



**SECRETARIA  
DE ESTADO  
DE EDUCAÇÃO**

**CURSO FORMAÇÃO CONTINUADA  
CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E SUAS  
TECNOLOGIAS**

**Química e o Meio Ambiente**



**RECICLAGEM DE LIXO E QUÍMICA VERDE**

**PAPEL**

**VIDRO**

**PET**

**METAL**

**ORGÂNICO**

Julho a Outubro / 2005

**EQUIPE**

**Prof<sup>a</sup>. Adelina M. do Nascimento**

EEES Roberto Burle Marx

**Prof<sup>a</sup>. Ana Paula de Carvalho Silveira**

CE-Dom Hélder Câmara

**Prof<sup>a</sup>. Karla da Costa**

CE- Alina de Brito

**Prof<sup>a</sup>. Lúcia Aline S.R. Riehl**

CE- Brigadeiro Schorcht

**Prof<sup>a</sup>. Zilma A.M. Santos**

CE-Gomes Freire de Andrade

**ORIENTADORES**

Dr. João Massena Melo Filho (IQ-UFRJ)

Dra. Marta Eloísa Medeiros (IQ-UFRJ)

Dra. Nadja Paraense dos Santos (IQ-UFRJ)

Dr. Sérgio de Paula Machado (IQ-UFRJ)

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>3</b>
<b>1- APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2- INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>3- OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>4- LIXO E SUA CLASSIFICAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>5- SOLUÇÕES PARA A PROBLEMÁTICA DO LIXO .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>6- RECICLAGEM .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>7- OS MATERIAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>7.1 – PLÁSTICO .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>7.2- PAPEL.....</b>	<b>23</b>
<b>7.3- ALUMÍNIO.....</b>	<b>24</b>
<b>7.4- VIDRO .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>7.5- RESÍDUOS ORGÂNICOS E COMPOSTAGEM.....</b>	<b>50</b>
<b>8- VIABILIDADE ECONOMICA DA RECICLAGEM .....</b>	<b>53</b>
<b>9- BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM.....</b>	<b>54</b>
<b>10 - QUÍMICA VERDE .....</b>	<b>55</b>
<b>11 -APLICAÇÃO PRÁTICA DO TRABALHO .....</b>	<b>59</b>
<b>12 -RESULTADOS.....</b>	<b>65</b>
<b>13- SUGESTÕES DE ATIVIDADES COMPLEMENTARES.....</b>	<b>66</b>
<b>14 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>67</b>
<b>15- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>69</b>

## 1- APRESENTAÇÃO

A educação exerce um papel fundamental na preparação do educando a “aprender a aprender” a respeitar a vida, o homem, a natureza; a “aprender a ser” humano, ético, sensível às necessidades; a “aprender a conviver” com as diversidades do mundo; e “aprender a viver” em harmonia consigo e com o outro. Para isto, é necessário fazer da sala de aula um espaço de discussão e reflexão criando condições para uma compreensão crítica sobre a realidade da vida.

A relação entre o ensino da química e a formação do cidadão caracteriza uma importância fundamental que é assegurar ao indivíduo o exercício consciente da cidadania, e para isso, é preciso apontar e levantar questões que envolvam aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, preparando-o para participar ativamente numa sociedade democrática.

Nesse sentido, os educadores evidenciam a necessidade do aluno adquirir um conhecimento mínimo de química para poder participar com maior fundamentação na sociedade atual. Porém, é importante efetivar um diálogo interdisciplinar, principalmente no campo sócio-ambiental, no qual as idéias e o saber estão presentes em todos os campos do conhecimento.

O trabalho consta de um desenvolvimento teórico sobre o tema reciclagem para suporte didático seguido de uma atividade prática com alunos do Colégio Estadual Brigadeiro Schorcht, escolhido de comum acordo entre as integrantes do grupo.

## 2- INTRODUÇÃO

O ser humano, ao longo do tempo, desenvolveu a capacidade de criar instrumentos, objetos e técnicas para melhorar sua qualidade de vida e adaptar-se às características do meio natural, permitindo o desfrute de melhores condições.

Seguindo esta conduta e considerando os atuais modelos de desenvolvimento as pessoas chegaram a um consumo exacerbado. Aliando-se ainda a atividade industrial, e tendo como consequência a geração de resíduos que transcendem a capacidade de adaptação ao meio ambiente.

Todo esse impacto ambiental tem sido acentuado pela desenfreada explosão demográfica causando, sem dúvida, a destruição de todos os sistemas de sustentação da vida na Terra.

A degradação ambiental torna-se tão evidente que a preocupação com o planeta é de cunho mundial, exigindo dos governos, da sociedade científica e da sociedade civil, tomada de posição e o desenvolvimento de ações que venham contribuir para minimizar os problemas e garantir a sustentabilidade dos ecossistemas.

É neste ponto que a educação entra com a sua contribuição, sensibilizando as diferentes gerações sobre a realidade e possibilitando a oportunidade de mudança de atitudes, hábitos e valores.

O tema Reciclagem e Química Verde foram escolhidos como objetos de estudo neste trabalho, pois acredita-se que este seja o motivo para reduzir e amenizar o impacto ambiental e aumentar a qualidade de vida no planeta, no presente e, principalmente, no futuro.

### 3– OBJETIVO

Este trabalho tem como principal finalidade contribuir como ferramenta para os professores e alunos, baseado na transversalidade prescrita nos PCN's, desenvolvendo o tema meio ambiente em sua sala de aula associando-o à química em diversos tópicos do conteúdo. Além disso, visa favorecer uma postura reflexiva, de conscientização, despertando um interesse para uma análise e síntese da leitura realizada do mundo.

Considerando que a escola tem também um papel social aliado a educação, este trabalho tem ainda o propósito de alertar os alunos dos impactos que suas ações cotidianas podem gerar e neste caso em especial estimular a adoção de novos valores e atitudes em relação ao lixo, à coleta seletiva e à reciclagem de materiais.

### 4- LIXO E SUA CLASSIFICAÇÃO

A cultura que se tem de longa data é a de que se algo não serve mais, deve ser jogado fora, como ilustra a figura 1, gerando-se então uma quantidade enorme de coisas aparentemente inúteis, que nos acostumamos a chamar de “lixo”. Mas o que diz a literatura sobre lixo?

*“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.*(Norma NBR 10004)

*“Lixo é tudo aquilo que não se quer mais e se joga fora; coisas inúteis, velhas e sem valor”.* (Dicionário Aurélio)



Figura 1

O lixo tem uma composição química diversificada, que é definido pelas características de onde é produzido, podendo ser classificado como:

- ☞ **Orgânico** – Quando resultante de resto de ser vivo animal ou vegetal. É gerado pelas atividades humanas e é facilmente decomposto pela natureza.
- ☞ **Inorgânico** – Quando resultante de material sem vida. Constituído por vidros, plásticos, papeis, metais, restos de tecidos. Pode ser gerado pelo homem ou pela indústria e é de difícil decomposição.

Quanto a sua origem o lixo pode ter a seguinte classificação:

- ☞ **Domiciliar** - constituído por restos alimentares, embalagens em geral, papel higiênico, fralda descartável e demais rejeitos.
- ☞ **Comercial** – constituído por restos alimentares, embalagens em geral e papéis.
- ☞ **Industrial** – constituído por rejeitos sólidos e líquidos de composição variada dependendo dos materiais e processos usados.
- ☞ **Agrícola** – constituído por resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração e restos de colheita.

☞ **Entulho** – constituído por resíduos da construção civil: demolição e restos de obras, solos de escavação, etc.

☞ **Hospitalar** – este é um tipo especial de lixo, contendo agulhas, seringas, curativos, o chamado lixo patogênico, o que produz inúmeras doenças.

Segundo dados do IBGE de 2001, a quantidade de lixo coletado diariamente no Brasil é de 228.413 toneladas, o que representa 1,25kg por habitante. A pesquisa ainda mostra que o lixo produzido nas residências brasileiras é coletado (85%) diretamente do domicílio pelos órgãos de limpeza urbana ; os despejados em caçambas, tanques ou depósitos (9%) são coletados indiretamente e, os jogados nas ruas, terrenos baldios, etc (3%) são queimados ou enterrados.

