra); enquanto disposição relaciona-se ao ato de desfazer-se de algo.

A nova concepção para a sustentabilidade planetária demanda comportamentos diferenciados dos setores públicos, produtivos e de consumo em relação aos resíduos e à Natureza. Além de coletar e tratar o resíduo, essa nova concepção inclui a disposição adequada de todos os subprodutos e produtos finais do sistema econômico, tanto do resíduo convencional como do perigoso, e acrescenta um novo paradigma que é a redução dos resíduos na fonte. Ou seja, novos comportamentos de todos os setores da sociedade para garantir que os resíduos sejam produzidos em menor quantidade já na fonte geradora. Isso implica mudanças nas formas gerenciais, com novas prioridades, que passam do modelo unidirecional e mecanicista para um sistema holístico e ecológico que garanta, a longo prazo, a estabilização da demanda dos recursos naturais e do volume final de resíduos a serem dispostos, minimizando o processo de degradação ambiental [1].

O modelo de gerenciamento para resíduos, atualmente proposto (Figura 1.2), requer a montagem de um sistema complexo de procedimentos e ações em que a quantidade de resíduos a ser reaproveitada dentro de um sistema produtivo ou de consumo seja cada vez maior e a quantidade a ser disposta, menor. Como será visto, ainda neste capítulo, alguns termos novos como ecologia industrial e ~~XXXXXXXXXX~~ têm surgido para designar essas novas concepções. A idéia de desenvolvimento sustentável também aparece em concepção mais abrangente e complexa.



XXXXXXXXXX Novo modelo de gerenciamento de resíduos.

Nessa perspectiva, as novas prioridades em relação aos resíduos devem ser direcionadas para [1]:

- Evitar ou, quando não for possível, diminuir a produção de resíduos.
- Reutilizar ou, quando não for possível, reciclar os resíduos.
- Utilizar a energia presente nos resíduos.
- Inertizar² e dispor os resíduos sem valor.

Sob essa ótica, a palavra lixo, que é associada a qualquer coisa imprestável, nociva e que não tem valor, passa a ser substituída por resíduo. Essa substituição dá a conotação de que não tendo valor ou utilidade para uns, para outros corresponderá a benefícios, ou seja, com um valor de uso positivo.





Ecologia industrial é um termo recente que o meio científico tem empregado para designar propostas e ações que reduzam os fluxos de materiais e de energia no sistema produtivo. Segundo Grimberg & Blauth (1998)[4], “pela ecologia industrial, o sistema produtivo é considerado um subsistema da biosfera, isto é, uma organização particular de fluxos de matéria, energia e informação. A evolução do sistema industrial é concebida como uma dinâmica mais compatível com o funcionamento de outros ecossistemas. Parte-se do princípio de que é possível organizar o fluxo de matéria e, portanto, de energia, que circula no sistema industrial de maneira a torná-lo um circuito quase inteiramente fechado. Pode-se, assim, alcançar o fechamento dos ciclos de matéria e a desmateriação, uma vez que as empresas poderiam utilizar seus resíduos como matéria-prima e reutilizar os produtos depois de usados, criando

² Inertizar é tratar, normalmente por meios químicos, determinado resíduo perigoso para que ele fique inerte, ou seja, sem ação nociva no meio ambiente. Mesmo inerte, ainda demanda disposição sanitariamente correta.

um novo ciclo de vida para os materiais descartados. A desmaterialização visa reduzir a rapidez e a amplidão dos fluxos de matéria nos sistemas industriais, diminuindo a quantidade de matéria consumida para se obter um determinado produto” [4].

Dentro da concepção de que tudo começa e termina no meio ambiente, ou seja, é um ciclo de vida, para o desenvolvimento de um produto deve-se priorizar a durabilidade, a facilidade de reparação e manutenção e o uso de materiais que em um primeiro instante possam ser reaproveitados (reutilizados) ou, quando não for possível, reciclados.

Nos processos de produção de matéria prima básica e industrial, de produção de bens de consumo, peças, etc. e nos sistemas de distribuição e de transporte, devem ser utilizadas tecnologias limpas, em que os processos devam consumir menor quantidade de energia e matéria-prima e ainda gerar menos resíduos. Assim, surge outro termo, o , que se traduz no desenvolvimento de produtos com base na ecoeficiência, com tecnologias limpas e sem geração de resíduos impactantes [5].

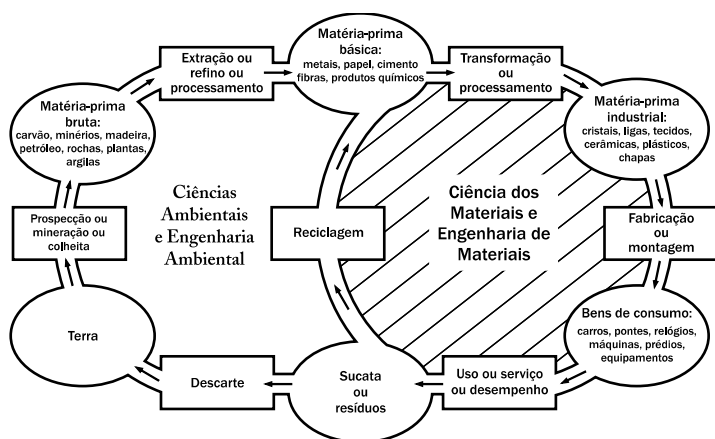
Ainda segundo esse modelo, para a distribuição e o transporte dos bens de consumo, produtos, etc., deve-se evitar embalagens sem retorno, incentivando auxiliares de transporte reutilizáveis, como  etc.

Por outro lado, nessa concepção, as legislações e os instrumentos de controle devem induzir a diminuição da geração de resíduos e a máxima reciclagem.



A análise de ciclo de vida (ACV) é uma metodologia de gestão ambiental que atualmente tem sido empregada para avaliar os efeitos de um produto, processo ou serviço sobre o meio ambiente, ao longo de todas as etapas envolvidas, ou seja, desde sua concepção mercadológica, planejamento, extração e uso de matérias primas, gasto com energia, transformação industrial, distribuição/transporte, uso, reuso, manutenção e reciclagem até

sua disposição final. O acompanhamento da vida de um produto, processo ou serviço é feito, dessa maneira, do seu berço ao túmulo. Dependendo do caso, podem ser elaboradas ACVs simplificadas, conhecidas como do berço ao portão, nas quais algumas etapas são removidas após a fabricação ou montagem do produto final (uso, reuso, reciclagem, disposição final, etc.) [6-7]. A Figura 1.3 ilustra um esquema global do ciclo de vida dos materiais, no qual é indicada também a interface que a reciclagem promoveu entre a Ciência dos Materiais, a Engenharia de Materiais, as Ciências Ambientais e a Engenharia Ambiental [8-9].



Esquema do ciclo de vida dos materiais. Adaptado de [8-9].


Em um estudo de ACV, cada unidade de processo ou etapa é geralmente avaliada quantitativamente segundo os seguintes critérios: entrada – consumo de energia, matérias-primas e quantidade de água utilizada; saída – geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, emissões gasosas, barulho e radiação; conforme apresentado na Tabela 1.1. Os elementos de saída são nomeados impactos ambientais potenciais.

“Entradas” e “saídas” em estudo de ACV.


Entrada	Etapas	Saída
Materiais Energia Água	Extração ou refino	Produtos
	Transformação ou processamento	Efluentes
	Fabricação ou montagem	Líquidos
	Distribuição	Gases
	Uso do produto	Resíduos
	Reuso do produto	Sólidos
	Reciclagem do produto	Barulho
	Disposição final	Radiação

A metodologia de ACV tem sido dividida em quatro estágios:




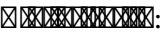
1. Definição dos objetivos do estudo e delineamento do contorno do sistema.
2. Identificação dos impactos potenciais (inventário), quantificação das matérias-primas e processos envolvidos na ACV.
3. Soma e análise dos resultados – avaliação do impacto ambiental.
4. Interpretação e/ou sugestão de ações alternativas e mitigações (melhoria e/ou ganho ambiental).

A análise de ciclo de vida é conhecida internacionalmente pela sigla LCA –  – e também tem sido empregada como instrumento de apoio à tomada de decisão, além da avaliação de impactos, associados à função do produto.



A partir da década de 1970, a idéia de desenvolvimento sustentável começa a ser discutida e estudada no meio acadêmico. No início, essa noção se restringia às questões ambientais, mas nos últimos anos foi extrapolada para os campos econômico, social e político. Um dos marcos principais é a publicação do Relatório Brundtland, em 1987, com o título , elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMNAD [10].

Embora haja aparente consenso em relação às premissas gerais que norteiam o termo sustentabilidade, segundo Silva (2000), as diferentes adjetivações que acompanham a palavra desenvolvimento, como “desenvolvimento não predatório”, “integrado”, “duradouro”, “viável”, “ecodesenvolvimento”, estão vinculadas à abrangência dos vários campos envolvidos e à diversidade e complexidade de seus fatores. A busca de métodos para formular indicadores de desenvolvimento sustentável é uma tarefa que está se iniciando no meio acadêmico e especializado. Para formular indicadores de desenvolvimento podem ser utilizados alguns princípios e estratégias gerais de sustentabilidade, tais como [11]:

- : manutenção da integridade ecológica por meio da prevenção das várias formas de poluição, da prudência na utilização dos recursos naturais, da preservação da diversidade da vida e do respeito à capacidade de carga dos ecossistemas.
- : realização do potencial econômico que contempla prioritariamente a distribuição de riqueza e renda associada a uma redução das externalidades socio-ambientais, buscando resultados macrosociais positivos.
- : criação de mecanismos que incrementem a participação da sociedade nas tomadas de decisões, fazendo reconhecer e respeitar os direitos de todos, superando as práticas e políticas de exclusão e permitindo o desenvolvimento da cidadania ativa.
- : viabilidade de uma maior equidade de riquezas e de oportunidades, combatendo as práticas de exclusão, discriminação e reprodução da pobreza e respeitando a diversidade em todas as suas formas de expressão.

Da forma apresentada, esses princípios e estratégias de sustentabilidade vinculados aos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos podem ser norteadores para elaborar

diagnósticos e propor políticas públicas para o desenvolvimento, quer seja de um município, região ou país.



A realidade brasileira é bastante diferente da apresentada no fluxograma da Figura 1.2. A maioria dos cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos produzidos anualmente é disposta indevidamente. Segundo a última pesquisa do gênero que abrange todo o País, feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2000 e publicada em 2002, no Brasil, cerca de 21,2% dos resíduos sólidos urbanos eram despejados a céu aberto (lixões), 0,1% em rios e outros corpos d'água e 37% em aterros controlados (depósitos periodicamente cobertos), todas as alternativas consideradas ecológica e sanitariamente incorretas pelo potencial de poluição atmosférica, hídrica e de solos. Do total de resíduos sólidos urbanos produzi-dos, 40,5% têm destinação considerada correta em termos sanitários e ecológicos. Esse percentual está dividido em 36,2% para aterros sanitários (onde os resíduos são enterrados em locais sanitariamente adequados), 2,9% para centros de compostagem (nos quais a matéria orgânica existente nos resíduos é lentamente transformada em composto, empregado na agricultura), 1% para centros de triagem (onde ocorre separação e posterior venda de recicláveis) e 0,4% para unidades de incineração (onde os resíduos são queimados). O restante dos 100% de resíduos sólidos urbanos brasileiros corresponde a destinações variadas das listadas (0,7%) ou quando não há um local fixo para os resíduos produzidos (0,5%) [3].

Embora o panorama das destinações de resíduos sólidos urbanos ainda esteja muito aquém do desejado, com pouca possibilidade de reciclagem (apenas 3,9% – compostagem e triagem –), nota-se uma melhora acentuada em relação à pesquisa anterior feita pelo instituto, onze anos antes (1989). Na época, 75,41% dos resíduos sólidos urbanos eram despejados a céu aberto, 0,65% em corpos d'água, 12,45% em aterros

controlados, 9,34% em aterros sanitários, 0,08% em centros de incineração, 1,20% em centros de compostagem e os 0,87% restantes em centros de triagem [12].

Comparativamente, observa-se que de 1989 para 2000 houve um aumento de todas as alternativas consideradas sanitária e ecologicamente corretas. Em contrapartida, o aumento no percentual de resíduos enviados para aterros controlados também subiu, porém essa subida provavelmente represente a cobertura de antigos lixões (geralmente com terra). Em termos de saúde pública, cobrir o lixo traz avanços, na medida em que dificulta a proliferação de vetores como ratos, urubus, mosquitos e baratas e diminui o mau cheiro. No entanto, está distante dos procedimentos antipoluição necessários para se ter um aterro sanitário, como: manter distância de lençóis freáticos, impermeabilizar o solo antes de receber os resíduos para dificultar a infiltração de líquidos no solo e construir dispositivos de escape de gases gerados no processo de decomposição dos resíduos.