Na realidade de tudo isto que se chama lixo, mais de 50% pode ser reutilizado ou reciclado. O lixo é caro, pois gasta energia, leva tempo para decompor, conforme pode ser observado na tabela 1, e demanda muito espaço.

**Tempo de decomposição dos materiais**

<b>Material</b>	<b>Tempo de decomposição</b>
Papel	De 3 a 6 meses
Pano	De 6 meses a um ano
Filtro de cigarro	5 anos
Goma de mascar	5 anos
Madeira pintada	13 anos
Nylon	Mais de 30 anos
Plástico	Mais de 100 anos
Metal	Mais de 100 anos
Borracha	Tempo indeterminado
Vidro	1 milhão de anos

Tabela 1

## 5-SOLUÇÕES PARA A PROBLEMÁTICA DO LIXO

É necessário que a sociedade se conscientize do problema que a grande produção de lixo pode trazer ao meio ambiente e começar a fazer a sua parte, pois, afinal, todos produzem lixo.

### 5.1 – COLETA SELETIVA

O primeiro passo é a separação do lixo, de preferência na sua origem, a fim de que se possa dar-lhe um destino sem impacto ao meio ambiente e à saúde. Esta separação é feita de acordo com as características de cada material e descartada em vasilhames com cores específicas para cada tipo. Tanto a figura 2 quanto a tabela 2 podem ilustrar isso.



Figura 2

## **Código de Cores para os Diferentes Tipos de Materiais**

**Resolução CONAMA N° 275 de 25 de abril 2001**

AZUL

papel/papelão

VERMELHO

plástico

VERDE

vidro

AMARELO

metal

PRETO

madeira

LARANJA

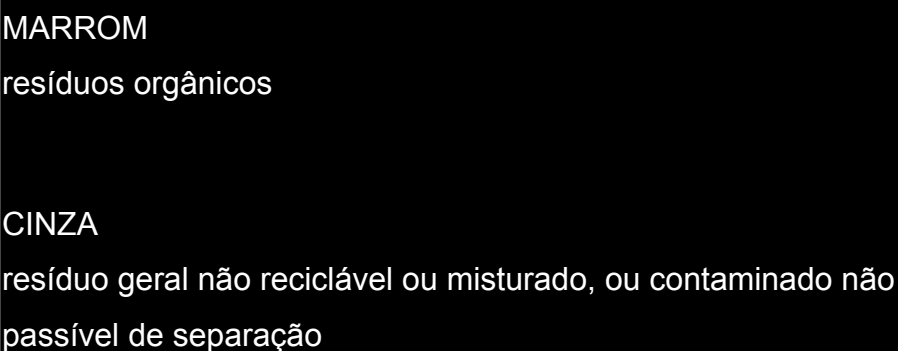
resíduos perigosos

BRANCO

resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde

ROXO

resíduos radioativos



MARROM
resíduos orgânicos
CINZA
resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

Tabela 2

Para que o procedimento de coleta seletiva seja eficiente, ela deve ser implementada pelo poder público, de forma articulada e integrada com a sociedade e o setor produtivo.

Desde 04 de fevereiro de 2002 a Comlurb iniciou oficialmente o programa de coleta seletiva de lixo na cidade do Rio de Janeiro em cumprimento ao estabelecido na Lei Municipal de Limpeza Urbana, nº 3273, de 06 de setembro de 2001.

## 5.2 – A POLÍTICA DOS 3R's

O crescimento acelerado das cidades e a mudança de hábitos das pessoas, ligados a um consumo exagerado deram origem a fatores que vêm gerando um lixo diferente em qualidade, quantidade e composição. Segundo dados da UNICEF de 1995, cada pessoa gera, durante toda a vida, uma média de 25 toneladas de lixo.

Os paradigmas atuais devem ser revistos e a direção ser na busca de um melhor gerenciamento do lixo, o que inclui a sua formação, descarte e reaproveitamento.

Segundo dados da Comlurb, mostrados na tabela 3, no município do Rio de Janeiro, o lixo recolhido de 1998 a 2003 tem os seguintes números:

<b>Ano</b>	<b>Tonelada</b>
1998	2.794.329
1999	3.095.503
2000	2.971.932
2001	2.978.487
2002	3.238.376
2003	3.134.682

Tabela 3

A solução pode estar sintetizada na prática e divulgação dos 3R's, mostrados na figura 3:

- ☞ Reduzir
- ☞ Reutilizar
- ☞ Reciclar

Em adição a estes 3R's podem ainda ser considerados:

- ☞ Recuperar
- ☞ Repensar

## A Fórmula dos R's

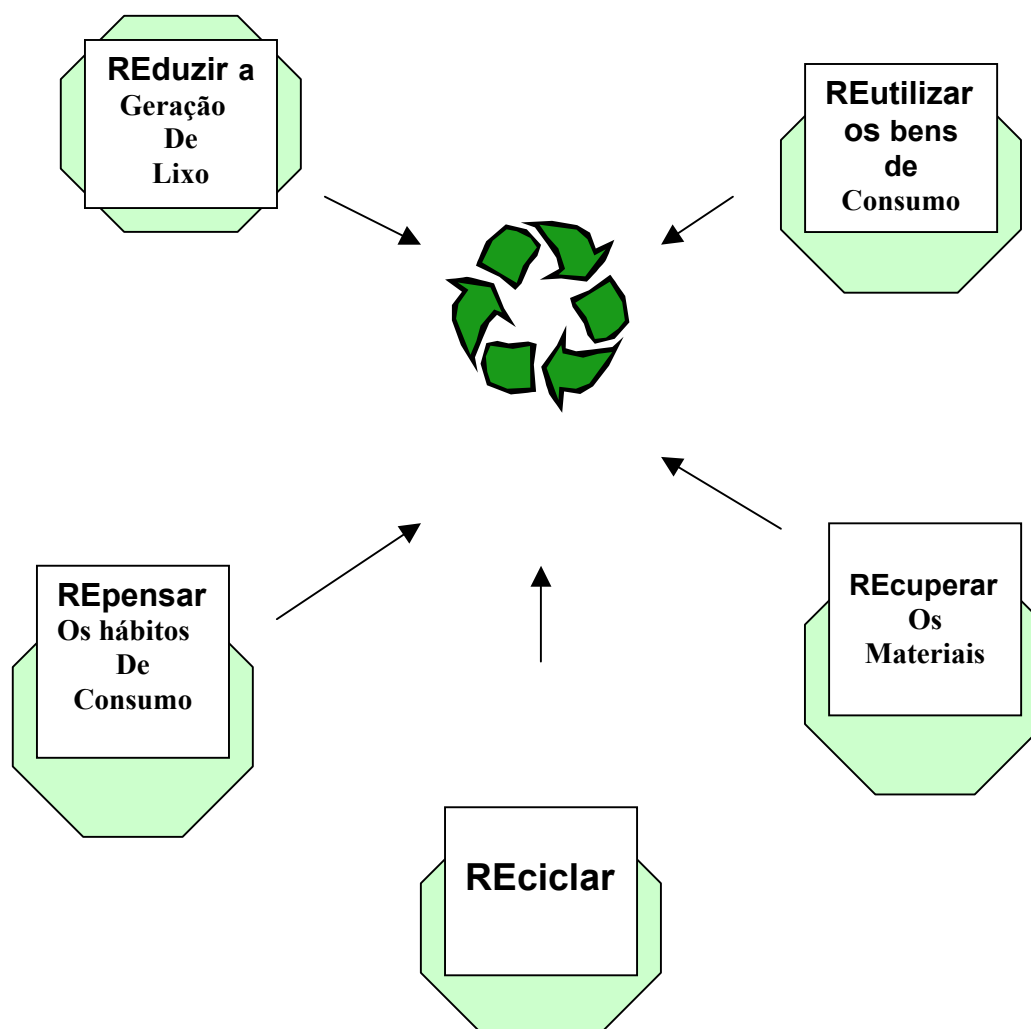


Figura 3

**Reduzir** – A redução do lixo está diretamente ligada ao consumo. O que é bastante estimulado pelo modelo de vida diariamente divulgado pela mídia. Deve-se então mudar o hábito para obter somente o que é necessário ou produtos reutilizáveis e mais duráveis.

**Repensar** – É necessário rever os hábitos de consumo e as indústrias os seus processos produtivos.

**Recuperar** – Recuperar os materiais. As usinas de compostagem são unidades recuperadoras de matéria orgânica. Os catadores recuperam as sucatas, antes delas virarem lixo.

**Reutilizar** - A conexão aqui está com o desperdício. Deve-se, portanto, reaproveitar tudo o que é possível, passar para outras pessoas o que não mais lhe serve e usar embalagens retornáveis. Um bom emprego é o artesanato com PET, vidro, papel, etc, a reutilização do sacos plásticos de supermercados como sacos de lixo; o uso de embalagens de vidro ou plásticos como potes para usos diversos do lar.

**Reciclar** – O processo já existe desde o início do século passado, com o crescimento da indústria gráfica, o papel foi o primeiro material a ser reciclado. O vocábulo reciclagem, entretanto, surgiu na década de 1970, quando as preocupações ambientais tomaram-se maiores, especialmente após o primeiro choque do petróleo.

## **6 – RECICLAGEM**

Reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os detritos e reutilizá-los no ciclo de produção de que saíram. É o resultado de uma série de atividades, pelas quais os 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.

Uma outra forma de aproveitar os resíduos é a reutilização, que consiste em usar novamente o mesmo objeto ou produto conservando as funcionalidades operacionais.

A reciclagem, na maioria dos casos, só é possível industrialmente, mas a reutilização pode ser feita de maneira artesanal, quando, por exemplo, transformam-se garrafas de PET em sofás ou vassouras.

A reciclagem é encarada como uma forma de solução para a diminuição de lixo trazendo significativos ganhos ambientais, pois permite a economia de energia em até 95%, como é o caso do alumínio, de água, em aproximadamente 50% e reduz a extração de matérias-primas.

O Brasil hoje é referência mundial em reciclagem, considerando que não existe uma lei de obrigatoriedade para a prática. Os índices de reciclagem no Brasil são mostrados no gráfico 1.

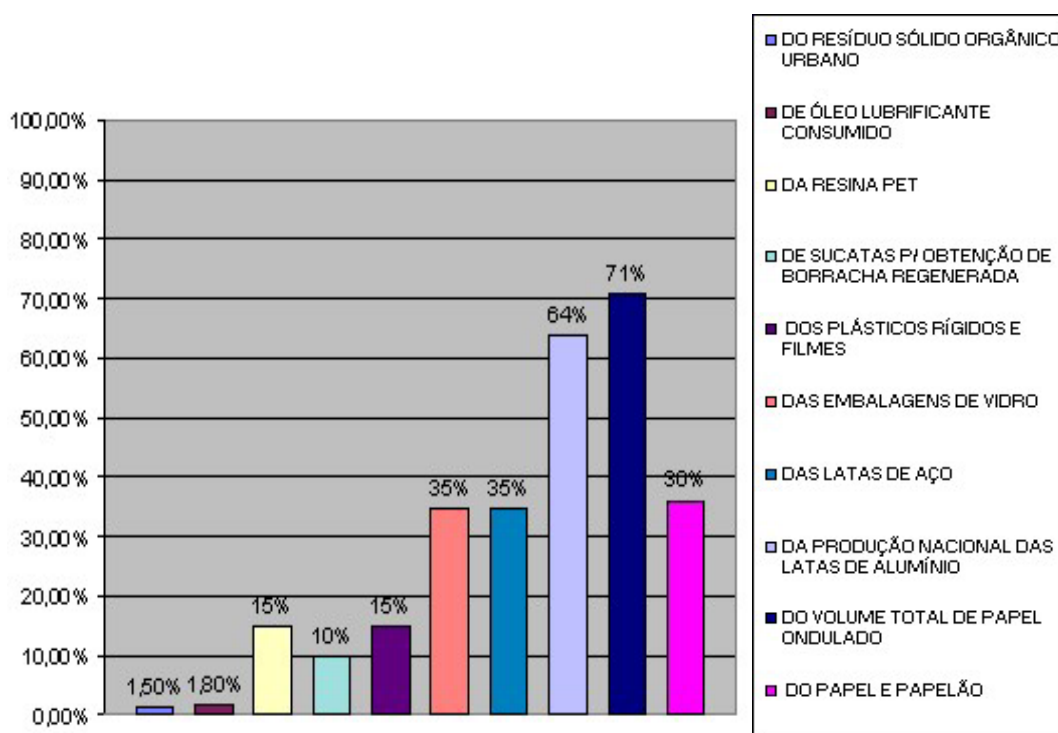


Gráfico 1 Fonte: [www.comlurb.gov.br](http://www.comlurb.gov.br) em setembro de 2001

Segundo o CEMPRES (Compromisso Empresarial para Reciclagem), os números são os seguintes:

- ☞ alumínio - 96,7% da sua produção;
- ☞ papel ondulado – 77,3%;
- ☞ vidro – 44%
- ☞ PET – 48%

A reciclagem necessita da disposição de resíduos de origem homogênea, que facilitem seu tratamento. Para isso, é preciso classificar os resíduos antes de processá-los. A seleção dos materiais pode começar no lugar do despejo dos resíduos, tanto de caráter industrial como doméstico. O percentual desses materiais encontrados no lixo são mostrados no gráfico 2.

Dessa forma, já é possível encontrar nas cidades recipientes para a coleta seletiva de vários resíduos como latas, papel, plásticos, vidro, entre outros. Já no âmbito industrial, as normas obrigam a coleta rígida em separado de produtos que são poluentes, como os óleos dos veículos e das máquinas.

#### Distribuição da composição de lixo no Brasil

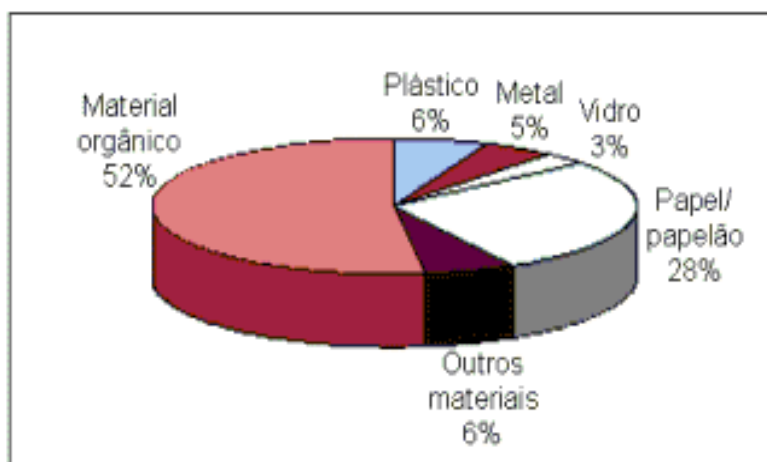


Gráfico 2 Fonte: site da Editora Moderna

A água usada proveniente de indústrias e de núcleos urbanos acumula grande quantidade de todo tipo de resíduos, que são nocivos à vida dos rios e mares. Para evitar a deterioração desse bem precioso, deve-se realizar sua purificação, a fim de eliminar os agentes poluentes.

Por enquanto, infelizmente, não são todos tipos de materiais fabricados pelo homem que podem ser reciclados. Isto por que não apresentam condições favoráveis, como a existência de mercado local ou viabilidade técnica.

A viabilidade técnica para a reciclagem de muitos resíduos ainda não é possível porque estes são feitos com vários tipos de materiais ao mesmo tempo. Alguns produtos, por exemplo, apresentam embalagens sofisticadas para ser um atrativo de venda, que não é possível retirar rótulos ou separar partes destas embalagens. Mas se houver uma mudança de pensamento e de atitudes em relação aos resíduos por parte da população, pode-se optar por outros produtos ao invés destes. Além disso, se a coleta seletiva for mais bem realizada e divulgada, talvez as empresas tenham um maior empenho em vender produtos com embalagens recicláveis, pois irão se beneficiar economicamente por competir melhor com as que já adotam esta atitude e por poder ter uma fonte garantida de matéria-prima.

### Símbolos usados na reciclagem



Figura 4

## 7 – OS MATERIAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS

### 7.1 PLÁSTICO

A origem da palavra plástico vem do grego plastikós, que significa adequado à moldagem.

Os plásticos são produzidos através de um processo químico conhecido como polimerização, a união química de monômeros, moléculas pequenas, que formam moléculas de grande cadeia ou macromoléculas, chamadas polímeros (do grego **poly**=muitos e **meros**=partes).