No Brasil, a reutilização não é incentivada (as embalagens retornáveis, por exemplo, são cada vez mais raras), há um precário sistema de devolução de resíduos perigosos (como pilhas e baterias, cujo conteúdo prejudica o solo e os lençóis freáticos) e a reciclagem ainda depende de esforços para se consolidar como atividade econômica.

A reciclagem de resíduos pós-consumo só existe no Brasil em razão, principalmente, da figura dos catadores, os quais, impulsionados pela crise do desemprego e da falta de alternativas de trabalho e renda, buscam nessa atividade sua sobrevivência e alimentam os negócios da reciclagem realizando boa parte do processo: coletam, classificam, separam e preparam os materiais recicláveis para a comercialização. Um estudo feito na cidade de São Carlos, SP, estimou que, sem o comércio de recicláveis (metais, plásticos, papéis e vidros, principalmente) por catadores e sucateiros, o montante de resíduos sólidos urbanos da cidade seria 39% superior em peso [13].

A questão dos resíduos sólidos não pode ser resolvida aplicando apenas novas técnicas e tecnologias mais avançadas para coleta, tratamento, reciclagem e destinação final. No Brasil, essa questão deve ser abordada de forma mais integrada, envolvendo, também, os fatores social, econômico, educacional, ambiental e político. Nesse sentido, aos poucos as administrações municipais brasileiras têm adotado o gerenciamento integrado do lixo e articulado um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento para coletar, separar, tratar e dispor o lixo [14].



A coleta seletiva em 2002, de acordo com o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), era adotada por somente 192 dos mais de 5.500 municípios brasileiros. O sistema atinge menos de 10 milhões de brasileiros dos cerca de 170 milhões de habitantes, com um custo até oito vezes superior ao da coleta convencional [15]. Na coleta seletiva, cada cidadão separa primariamente seus próprios resíduos e, para funcionar plenamente, necessita do comprometimento da população, o que é promovido por projetos de educação ambiental. Já a coleta comumente adotada pela ampla maioria dos municípios brasileiros ocorre com todos os tipos de resíduos misturados. Tal procedimento aumenta o grau de dificuldade de separação e a impregnação de impurezas, especialmente restos de alimentos em outros resíduos recicláveis.

Essas características da coleta comum de resíduos acabam por desestimular todo o processo de reciclagem, inclusive encarecendo-o, na medida em que investimentos superiores devem ser realizados na separação e, como no caso dos plásticos, na lavagem dos resíduos a serem reciclados. Quanto mais limpo o resíduo, menos severa terá de ser a lavagem e mais simples será o tratamento e a recuperação da água e, conseqüentemente, o produto final poderá ser melhor e mais barato.

Em sua versão mais simples, a coleta seletiva consiste na separação primária da matéria orgânica (ÚMIDOS – restos de plantas e alimentos) dos demais materiais (SECOS). A matéria orgânica pode seguir para uma unidade de compostagem, enquanto os materiais secos, com um grau de impurezas muito menor do que na coleta convencional, ainda demandariam uma separação posterior em vidros, metais, papéis e plásticos. Estes dois últimos tipos de materiais, embora sejam classificados quimicamente como orgânicos (pela constituição com base em átomos de carbono), têm biodegradação muito difícil, sendo impossível sua compostagem natural nos tempos alcançados por restos de alimentos e de plantas misturados (de cerca de 90 dias).

Em versão mais avançada, a coleta seletiva prevê coletores para cada tipo de material, normalmente associados a cores específicas. A Resolução 275, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece um padrão de cores de fácil visualização, com validade nacional e conforme codificação já adotada internacionalmente, para identificar os recipientes e transportadores empregados em coleta seletiva [16]:

- Azul – papel/papelão.
- Vermelho – plástico.
- Verde – vidro.
- Amarelo – metal.
- Preto – madeira.
- Laranja – resíduos perigosos.
- Branco – resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde.
- Roxo – resíduos radioativos.
- Marrom – resíduos orgânicos.
- Cinza – resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

Para reciclar alguns materiais, a separação feita em uma coleta seletiva ou mesmo em uma unidade de triagem não basta. É preciso uma separação final, tipo “pente-fino”, que será

realizada na indústria de reciclagem propriamente dita. Por exemplo, a classe dos resíduos metálicos pode se dividir em duas grandes subclasses, a sucata ferrosa e a não-ferrosa, havendo divisões dentro de cada classe. Os papéis também apresentam variações de acordo com o mercado da reciclagem, em relação a cor, razão celulose/fibras de madeira, ausência ou presença de impressão, umidade, origem, etc. [17-18].

Tão importante quanto à qualidade dos materiais presentes em determinados resíduos é a quantidade de cada um deles. Essas duas informações balizarão o potencial de reciclagem de determinado material coletado nos resíduos sólidos de uma cidade, de uma comunidade, de um condomínio, de uma oficina mecânica, etc., no tocante à produtividade máxima esperada e à lucratividade a ser obtida com a venda do mesmo. Para o catador e o sucateiro, essas duas informações determinam a periodicidade da coleta, os prováveis clientes e a negociação de preço. Esse tipo de atividade é obviamente mais lucrativo quanto mais produtos de qualidade o fornecedor tiver, o que torna interessante a associação de catadores e sucateiros em cooperativas e possibilita o estabelecimento da reciclagem como um negócio economicamente viável para todos os envolvidos, e não mais somente um negócio ecológico [19].

Dessa forma, é de praxe a realização de estudos periódicos em resíduos sólidos urbanos, de forma a avaliar a composição dos mesmos em termos de percentual de matéria orgânica (restos de alimentos, plantas, etc.), papel, vidro, plásticos, metais e quaisquer outras subdivisões que se façam necessárias e interessantes (por exemplo, a quantificação do percentual de alumínio). Por serem pouco específicas e por haver uma grande variação de materiais potencialmente descartáveis à disposição do consumidor, a maioria desses estudos, chamados caracterizações físicas, traz informações pouco úteis para a indústria da reciclagem.

Outra informação interessante que as caracterizações de resíduos podem fornecer é a variação da composição dos resíduos







conforme a estação climática ou a classe socioeconômica da população geradora dos resíduos ou, ainda, o impacto causado no resíduo em avaliação após a introdução de um novo produto no mercado consumidor (por exemplo, uma nova embalagem).