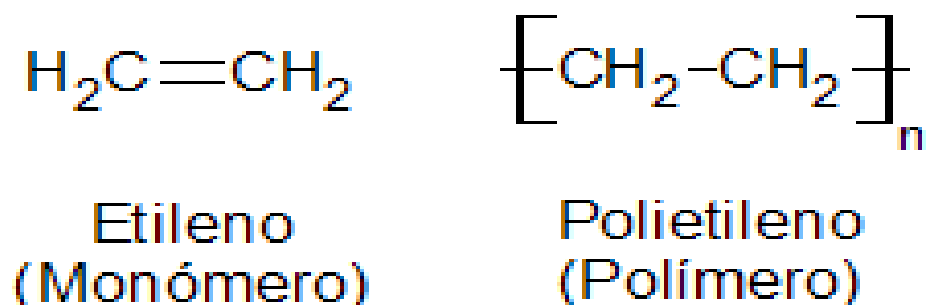
Os polímeros podem ser naturais como celulose, algodão, látex, proteínas, ou sintéticos como os plásticos, que são obtidos por reações químicas.

A matéria-prima do plástico é o petróleo, que é formado por uma mistura de substâncias orgânicas com pontos de ebulição diferentes.

Estas substâncias, chamadas derivados do petróleo, são separadas através do processo de destilação fracionada. A fração nafta é conduzida para as centrais petroquímicas, onde passa por processamentos dando origem a monômeros como, por exemplo, o eteno ou etileno. Apenas 4% do petróleo extraído é suficiente para atender a produção de plásticos.

Estes monômeros apresentam obrigatoriamente pelo menos uma dupla ligação entre átomos de carbono.

No processo de polimerização a dupla ligação se rompe, formando ligações simples, como mostra o exemplo abaixo, que produz o polietileno.



As estruturas químicas e a massa molar do polímero determinam suas propriedades físico-químicas. Propriedades como resistência à chama,

cristalinidade, estabilidade térmica, resistência à ação química e propriedades mecânicas, determinam a utilidade do polímero.

Os plásticos são utilizados em quase todos os setores da economia, tais como: construção civil, agrícola, têxtil, lazer, telecomunicações, eletroeletrônicos, automobilístico, médico-hospitalar e distribuição de energia.

## Impactos ao meio ambiente

O grande problema é a sua resistência à biodegradação, devido principalmente a sua natureza química. São resistentes à radiações, calor, ar e água, permanecendo no meio ambiente e conservando suas propriedades físicas. Estima-se que seriam necessários de 100 a 150 anos para que estes polímeros fossem degradados na natureza. A composição percentual de plásticos presentes no sólido urbano do lixão é mostrada no gráfico 3.

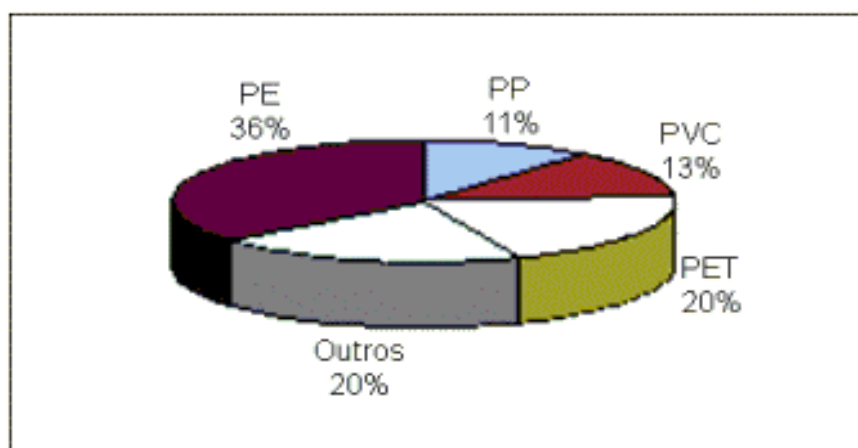


Gráfico 3 Fonte: site da Editora Moderna

O plástico é muito utilizado em embalagem descartável, representando um volume significativo no lixo, de 15 a 20%. Do total de plásticos produzidos no Brasil, apenas 15% são reciclados. A figura 5 mostra um descarte dessas embalagens.

Quando descartado em lixões, o perigo maior está em sua queima indevida e sem controle. No caso do PVC (policloreto de vinila), por exemplo, haverá liberação de cloro, que pode formar ácido clorídrico, extremamente corrosivo e altamente tóxico.

Quando lançado em aterros, dificultam sua compactação e prejudicam a decomposição dos materiais biologicamente degradáveis, pois criam camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases no interior do aterro. Além disso, essas áreas não poderão ser reaproveitadas posteriormente para construção ou agricultura.



Figura 5

## Possíveis soluções

O mundo dos plásticos hoje toma conta de vários segmentos da indústria em substituição a outros materiais utilizados no passado. Como consequência o número de seus descartes aumenta consideravelmente, sendo necessário encontrar soluções para este problema.

A mais simples é o uso artesanal, ou seja, a reutilização do material, transformando em produtos como poltronas, luminárias, mesas, utensílios de decoração, etc. A mais elaborada, e neste caso, apenas através da indústria, é a reciclagem.

O processo de reciclagem dos diferentes tipos de polímeros (plásticos) tem como primeira etapa a separação, considerando-se, entre outras, as propriedades de densidade, condutividade térmica e temperatura de amolecimento.

Os fabricantes de embalagens plásticas já têm inserido em seu processo a reutilização dos refugos, como peças fora de especificação, aparas e

rebarbas. Estes materiais são transformados em matéria prima e retornam ao processo produtivo, o que minimiza custos.

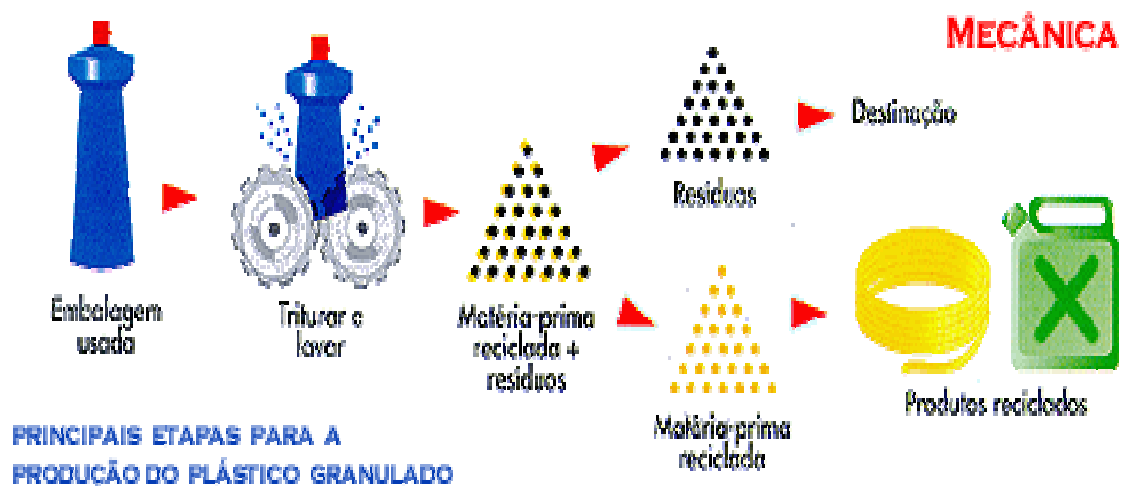
Os plásticos recicláveis são: potes de todos os tipos, sacos de supermercados, embalagens para alimentos, vasilhas, recipientes, artigos domésticos, tubulações e garrafas de PET.

Os não recicláveis são: cabos de panela, botões de rádio, pratos, canetas, bijuterias, espuma, embalagens a vácuo e fraldas descartáveis.

Até as embalagens plásticas de agrotóxicos podem ser recicladas. Segundo o INPEV (Instituto Nacional de Processamento de embalagens Vazias), das 28700 toneladas de embalagens colocadas no mercado (ano base 2003), 95% são passíveis de reciclagem, se corretamente lavadas, os outros 5% devem ser incinerados.

No Brasil, o tipo de reciclagem mais utilizado é a mecânica, como mostra o fluxograma 1, que consiste na conversão dos descartes plásticos pós-industriais ou pós-consumo em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos, como sacos de lixo, solados, pisos, conduítes, mangueiras, componentes de automóveis, fibras, embalagens (com exceção para uso em indústrias alimentícias e farmacêuticas) e muitos outros.

### **Fluxograma de produção do plástico granulado**



Fluxograma 1 Fonte: site Plastivida

O processo de reciclagem compreende basicamente as seguintes fases:

- ☞ **Separação** - Triagem por tipos de plásticos. Nesta etapa também são separados os rótulos, tampas de garrafas, grampos, etc.
- ☞ **Moagem** - Os plásticos são fragmentados em pedaços.
- ☞ **Lavagem** - Lavagem com água para a retirada de contaminantes.
- ☞ **Aglutinação** - O material é compactado e transformado em uma massa plástica.
- ☞ **Revalorização** - A massa plástica vai para uma extrusora, de onde sai sob a forma de um espaguete, que é resfriado e em seguida transformado em grânulos.
- ☞ **Transformação** - Processamento para geração de novos produtos a partir dos materiais revalorizados (grânulos).

### Identificação dos Materiais Utilizados

O símbolo da reciclagem, mostrado na figura 6, com um número ou sigla no fundo do produto, identifica o material (plástico) utilizado (Norma NBR 13230), o que facilita a separação em usinas de reciclagem.:

1. = PET – Polietileno Tereftalato, usado em garrafas de refrigerantes.
2. = PEAD – Polietileno de Alta Densidade, consumido por fabricantes de engradados de bebidas, baldes, tambores, autopeças e outros produtos.
3. = PVC – Policloreto de Vinila, comum em tubos e conexões e garrafas.
4. = PEBD – Polietileno de Baixa Densidade, utilizado na fabricação de embalagens de alimentos; Ex. Sacos de Arroz ou feijão
5. = PP – Polipropileno, que compõe embalagens de massas e biscoitos, potes de margarina, utilidades domésticas, entre outros.
6. = PS – Poliestireno, utilizado na fabricação de eletrodomésticos e copos descartáveis.
7. = outros

### Simbologia dos Materiais

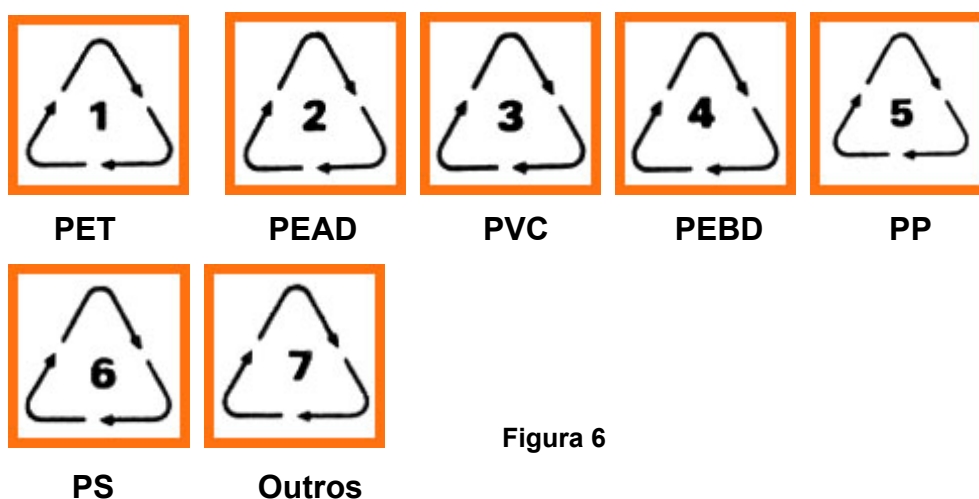


Figura 6

## 7.2– PAPEL



## **Características**

O papel é um dos materiais mais admiráveis e versáteis que conhecemos e é difícil imaginar como seria o nosso dia-a-dia sem ele. Suas propriedades químicas e físicas permitem inúmeras aplicações. Assim, papéis que serão usados para escrita e impressão, como os usados em cadernos e livros, devem ser bem planos e opacos; aqueles usados na produção de jornais não precisam ter grande resistência, pois devem resistir à tração a que são submetidos nas máquinas de impressão. Já os papéis usados em guardanapos, papéis toalha e higiênicos devem ser macios. Por outro lado, os papéis usados caixas e sacos devem apresentar boa resistência, pois não podem romper-se com facilidade. Os fatores que determinam essas propriedades dos papéis estão relacionados, principalmente, à matéria-prima, aos reagentes químicos e aos processos mecânicos empregados em sua produção.



## **O contexto histórico**

O homem utilizou diferentes materiais para registrar sua história. Os primeiros suportes empregados foram as cascas e folhas de algumas plantas, rochas e argila, além de peles e ossos de animais. Placas de madeira e placas de metais como o bronze e o chumbo também foram utilizados para esses registros.

O papiro foi o primeiro vegetal a ser usado para a escrita, aproximadamente 2200 anos antes de Cristo. Foi também amplamente utilizado na Antigüidade por egípcios, fenícios e gregos e, também, por povos da Europa durante a Idade Média. Porém, a carência, associada à dificuldade de importação em função das guerras, levou à procura de novos

materiais para a escrita. Assim, o pergaminho passou a ser utilizado entre os séculos IV e XVI.

O papel começou a ser utilizado na China por volta do ano 105 d.C. Somente no ano de 751 é que o papel começou a ser utilizado no Ocidente. No Brasil, a produção industrial de papel foi introduzida pelos portugueses no ano de 1890.



## **A Composição do papel**

O papel é formado por fibras celulósicas que se entrelaçam umas com as outras, garantindo a sua resistência. Essas fibras são retiradas da madeira. A celulose está presente nas paredes das células da madeira e ela é um polissacarídeo formado pela ligação de milhares de monômeros de glicose, conforme mostra a figura 7, produzidos durante a fotossíntese. Cada célula da madeira é unida por uma substância chamada lignina e é essa substância que dá resistência ao papel.

Quimicamente dizemos que as fibras são formadas pelas interações entre as moléculas de celulose, proporcionadas pelas ligações de hidrogênio entre os grupos hidroxila dos monômeros de glicose, de acordo com a figura 8. São essas mesmas ligações de hidrogênio que permitem a formação de folhas de papel. No Brasil, a produção de celulose e papel utiliza essencialmente espécies de eucalipto, que levam de seis a sete anos para atingir a idade de corte. Para produzir uma tonelada de papel são consumidas cerca de 20 árvores de eucalipto. Algumas espécies de *pinus* também são utilizadas, principalmente na região Sul do país. A produção de celulose baseia-se principalmente em florestas plantadas, embora alguns países asiáticos, a América do Norte e a Europa ainda utilizem florestas nativas.

Aqui no Brasil, as principais áreas de reflorestamento estão localizadas nas regiões Sudeste e Sul.

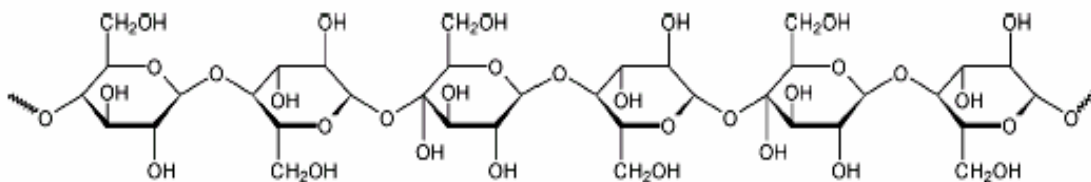


Figura 7- Estrutura de uma cadeia de celulose

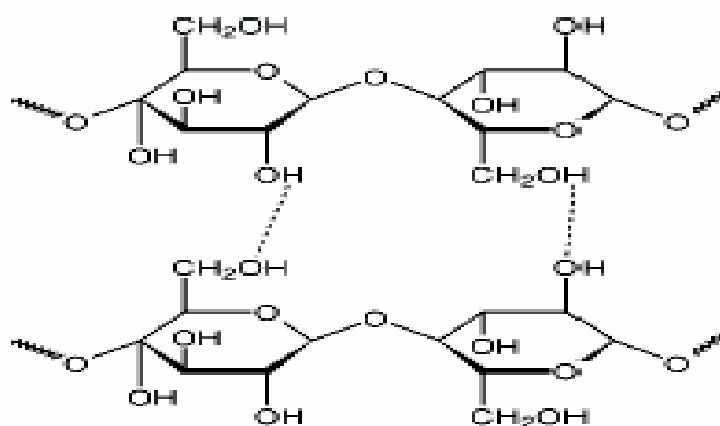


Figura 8- ligações de hidrogênio entre cadeias de celulose



## A Fabricação do papel

A fabricação do papel começa com o corte de árvore das áreas de reflorestamento, para a obtenção da celulose. Após a remoção dos galhos, as toras de madeira são cortadas em tamanhos apropriados e encaminhadas para a fábrica. Lá, a madeira é descascada. As toras descascadas são lavadas e picadas para facilitar o contato com os reagentes químicos que serão utilizados. Já picadas, a madeira está pronta para ir para a polpação.