Normalmente, para a caracterização física de resíduos urbanos são usados os procedimentos estatísticos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), mais especificamente a norma NBR 1.007. Seguindo a normalização, é possível obter uma amostragem relativamente pequena e estatisticamente representativa de uma grande quantidade de resíduos. Por exemplo, é possível extrair, a partir de um caminhão de 5 toneladas, uma amostragem de 100 kg, que pode ser suficiente para estudos que visem, por exemplo, medir a biodegradabilidade da matéria orgânica presente [20]. No entanto, para conjecturas a respeito de reciclagem de materiais, essa quantidade provavelmente não será suficiente. Um estudo sobre os resíduos de Caxias do Sul, RS, determinou que 0,14% dos resíduos da cidade eram materiais metálicos não-ferrosos (2002). Em uma amostragem de 100 kg de resíduos, 140 g desses metais provavelmente não seriam suficientes para serem subdivididos, por exemplo, em alumínio, cobre, antimônio e latão, apenas para citar os mais procurados por catadores [21].

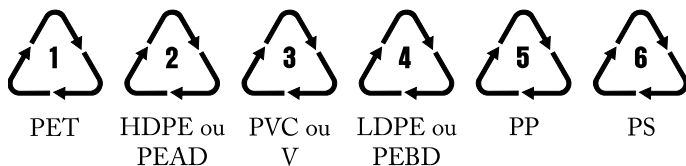


Os resíduos plásticos, se não forem convenientemente separados, podem comprometer as propriedades finais do produto reciclado em razão das variações físicas e químicas que apresentam entre si [22-23]. As mais comuns são a presença de filmes plásticos (produtos com espessura inferior a 250 μm , normalmente sacos e sacolas) e dos chamados plásticos rígidos, que abrangem o restante dos produtos feitos do material [24]. A presença de tintas de impressão ou de rótulos é também uma variação importante para a reciclagem, mas o maior problema é a grande variedade de resinas plásticas existente nos resíduos

sólidos urbanos. As diferentes composições químicas e estruturas geram uma incompatibilidade que dificulta a mistura de diferentes tipos de plásticos, daí a necessidade de separação criteriosa. São pelo menos seis tipos principais de plásticos presentes nos resíduos, o que motivou a adoção voluntária de uma numeração específica de 1 a 6, normalmente inscrita dentro ou próximo ao símbolo da reciclagem, no fundo dos produtos ou nos rótulos,³ conforme a Figura 1.4. O número 7 também é usado, quando se trata de qualquer outro tipo de plástico ou de suas misturas. A nomenclatura das principais resinas empregadas e seus produtos mais frequentes nos resíduos sólidos urbanos são [24-25]:

-  – PET ou PETE – garrafas de refrigerante, água, óleos comestíveis, isotônicos, etc.
-  – HDPE ou PEAD – embalagens de produtos alimentícios, de limpeza, de higiene pessoal, automotivos, filmes, etc.
-  – PVC ou V – tubos, conexões, mangueiras, filmes, garrafas de água, vinagre, embalagens de óleo, produtos de limpeza, higiene pessoal, doces (potes), etc.
-  – LDPE ou PEBD – filmes, tampas, embalagens de desodorante, etc. Geralmente é separado juntamente com o polietileno de baixa densidade linear (LLDPE), cuja maior aplicação é o segmento de filmes.
-  – PP – embalagens de água, vinagre, margarina, doces, filmes, tampas de refrigerante, embalagens de produtos de limpeza e higiene pessoal, etc.
-  – PS – copos e outros descartáveis, embalagens de iogurte, bandejas, etc.

³ Essa numeração é adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sob o código NBR 13.230, e também pela Sociedade Americana da Indústria de Plásticos (SPI) [22-23].



▨ Símbolos, números e siglas inscritos nos fundos das embalagens ou nos rótulos de produtos dos plásticos mais comumente encontrados nos resíduos urbanos.

Nota-se que são necessários conhecimento e experiência para efetuar a separação dos plásticos, pois as aplicações podem ser as mesmas para mais de uma resina. Propriedades óticas (transparência, translucidez e opacidade), mecânicas (rigidez e resistência ao impacto), de densidade (flutuação ou decantação na água) e de queima (cor da chama, odor da fumaça, etc.) também auxiliam na separação e podem contribuir para a verificação da veracidade das inscrições nos produtos plásticos [22, 24-25].

A dificuldade em conseguir uma amostragem de resíduos plásticos suficientemente representativa para a quantificação de cada um dos variados tipos de plásticos presentes nos resíduos sólidos urbanos a partir de uma quantidade não muito grande de resíduo é uma das razões para que haja poucos estudos nesse sentido [26-28]. Boa parte dos estudos existentes são relativos a resíduos de coleta seletiva, em que uma grande quantidade de resíduos plásticos em que já se encontra separada dos demais resíduos, o que facilita o trabalho de subdivisão [28]. No Capítulo 2 será apresentada uma caracterização de plásticos realizada com resíduos de coleta convencional. Essa caracterização foi comparada com o perfil percentual de consumo aparente das resinas encontradas nos resíduos e sua finalidade é apontar e, principalmente, quantificar em quais plásticos os esforços para a reciclagem devem ser prioritários.



De modo geral, a indústria petroquímica brasileira e a de plásticos são compostas por muitos grupos estrangeiros, sejam proprietários ou apenas participantes no quadro societário. Dessa forma, desde sua fundamentação na década de 1970, houve a tendência natural de que tais indústrias trouxessem tecnologia do exterior. Paulatinamente, foram formados recursos humanos especializados e criados centros e laboratórios de pesquisa na área de polímeros (classe de materiais que abrange plásticos e borrachas) nas próprias empresas e também nas universidades. Atualmente, já há uma massa crítica de qualidade produzindo conhecimento e discutindo inovações científicas e tecnológicas no setor [29].

A atividade de reciclagem de polímeros é tão recente quanto a indústria de polímeros em si. Provavelmente a indústria de reciclagem experimenta atualmente o mesmo grau de incipiência que a de polímeros enfrentou na década de 1970, com um agravante: com raríssimas exceções não houve a vinda de tecnologia estrangeira para abastecer prontamente a indústria nascente [30].

A indústria brasileira de reciclagem de plásticos é equiparável, em termos de produção, a de países desenvolvidos. Porém, além de matéria-prima e mão-de-obra específicas, no caso brasileiro, o país lida com outros problemas particulares, os quais, por si só, demandam o desenvolvimento de tecnologias próprias. Dentre esses outros problemas, listam-se [30]:

- A dimensão continental do País, que acarreta sérios problemas de transporte de matéria-prima (leves e volumosas) e de produtos, o que praticamente obriga a descentralização da atividade industrial.
- O mercado consumidor próprio, em geral, não tão preocupado com o meio ambiente, com pequeno grau de instrução e poder aquisitivo baixo. O material plástico

reciclado deve ser impreterivelmente mais barato que o virgem para garantir vendas.

- O sistema predominante de coleta e descarte de resíduos pós-consumo, que faz com que os plásticos, presentes em pequena quantidade relativa em peso, venham ainda muito sujos. O resultado é uma matéria-prima de baixa qualidade e que demanda lavagem exaustiva e posterior tratamento de água.
- A “má reputação” do material reciclado, que acaba por prejudicar empresas que trabalham seriamente e que diminuíram o número e a dimensão dos problemas enfrentados, geralmente com investimentos relativamente altos.
- Dificuldade de abastecimento freqüente das indústrias, o que muitas vezes resulta em parada de linhas de produção e/ou em aumento da capacidade ociosa, o que causa perda de lucros e desestímulo.
- Presença de muitas indústrias de pequeno porte, com pouca tecnologia associada e alta carga tributária. Boa parte das empresas, as quais atuam no ramo, ilude-se com a matéria-prima a custo zero e, com as dificuldades, acaba por viver na clandestinidade, o que dificulta, inclusive, a pesquisa sobre o setor.

A busca do maior lucro possível, preservando os valores éticos (os quais incluem a vertente ambiental), é objetivo de qualquer empreendimento industrial e não é diferente com a reciclagem. Isso pode ocorrer de várias maneiras, inclusive com adoção de alternativas a sistemas de reciclagem convencionais, que possam fornecer produtos de maior valor agregado. Essa adoção passa obrigatoriamente por pesquisas, análises de custos e investimentos.

As universidades e institutos de pesquisa podem auxiliar na geração de tecnologias e na busca de otimização dos processos produtivos de indústrias recicladoras, principalmente as que não têm condições de investir em profissionais altamente quali-

ficados e laboratório próprio. Em 2002, foram identificadas no Brasil somente onze universidades que realizam pesquisas na área de reciclagem de polímeros [31].

A atuação em etapas anteriores à reciclagem também seria extremamente útil, principalmente no incentivo à educação ambiental (para o consumo racional, a reutilização sempre que possível e o descarte seletivo), à coleta seletiva e à formação de cooperativas de catadores. Outro tipo de atuação seria posterior à reciclagem, diretamente no mercado consumidor, incentivando-o a consumir produtos reciclados.

Apesar das dificuldades enfrentadas pelo setor, a indústria de reciclagem no Brasil só tem crescido, atingindo, em alguns casos, índices comparáveis aos de países desenvolvidos. Segundo dados do CEMPRE, durante o ano de 2002, aproximadamente 44% das embalagens de vidro produzidas no País foram recicladas, assim como 45% das latas de aço, pelo menos 57% das carcaças de pneus, 41% do papel de escritório, 77% das caixas de papelão, 15% das embalagens longa vida, 1,5% dos resíduos orgânicos e 17% dos plásticos rígidos e filmes [32]. O campeão de reciclagem ainda é o alumínio, uma vez que estima-se que cerca de 85% das latas produzidas no País retornaram ao processo produtivo em 2001 e 87% em 2002 [32-33]. Esse índice é superior ao registrado pelas lideranças anteriores de reciclagem de alumínio, como Japão (83%), Estados Unidos (55%) e Europa (41%) [32].

De acordo com os números da Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET (ABEPET) e do CEMPRE, 18,5% das garrafas do polímero produzidas foram recicladas em 1999 contra 24,8% em 2000 e 35% em 2002. São números comparáveis aos de países ricos, como os Estados Unidos e o Japão, que em 2000 reciclaram cerca de 23% do PET produzido no ano. A coleta de boa parte dos cerca de 1,9 bilhão de garrafas que foram recicladas em 2002 no Brasil se concentra em áreas próximas a municípios com coleta seletiva, usinas de triagem ou onde cooperativas de catadores funcionam com sucesso [32, 34].

A comparação entre PET e alumínio em termos de reciclagem é interessante, de forma que se pode afirmar que a principal alavanca em relação a reciclagem de alumínio é o preço da sucata e para o PET é a abundância de matéria-prima. A massa de cada lata de alumínio é de 14 g enquanto uma garrafa de PET de 2 litros (a mais comum do mercado) pesa cerca de 50 g. Ou seja, são necessárias aproximadamente 70 latas de alumínio e 20 garrafas de PET para chegar a 1 kg de cada material. Durante o ano de 2002, o quilograma de alumínio na forma de latas variou de R\$ 2,0 a R\$ 3,0 (quando prensado e limpo), enquanto um quilo de PET podia ser vendido a R\$ 0,78, após anos sendo vendido abaixo de R\$ 0,20 [35]. Outra vantagem para o alumínio é a capacidade de redução de volume (a cerca de 1/6) por meio de prensagem manual, propriedade que o PET não apresenta.

Além do benefício social e ecológico trazido pelas atividades de reciclagem, as vantagens econômicas são claras. Lucram os envolvidos na atividade e o País todo, na medida em que a produção de um material reciclado demanda normalmente menos energia que a requerida para a produção de materiais a partir dos insumos convencionais. Estima-se que para a produção de latas de alumínio a partir da reciclagem de materiais descartáveis gaste-se somente 5% da energia requerida para a produção a partir de seu minério, a bauxita [36]. Outra economia estratégica é a de recursos naturais esgotáveis, como os minérios (cada quilo de alumínio reciclado evita a extração de 5 kg de bauxita) e o petróleo (no caso dos plásticos). A reciclagem pode, ainda, trazer benefícios econômicos ao comércio exterior do País aumentando as exportações de alguns materiais e diminuindo as importações de outros.

A despeito dos índices animadores de reciclagem de vários materiais, a quantidade de resíduos sólidos urbanos brasileiros que não é encaminhada para a reciclagem ainda é grande. Estima-se que o País jogue no lixo, anualmente, de US\$ 500

milhões a US\$ 2 bilhões em materiais ainda úteis e em energia que poderia ser economizada [37-38].