No processo de polpação acontece a separação das fibras. O processo químico de polpação mais utilizado no Brasil é o processo *kraft*. Na polpação *kraft*, a madeira picada é submetida à reação com uma solução contendo hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na<sub>2</sub>S): o “licor branco”. Isso ocorre dentro de um equipamento chamado de digestor, mantido a altas pressões e temperaturas. Os produtos químicos utilizados reagem com a lignina, fragmentando-a.

Depois desse processo a polpa resultante da polpação tem uma coloração escura. Para se obter uma poupa branca é necessária a remoção do que restou da lignina através de um processo químico de branqueamento.

Nas várias etapas do processo de branqueamento da celulose, podem ser utilizados reagentes químicos como cloro (Cl<sub>2</sub>), dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>), hipoclorito de sódio (NaClO), oxigênio (O<sub>2</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>), dentre outros. Entre uma etapa de branqueamento e outra, a polpa é lavada com grande quantidade de água, para que as substâncias responsáveis pela coloração possam ser removidas.

Quando a polpa finalmente fica branca, passa-se à etapa de formação da folha, que é o produto final das fábricas de celulose. Isto é feito em uma máquina especial, na qual a polpa é continuamente depositada sobre uma tela. Então, a água é removida pela parte de baixo da tela, por vácuo, e em seguida a celulose é seca e enrolada em grandes bobinas.



## **A produção do papel e o meio ambiente**

À produção de celulose e de papel geram alguns problemas ao ambiente. Durante o processo de *kraft* são formados compostos voláteis de enxofre o que causa eliminação de um odor desagradável e intenso.

É no processo de clareamento da polpa que se encontra um dos principais problemas ambientais causados pelas indústrias de celulose. Reagentes como cloro e hipoclorito de sódio reagem com a lignina residual, levando à formação de compostos organoclorados mostrados na figura 9. Esses compostos não são biodegradáveis e acumulam-se nos tecidos vegetais e animais, podendo levar a alterações genéticas. Já têm sido feitas pesquisas no sentido de utilizar reagentes alternativos para o branqueamento, como ozônio e peróxido de hidrogênio.

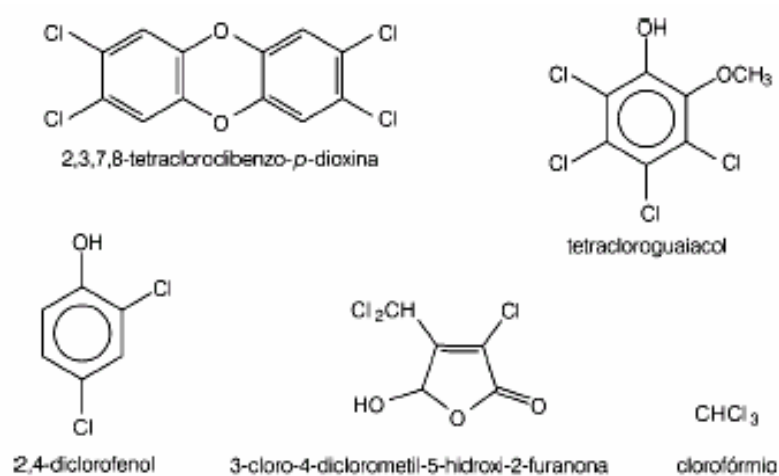


Figura 9- compostos organoclorados

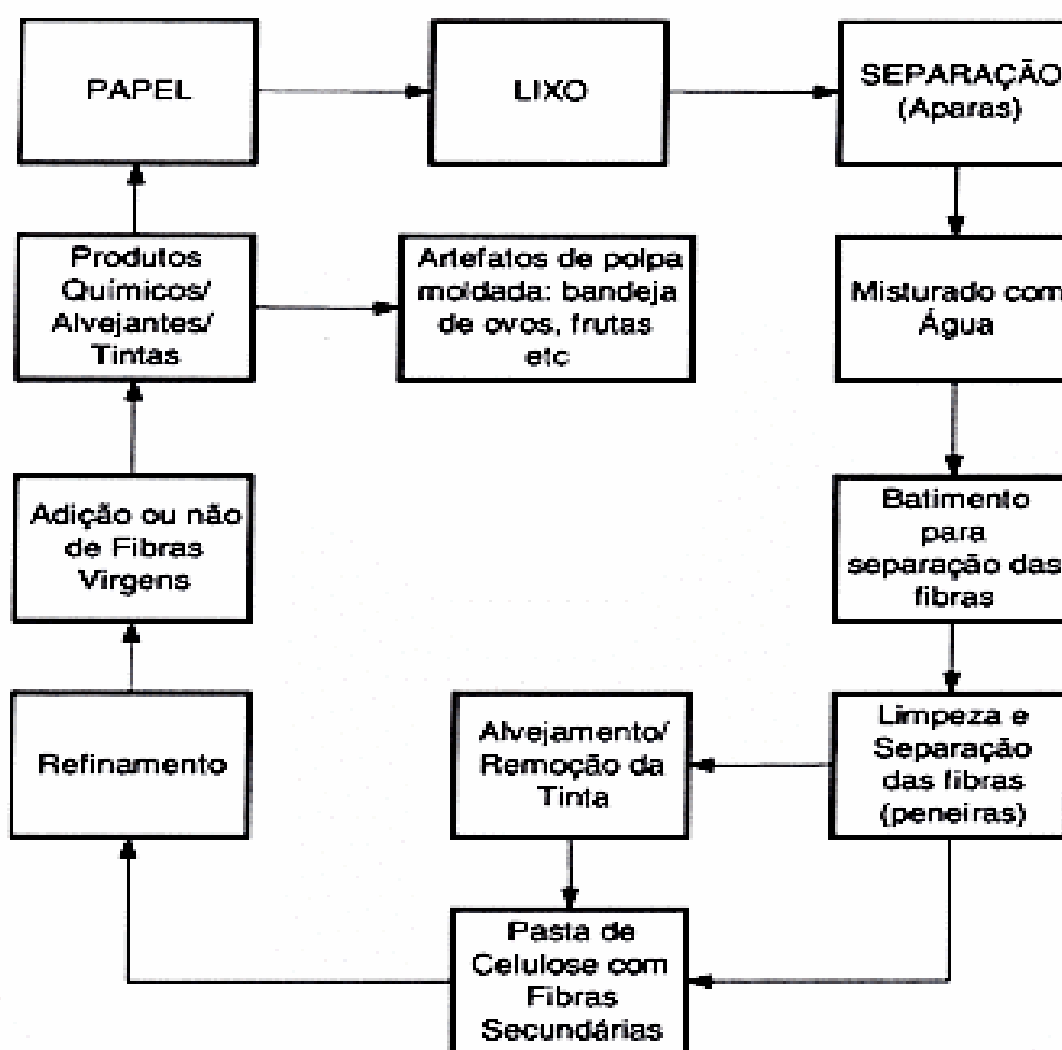


## A Reciclagem de papel

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

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

### Processo de Reciclagem do Papel



Fluxograma 2

Os papéis recicláveis são: caixa de papelão, jornal, revista, impressos em geral, fotocópias, rascunhos, envelopes, papel timbrado, embalagens tetrapack, cartões e papel de fax. Os papéis não-recicláveis são: papel sanitário, copos descartáveis, papel carbono, fotografias, fitas adesivas e etiquetas adesivas.



## **Vantagens de Reciclar Papel**

- ☞ Redução dos custos das matérias-primas: a pasta de aparas é mais barata que a celulose de primeira.
  