A partir da década de 1960, impulsionado por movimentos de cidadãos preocupados com a ecologia, o mundo político iniciou a promoção de alguns eventos como o Clube de Roma⁴ e a ECO-92.⁵ Acordos internacionais foram fechados (como o Protocolo de Montreal, de 1987, sobre o fim das emissões de cloro-flúor-carbonos, nocivos à camada de ozônio, até 2010) e discutidos (como o Protocolo de Kyoto, que propôs, em 1997, a diminuição das emissões de gás carbônico, porém sem resultados efetivos até os dias atuais). Uma consciência ambiental começou a ser formalizada em políticas que apontam limites para o crescimento mundial, sendo a humanidade e a Natureza os pontos decisivos para o desenvolvimento de tecnolo-gias e para a exploração dos recursos naturais.

Com base nesses princípios, na década de 1970 e 1980, na Europa, observam-se os primeiros rótulos ambientais, mais comumente conhecidos como “selos verdes” (Figura 1.5). É uma tentativa de valorizar produtos cujas etapas de fabricação sejam menos nocivas, integrando, assim, questões relativas ao meio ambiente e às estruturas gerenciais. No Brasil, desde 1997, a

⁴ Clube de Roma foi uma reunião de cientistas que, na década de 60, elaboraram uma série de modelos matemáticos sobre os riscos do crescimento contínuo com base em recursos naturais esgotáveis. Seu relatório, publicado em 1972 no livro “Limites ao Crescimento”, analisou o planeta fazendo projeções, algumas catastróficas sob o aspecto da sustentabilidade planetária, sobre industrialização, crescimento populacional, produção de alimentos, recursos naturais e poluição. Foi um importante sinal de alerta que teve a finalidade de conscientizar a sociedade sobre limites que deviam ser impostos à própria sociedade, para seu próprio bem.

⁵ ECO-92 ou Rio-92 foi a Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro, organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) e que reuniu 179 chefes de Estado que discutiram problemas ambientais mundiais.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) concede o certificado Rótulo Ecológico – Qualidade Ambiental, cujo símbolo é um colibri.



Alemanha
(desde 1977)



Canadá
(desde 1988)




Japão
(desde 1988)




Brasil
(desde 1997)

Exemplares de “selos verdes”.

Diversas iniciativas têm surgido para regulamentar os sistemas de gestão (conjunto de filosofias e de políticas que regem todo o funcionamento de empresas) e processos produtivos. Em 1992 foi aprovada a norma inglesa BS 7.750 (), que faz com que a organização (normalmente uma empresa) interessada em ser certificada tenha de provar que seu processo produtivo, a partir do Sistema de Gestão, é ambientalmente correto. Isso é feito a partir da definição de política ambiental, de práticas, de objetivos e de alvos que permitam uma avaliação periódica do desempenho, bem como prever correções de rumo para o aprimoramento contínuo. Ainda em 1992, encorajada pelo compromisso mundial em prol do ambiente estabelecido na ECO-92, a Organização Mundial de Padrões (ISO –) começou uma ampla discussão, finalizada em 1996, visando à elaboração de uma normalização internacional ambientalmente abrangente e exequível. Paralelamente à ISO, a comunidade europeia decidiu estabelecer uma normalização para todo o continente, chamada de Gestão Ecológica e Esquemas de Auditoria (EMAS –). Em 1993, a Fundação Mundial para a Natureza (WWF –) lançou o Conselho Administrativo de Florestas

(FSC – ) , que prevê a discussão de uma gestão de florestas mais adequada a cada país, prevendo, inclusive, inspeção independente das florestas e um rótulo ecológico no caso de conformidade com as metas estabelecidas pelo Conselho.

Impulsionada pelo sucesso mundial das normas da série 9000,⁶ bem como pelo caráter mundial e abrangente da série 14000, rapidamente essa nova norma, apesar de facultativa, tornou-se a mais estudada e a mais visada para empresas que se propõem a apresentar um diferencial no mercado globalizado. A simples decisão de tentar o certificado de qualidade ambiental faz com que as empresas (inclusive as que lidam com florestas) tenham de demonstrar que respeitam as leis e regulamentações correlatas, procedem um contínuo aprimoramento ambiental do processo produtivo e do sistema gerencial, treinam os funcionários para que adotem eficazmente o modelo e se submetam a uma auditoria periódica para comprovação. Além dos aspectos já abordados em outras normalizações ambientais (sistemas de gestão ambiental, avaliação do desempenho ambiental, auditoria ambiental e rotulagem ambiental), uma das maiores inovações das normas ISO da série 14000 é a Análise do Ciclo de Vida do Produto (ACV), comentada anteriormente. Com esse procedimento, é possível estabelecer decisões em cada parte da “vida” do produto de modo a propiciar uma alternativa ecológica mais viável, seja de um material que possa ser trocado até um processo que deva ser alterado. Uma das consequências mais conhecidas de uma análise desse tipo é o chamado  (desmontagem), ou seja, confecção de produtos cuja separação de

⁶ ISO 9000: conjunto de normas relativas à certificação de sistemas de gerenciamento que primam pela qualidade do produto, estabelecendo uma relação cliente/fornecedor dentro de cada etapa do processo produtivo, em que a tarefa de cada fornecedor é satisfazer plenamente o cliente (embora ambos possam estar na mesma empresa). Da somatória das etapas adaptadas à nova filosofia nasce um produto de qualidade, cuja documentação é reconhecida no mundo todo. Para empresas de países subdesenvolvidos, significa a prova de competência para disputar mercados no exterior.

componentes diferentes após o descarte seja melhorada, por exemplo, facilitando a reciclagem.

Nesse sentido, é notória a mudança ocorrida com as embalagens de refrigerantes de plástico (PET). Inicialmente as garrafas tinham uma base colada ao corpo, feita de polietileno de alta densidade. O projeto foi modificado de modo que atualmente quase só há garrafas de uma peça, tornando melhor não só a produtividade da reciclagem como a qualidade do produto reciclado. A adoção do material das tampas (normalmente polipropileno), dos rótulos (por exemplo, papel ou polietileno de baixa densidade) e de vedantes (que podem ser constituídos a base de EVA – etileno vinil acetato –) das garrafas também têm por preocupação a reciclagem. Nela, a garrafa (com todos os seus constituintes) é moída e depois lavada. No tanque de lavagem, as tampas, os rótulos e os vedantes moídos tendem a flutuar, enquanto o PET moído, afundar, o que facilita a separação e a qualidade do produto final.

O Brasil participou das discussões sobre a ISO 14000, principalmente por meio da Associação Brasileira de Normas Técnicas, e chegou a sediar uma das reuniões do comitê que elaborou a norma. Em dezembro de 2002, o Brasil tinha cerca de 900 empresas com certificados ISO 14001, o que garantia a adaptação do Sistema de Gestão Ambiental de cada uma à filosofia da nova normalização. Esse número é o 15º maior do mundo, superior aos de Noruega, Austrália, México, Argentina, Portugal e Rússia, porém inferior aos de Inglaterra, Alemanha, França, Itália, Estados Unidos, China e Japão [39].

A legislação brasileira que regulamenta atividades potencialmente danosas para o meio ambiente apresentou-se escassa até a década de 1980. Desde a edição do Código Penal Brasileiro, em 1940, existiam somente legislações específicas para regulamentar as atividades nucleares, extrativas (mineral e vegetal), agrícolas, de caça, de pesca e de uso da água. A Lei 6.938, de 1981, inaugura a Política Nacional do Meio Ambiente, que tem como grandes avanços a responsabilização de agentes

poluidores por meio de multas e a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).⁷ Em 1985 a Lei 7.347 prevê a Ação Civil Pública, de competência do Ministério Público, para ocorrências no setor. Mais um exemplo de atuação esparsa da legislação ambiental foi o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores, de 1986, que obriga a instalação, nos carros fabricados a partir do início da vigência da lei, de conversores catalíticos no escapamento de automóveis (equipamentos que diminuem a emissão de gases poluentes por veículos automotivos). Nesse mesmo ano, institui-se a obrigatoriedade, para uma série de atividades potencialmente impactantes (ferrovias, portos, oleodutos, aeroportos, aterros sanitários, extração de petróleo, distritos industriais, etc.), da realização prévia de Estudos de Impacto Ambiental.

A Constituição Brasileira de 1988 é considerada uma das mais modernas do mundo para o meio ambiente, ao abordar um capítulo especial (Capítulo VI) para o assunto, incluindo, entre os direitos do cidadão e da sociedade, o meio ambiente ecologicamente equilibrado. A incumbência da preservação, da fiscalização e do policiamento cabe ao Poder Público, bem como a definição de espaços territoriais que demandem proteção especial e promoção da educação ambiental [40].

O licenciamento ambiental é um dos principais aspectos da legislação ambiental brasileira, na medida em que estabelece regras para o projeto, a instalação e a operação de uma dada empresa que vai poluir o ambiente ou utilizar recursos naturais. O licenciamento consiste na autorização condicionada e com prazo, sendo que prevê que o projeto do empreendimento seja público e que a autoridade competente possa exigir o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), mesmo se a atividade em questão não constar na lista já mencionada.

⁷ O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) tem a função de dar assistência à Presidência da República na formulação de diretrizes nacionais para o setor e é composto por 71 membros, dentre eles o Ministro do Meio Ambiente e representantes do ramo dos governos estaduais e membros de organizações não-governamentais.

Em 30 de março de 1998 foi aprovada a Lei 9.605, de Crimes Ambientais, que estabelece pesadas multas, prestação de serviços à comunidade e até prisão de infratores, seja por crimes culposos (sem intenção, como negligência) ou dolosos (com intenção). Por essa lei, pessoas físicas e jurídicas são igualmente responsáveis e cada cidadão pode ser fiscal da natureza, podendo apresentar ao Ministério Público denúncia de violação da legislação. A lei, de iniciativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), teve a tramitação no parlamento brasileiro iniciada em 1991, tem, ainda, a vantagem de agregar temas espalhados pela legislação brasileira [41]. Se antes de 1998 a legislação ambiental já estava pautada no princípio do poluidor/pagador (aquele que produz a poluição ou o poluente é o responsável direto por sua minimização, tratamento ou indenização), após a Lei de Crimes Ambientais esse princípio foi reforçado com a pena máxima de privação de liberdade.

Como a reciclagem de materiais trata-se de uma atividade industrial, um dos instrumentos legais mais eficazes para seu incentivo ou desestímulo é a tributação. Os recicladores encaram como sendo injusto tratar a reciclagem como um novo processo industrial, pois é a continuação do processo anterior, em que vários impostos já foram pagos. Reclamam, inclusive, um instrumento de crédito ou substituição tributária, na forma de imposto presumido, por estar contribuindo com a sustentabilidade de toda a indústria nacional.

Por um decreto de outubro de 2002, a Presidência da República isentou completamente o plástico reciclado da necessidade de pagamento do Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI, de esfera federal), assim como das aparas, dos resíduos e das sobras de plásticos (para o PET, a alíquota baixou de 15% para 10%). Pouco tempo após a isenção, o governo federal voltou atrás e novamente taxou a matéria-prima para a indústria da reciclagem de plásticos: 15% para o PET e 5% para as demais resinas. Porém, criou um mecanismo de

ressarcimento quando da venda de produtos fabricados com o resíduo plástico comprado com imposto [42].

Embora impostos estaduais não incidam nas sucatas, o principal entrave é o Imposto Estadual sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), cuja alíquota sobre os materiais reciclados varia de 7% a 18% na maior parte do País, à exceção de São Paulo e Tocantins, que isentaram a sucata de plásticos do pagamento de imposto. Outro imposto que dificulta o pleno desenvolvimento da indústria da reciclagem é o Imposto sobre Serviços (ISS, de esfera municipal), de recolhimento obrigatório para trabalhadores autônomos membros de associações e cooperativas de catadores [5, 43-44].

Além das legislações de incentivo tributário à indústria de reciclagem e das normalizações ambientais, no âmbito internacional as legislações têm se tornado mais severas e específicas para as questões relacionadas ao meio ambiente. O planeta tem tido relatos, às vezes alarmantes, sobre acidentes com derramamento de petróleo, derrubadas de árvore, áreas desertificadas pela perda de nutrientes do solo e sobre poluição de um modo geral, seja do ar, das águas, do solo, etc. A escassez de recursos naturais chama cada vez mais atenção, sendo dado destaque, ultimamente, para a questão do petróleo e da água. Em termos de resíduos sólidos, destacam-se algumas legislações específicas e relativamente severas sobre coleta e descarte seletivos. Iniciativas como calendário de coleta com dias específicos para cada material, bem como multas para infratores ou obrigatoriedade de o cidadão levar determinado tipo de resíduo a um ponto de coleta seletiva são cada vez mais comuns em países desenvolvidos. Dessa maneira, é retirado do consumidor o papel de vítima do processo, fazendo com que ele se sinta responsável pelo resíduo, o que o obriga a repensar suas atitudes desde a hora da compra até o descarte.

