- ☞ Economia de Recursos Naturais.
  - Madeira: Uma tonelada de aparas pode substituir de 2 a 4 m<sup>3</sup> de madeira, conforme o tipo de papel a ser fabricado, o que se traduz em uma nova vida útil para de 15 a 30 árvores.
  
  - Água: Na fabricação de uma tonelada de papel reciclado são necessários apenas 2.000 litros de água, ao passo que, no processo tradicional, este volume pode chegar a 100.000 litros por tonelada.
  
  - Energia: Em média, economiza-se metade da energia, podendo-se chegar a 80% de economia quando se comparam papéis reciclados simples com papéis virgens feitos com pasta de refinador.
  
  - Redução da Poluição: Com a produção de papel reciclado evita-se a utilização de processos químicos evitando-se a poluição ambiental: reduzem em 74% os poluentes liberados no ar e em 35% os despejados na água. A reciclagem de uma tonelada de jornais evita a emissão de 2,5 toneladas de dióxido de carbono na atmosfera.

- ☞ Criação de Empregos: estima-se que, ao reciclar papéis, sejam criados cinco vezes mais empregos do que na produção do papel de celulose virgem e dez vezes mais empregos do que na coleta e destinação final de lixo.
- ☞ Redução da "conta do lixo": o Brasil, no entanto, só recicla 30% do seu consumo de papéis, papelões e cartões.

O papel reciclado pode ser aplicado em caixas de papelão, sacolas, embalagens para ovos, bandejas para frutas, papel higiênico, cadernos e livros, material de escritório, envelopes, papel para impressão, entre outros usos. A figura 10 mostra um esquema de como proceder para reciclar papel artesanalmente.



### **Exemplos de utilização do papel reciclado**

- ☞ Edição canadense do novo livro “Harry Potter e o Príncipe Mestiço”, o sexto livro da série criada por J. K. Rowling são lançadas em papel 100% reciclado.
- ☞ O papel que as empresas utilizam para comunicação interna e externa é uma ferramenta importante para compor a imagem de mercado da empresa e pode até indicar seus valores.
- ☞ A Redecard, empresa responsável pela captura e transmissão de transações com cartões de crédito e débito das bandeiras MasterCard, MasterCard Maestro, RedeShop, MasterCard Electronic, Maestro e Diners Club International, imprime o material a ser enviado aos 740 mil estabelecimentos e de circulação interna em Reciclato®.
- ☞ A indústria de cosméticos Natura, por meio da fabricante de embalagens Antilhas, substituiu as sacolas de plástico, utilizadas para levar os produtos comprados pelas suas clientes, por outras feitas em Reciclato®.

## Como fazer o papel reciclado artesanalmente

**MATERIAL**

- Aparas de papéis diversos
- Tela de nylon de 60/40cm
- Duas placas de feltro
- Água
- Liquidificador
- Tina plástica
- Prensa ou pesos (livros)
- Duas placas de madeira
- Tecidos de 60/50cm

1. Coloque as aparas de papel no liquidificador e encha de água cerca de 2/3 do copo. Bata até obter uma mistura grossa. Despeje o conteúdo batido na tina e misture bem, adicionando mais água. A quantidade de água vai definir a espessura do papel.
2. Mergulhe a tela de nylon e a levante, com cuidado, pegando a mistura de papel com água.
3. Deixe a água escorrer.
4. Coloque a tábua, sobre ela o feltro e sobre o feltro o tecido. Vire a tela sobre o tecido.
5. Pressione a moldura da tela até a mistura de papel com água se desgrudar da tela de nylon.
6. Levante a tela de nylon.
7. Cubra a folha de papel reciclado com tecido. Você pode repetir o procedimento até completar 20 folhas de papel, uma sobre a outra, intercalada de tecido.
8. Por fim, coloque a outra placa de feltro e a placa de madeira.
9. Coloque tudo na prensa ou use pesos até escorrer toda a água.
10. Coloque as folhas para secar durante 24 horas. É melhor secar à sombra.
11. Após a secagem, solte as folhas de papel reciclado, puxando o tecido para os lados.

Figura 10

## 7.3– ALUMÍNIO



### Propriedades físicas e químicas

O alumínio é um metal de símbolo Al, branco brilhante, leve, dúctil, maleável, é abundante na natureza, principalmente em forma de silicatos. Sólido, se funde a 660° C e é um bom condutor de calor e eletricidade. Em estado puro, é bastante mole e maleável. Não se altera em contato com a água e nem com o ar, pois sua superfície é protegida por uma fina camada de alumina. É trivalente em seus compostos, como a alumina  $Al_2O_3$  ou o cloreto  $AlCl_3$ .

Na ordem decrescente, de acordo com o peso, dos elementos que constituem a crosta terrestre, o alumínio ocupa o terceiro lugar, representando cerca de oito por cento em peso do total. Esse metal faz parte da composição de grande número de rochas e pedras preciosas. Entre as primeiras, cabe mencionar, graças a seu interesse mineralógico ou metalúrgico, os feldspatos, as micas, a turmalina, a bauxita e a criolita. Entre as pedras preciosas, aquelas que apresentam um maior teor de alumínio são o coríndon, as safiras e os rubis.

O alumínio possui altos índices de condutividade elétrica, graças a uma fina capa de óxido que o protege de ataques do meio ambiente. Apresenta, entretanto, elevada reatividade quando em contato com outros elementos: em presença de oxigênio, sofre reação de combustão, liberando grande quantidade de calor, e ao combinar-se com halogênios (cloro, flúor, bromo e iodo) ou com o enxofre, produz imediatamente os respectivos haletos e sulfetos de alumínio.

Nos países com elevado grau de industrialização se concentra a maior parte das variadas aplicações do alumínio. A maior parte da produção mundial destina-se às indústrias aeronáutica e automobilística.

Outra importante área de aplicação do alumínio é a fabricação do arame, tanto usando o metal puro ou ligas. Com o alumínio são fabricados cabos de transmissão de eletricidade, através de processos de trefilação. Por medida de segurança, esses fios são freqüentemente recobertos por uma capa isolante flexível, geralmente de borracha. Também é usado, devido a sua grande condutibilidade térmica e elétrica e condutores, para eletrotécnica, condensadores e refletores.



### **Alumínio primário e secundário**

O alumínio não se encontra em estado nativo. Ele é obtido a partir de um minério chamado bauxita. Para produzi-lo é necessário separar os elementos que compõem a bauxita da alumina. Chega-se à alumina através de um pó branco e fino, que passa por um processo de refinação. Depois de uma série de processos químicos chega-se ao alumínio primário.

O alumínio secundário é produzido através da reciclagem dos produtos compostos pelo alumínio em geral, tais como: janelas, painéis, peças automotivas e principalmente as latas de alumínio. A produção do alumínio secundário (reciclagem) evita a extração da bauxita, pois para cada 1 tonelada de alumínio reaproveitado, deixa-se de retirar do solo 5 toneladas do minério. Outra grande vantagem é que se gasta apenas 750 kWh, enquanto que a mesma quantidade com o uso do alumínio primário, gasta 17.600 kWh, o que representa uma economia de energia 95% de energia, seu principal insumo para produção.

## Processo de obtenção do Alumínio

A produção do alumínio metálico, a partir da bauxita purificada, é feita através de eletrólise do  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dissolvido em criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), à temperatura de  $940\text{-}980^\circ\text{C}$ , em uma cela de aço, esquematizada na figura 11. O alumínio metálico é produzido no catodo e oxigênio, no anodo. O alumínio produzido vai para o fundo da cela e é removido periodicamente.

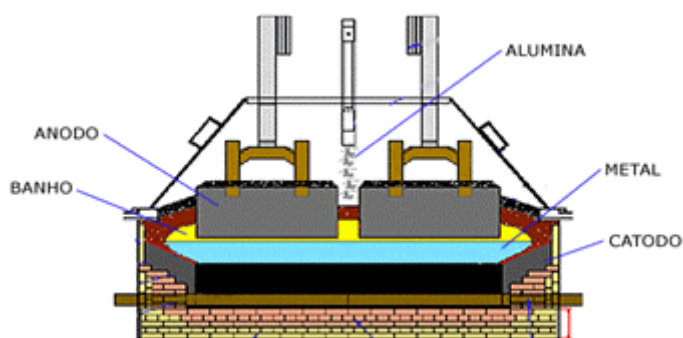


Figura 11 *fonte: Albras*

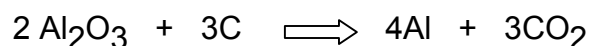
A energia elétrica é muito usada para efetuar reduções que são difíceis de ocorrer, como por exemplo, a redução de óxidos de metais muito reativos, como alumínio, sódio, potássio, etc. Esses metais são obtidos por eletrólise.