O Brasil, até o momento, não possui uma legislação que estabeleça uma política nacional de resíduos. O projeto que desde maio de 2001 vinha sendo elaborado pela Câmara Federal, mais especificamente por uma Comissão Especial de Resíduos Sólidos, para propor diretrizes e normas para o gerenciamento dos diferentes tipos de resíduos sólidos, foi retirado para ser substituído, a partir da Conferência Nacional das Cidades (organizada pelo governo federal em outubro de 2003), por um projeto que unifique todas as políticas de saneamento ambiental para o País. Com a instituição de uma política nacional, os resíduos deverão ser tratados de forma sistêmica e em consonância com as políticas nacionais de meio ambiente, de recursos hídricos, de saneamento básico, urbana, de educação, de ação social e de saúde pública.













Espera-se que a preservação dos recursos naturais seja um princípio que norteie essa futura política, com incentivo à redução da geração dos resíduos, assegurando que os resíduos sejam adequadamente tratados e estabelecendo compromissos com metas de reciclagem e de reutilização para manter os materiais no ciclo o maior tempo possível.












Referências bibliográficas



- [1] DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos. *Revista de Administração da UFPA*, v. 35, n. 3, p. 88-93, 1995.
- [2] ALMANAQUE ABRIL 2001 – Mundo. São Paulo, Editora Abril, 2001.
- [3] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Atlas do Brasil*. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 3 mai. 2002.
- [4] GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. *Reciclando materiais, reciclando valores*. São Paulo: Publicações Polis – Instituto Polis, 1998. 104 p.
- [5] CEMPRES – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. *Revista de Administração da UFPA*, n. 54, 4 p., nov./dez. 2000.
- [6] CHEHEBE, J. R. B. *Manual de ferramentas gerenciais da ISO 14000*. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 1998.
- [7] MOURAD, A. L.; GARCIA, E. E.; VILHENA, A. (Coord.). *Manual de ferramentas gerenciais da ISO 14000*. CEMPRES e CETEA-ITAL. Campinas, 2002.
- [8] COHEN, M. (Ed.). *Manual de ferramentas gerenciais da ISO 14000* sua evolução, prática e perspectivas. v. 1 e 2. 3. ed. Trad. J. R. G. da Silva. São Carlos: Gráfica da UFSCar, 1989.
- [9] SILVA, J. R. G. Reciclagem e substituição de materiais. *Revista de Administração da UFPA*, 48, n. 407, p. 427-432, jul. 1992.












[10] CMNAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO.            . 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.





[11] SILVA, S. R. M.  as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável  2000. 260 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

[12] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.            . Rio de Janeiro, 1992. 45 p.















[13] MANCINI, P. J. P.            . 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

[14] DIAS, R. O bom negócio dos resíduos sólidos   Ano XI, n. 20, p. 38-41, 2001.

[15] CEMPRES – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM.            . Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 30 nov. 2003.

[16] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE.    

- [20] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro, 1987. 25 p.
- [21] BIANCHI, O. et al. Índices de geração de resíduos poliméricos no município de Caxias do Sul através da caracterização física e composição gravimétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 7. 2003, Belo Horizonte, MG. CD-ROM, 2003
- [22] WIEBECK, H.; PIVA, A. M. São Paulo: Instituto do PVC, 1999. 98 p.
- [23] EHRIG, R. J. products and processes. Nova Iorque: Hanser Publishers, 1992. 289 p.
- [24] MANRICH, S.; FRATTINI, G.; ROSALINI, A. C. Uma ferramenta para reciclagem. São Carlos, SP: Editora da UFSCar, 1997. 47 p.
- [25] MANO, E. B.; MENDES, I. C. São Paulo: Ed. Edgarg Blucher, 2000. 224 p.
- [26] OLIVEIRA, S. et al. Caracterização física dos resíduos domésticos da cidade de Botucatu/SP. , Rio de Janeiro, v. 4, n. 3 e 4, p. 113-116, 1999.
- [27] MANCINI, S. D. 1996. 191 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- [28] VILHENA, A. T.; BONELLI, C. M. C. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. São Paulo, 1996. 36 p.
- [29] MANO, E. B. Aspectos históricos de ciência e tecnologia de polímeros no Brasil. , São Carlos, SP, ano VIII, n. 4, p. 6-9, out./dez. 1998.

- [30] PACHECO, E. B. A. V.; HEMAIS, C. A. Panorama sobre a reciclagem de plásticos no Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 2000, São Paulo. ... CD-ROM. São Paulo, SP: Cetesb, 2000.
- [31] PRETTE, L. D.; ZANIN, M. Evolução da participação da comunidade científica brasileira na pesquisa sobre reciclagem de materiais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 15. Natal, RN, 2002.  CD-ROM. Natal, RN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.
- [32] CEMPRES – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM.  São Paulo, 1996.
- [33] RENTABILIDADE que vem do garimpo urbano.  . 27/4/2002. TV Globo. Disponível em: <http://www.globo.com/jornal_nacional>. Acesso em: 7 maio 2002.
- [34] ESCOBAR, H. Reciclagem de garrafas vira bom negócio. . 17 dez. 2000. Geral, p. A-23.
- [35] CEMPRES – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM.  . 71, 4 p., set./out., 2003.
- [36] PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO  Disponível em: <<http://www.sampaonline.com.br/especiais/reciclagem>>. Acesso em: out. 2003.
- [37] US\$ 500 MILHÕES são jogados no lixo por ano.   São Paulo, 27 ago. 1995. Economia, p. B-14.
- [38] CALDERONI, S.  3. ed. São Paulo: Editora Humanitas, 1999. 346 p.
- [39] ECOLOGY SIMPHONY.  Disponível em: <<http://ecology.or.jp/isoworld/english/analy14k.htm>>. Acesso em: 7 jul. 2003.
- [40] BRASIL. Constituição (1988).  Brasília, DF: Senado, 1988.

- [41] NEGREIROS, S. Os meandros da nova lei: entrevista com o consultor em direito ambiental Édís Milaré. *Revista de Direito Ambiental*, no VIII, n. 50, p. 42-47, 1998.
- [42] PENDENGA do IPI Continua em Pauta. *Revista de Direito Ambiental*, n. 342, abr. de 2003.
- [43] CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. *Revista de Direito Ambiental*, n. 53, 4 p., set./out. 2000.
- [44] CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. *Revista de Direito Ambiental*, n. 55, 4 p., jan./fev. 2001.