Para fazer a eletrólise, é preciso ter íons livres para conduzir a corrente elétrica. A grande dificuldade é a fusão dos óxidos, que, geralmente, têm ponto de fusão muito alto. Dois jovens cientistas, Charles Martin Hall e Paul L.T. Héroult, descobriram, em 1886, trabalhando independentemente, um nos Estados Unidos e outro na França, a maneira de fundir óxido de alumínio a uma temperatura baixa. A temperatura de fusão do óxido de alumínio é de  $2070^\circ\text{C}$ . Descobriram que a mistura de óxido de alumínio com criolita (hexafluoroaluminato de sódio,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) funde a cerca de  $950^\circ\text{C}$ .

Desde a descoberta do processo Hall-Héroult, quase todo o alumínio tem sido produzido pela eletrólise da alumina dissolvida num banho de criolita

fundida. Neste processo, o alumínio formado deposita-se no estado líquido no catodo de carbono, que também serve como recipiente para a solução. Simultaneamente, o oxigênio reage com o carbono do anôdo, dando CO<sub>2</sub>.

Reação Global:



## Economia e produção

Para se descrever a distribuição geográfica dos produtos relacionados a indústria do alumínio é necessário distinguir claramente entre a produção de bauxita e a do próprio metal, em primeira ou segunda fusão, de acordo com o grau de pureza.

A produção do alumínio purificado está estreitamente vinculada ao nível econômico das regiões beneficiadoras de bauxita. Importantes como fatores infra-estruturais são os recursos hidráulicos e energéticos da região e a capacidade de recuperação dos resíduos produzidos no processo de obtenção desse metal. Em fins do século XX, os principais produtores do alumínio refinado eram os Estados Unidos, seguidos por Canadá, Austrália, Brasil e Alemanha.

A produção mundial (de primeira fusão) aproxima-se hoje de 13 toneladas por ano, tendo mais que quadruplicado nas duas últimas décadas, embora seu ritmo de crescimento já há alguns anos decresça. A geografia da produção não coincide exatamente com a da extração da bauxita, a matéria-prima. Alimentando indústrias sofisticadas, requerendo grandes quantidades de eletricidade (12 a 15kWh por quilo de metal), fator essencial da implantação das usinas de eletrólise, a produção de alumínio toca, sobretudo aos países altamente desenvolvidos. Os EUA fornecem quase  $\frac{1}{3}$  da produção mundial; a Rússia,  $\frac{1}{6}$ . Vêm depois o Japão e o Canadá, seguidos pelo bloco de países da

Europa ocidental, a Noruega (que dispõe de abundantes recursos hidrelétricos), a Alemanha Ocidental, a França e a Grã-bretanha.

Atualmente, a indústria brasileira de alumínio apresenta considerável relevância, sendo responsável por cerca de 3,9% das exportações do país e 2,8% do produto interno bruto industrial.



## **Os Atributos do Alumínio**

Material leve, durável e bonito, o alumínio é um dos metais mais versáteis em termos de aplicação, o que garante sua presença em uma grande diversidade de indústrias e segmentos.

Produtos que utilizam o alumínio ganham também competitividade, em função dos inúmeros atributos que este metal incorpora, tais como:

☞ Leveza - Nos transportes representa menor consumo de combustível e menor desgaste, mais eficiência e capacidade de carga. Nas embalagens dá praticidade e portabilidade, por seu peso reduzido em relação a outros materiais.

☞ Condutibilidade - Associada à leveza, a condutividade elétrica é um atributo fundamental para a aplicação do alumínio na transmissão de energia em fios e cabos. Nas embalagens, nenhum outro material é tão bom.

☞ Impermeabilidade e opacidade - Especialmente importante no uso de embalagens, pois com estas características o alumínio evita a deterioração dos produtos, não permitindo a passagem de umidade, oxigênio e luz.

☞ Alta relação resistência/peso - Nos transportes, confere desempenho excepcional a qualquer parte de equipamento de transporte que consuma energia para se movimentar. Aos utensílios confere durabilidade e manuseio seguro, com facilidade de conservação.

☞ Beleza - Aparência agradável e moderna em qualquer aplicação, por ser um material nobre, limpo e que não se deteriora com o passar do tempo, mantendo sempre o aspecto original e permitindo soluções criativas de design.

☞ Resistência à corrosão - Facilita a conservação e a manutenção das obras, em produtos como portas, janelas, forros, telhas e revestimentos usados na construção civil, bem como em equipamentos, partes e estruturas de veículos de qualquer porte.

☞ Moldabilidade e soldabilidade - Facilidade de conformação, devido à alta maleabilidade e ductilidade, possibilitando formas adequadas aos mais variados projetos.

☞ Resistência e dureza - A robustez do alumínio se traduz em qualidades estruturais, com excelente comportamento mecânico, aprovado em aplicações como aviões e trens.

☞ Possibilidade de muitos acabamentos - Anodização e pintura, assumindo a aparência adequada para aplicações em construção civil, por exemplo, com acabamentos que reforçam ainda mais a resistência natural do material à corrosão.

☞ Reciclabilidade - Depois de muitos anos de vida útil, seguro e eficiente, o alumínio pode ser reciclado, com recuperação de parte significativa do investimento e poupança de energia, como já acontece largamente no caso da lata de alumínio. Além disso, o meio ambiente é beneficiado pela redução de resíduos e economia de matérias primas propiciadas pela reciclagem.



Transformado em diversos produtos semimanufaturados, o alumínio encontra aplicações variadas na indústria como mostra a tabela 4. Cada segmento utiliza o metal na forma mais adequada às suas finalidades, de acordo com os diferenciais e propriedades de cada produto.

	<p style="text-align: center;"><b>Perfis extrudados</b></p> <p>Transformam-se em esquadrias (portas e janelas), forros, divisórias, acessórios para banheiros, estruturas pré-fabricadas, e elementos decorativos de acabamento. Cerca de 60% dos extrudados de alumínio são destinados à fabricação de produtos para construção civil.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Chapas e laminados</b></p> <p>Transformam-se em latas de alumínio, pisos e carrocerias para ônibus e caminhões, telhas, fachadas etc (Laminação Pura), em utensílios domésticos (Laminação Artefatos) e em tubos e bisnagas para pasta de dente, aerosóis etc (Laminação Impactados).</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Folhas</b></p> <p>Produzidas em variadas espessuras são utilizadas nos mais diversos tipos de embalagens rígidas, flexíveis, descartáveis etc.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Fios e Cabos</b></p> <p>Condutores São utilizados em linhas de transmissão de energia, cabos isolados ou nus, para uso em redes de alta tensão, linhas de transmissão secundária, e aplicações residenciais ou comerciais.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Fundidos e Forjados</b></p> <p>Encontram variadas aplicações na indústria de transportes. 60% do consumo de alumínio nessa indústria corresponde a componentes fundidos, tais como caixas de câmbio, carcaça de motores e rodas para automóveis, entre outros.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Pastas e pó</b></p> <p>Encontram aplicações variadas que vão de usos destrutivos como desoxidantes na indústria siderúrgica e explosivos para mineração, ao tratamento da água das piscinas (sulfato de alumínio), medicamentos antiácidos (hidróxidos e cloridróxidos de alumínio) tintas, produtos químicos e farmacêuticos.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Aluminas especiais</b></p> <p>Transformam-se em refratários, revestimentos cerâmicos, abrasivos, vidros, porcelanas, massas de polimento, isoladores elétricos, pastilhas de freio, tintas e corantes, entre outros produtos.</p>

Tabela 4



## Reciclagem da Lata de alumínio

A sucata de latas para bebidas transforma-se novamente em lata após coleta e refusão, sem que haja limites para o seu retorno ao ciclo de produção.

Em 2004, mais de 45% das chapas para as latas produzidas no Brasil vieram de material reciclado. A figura 12 mostra como é o processo de reciclagem de alumínio.

## Processo de reciclagem

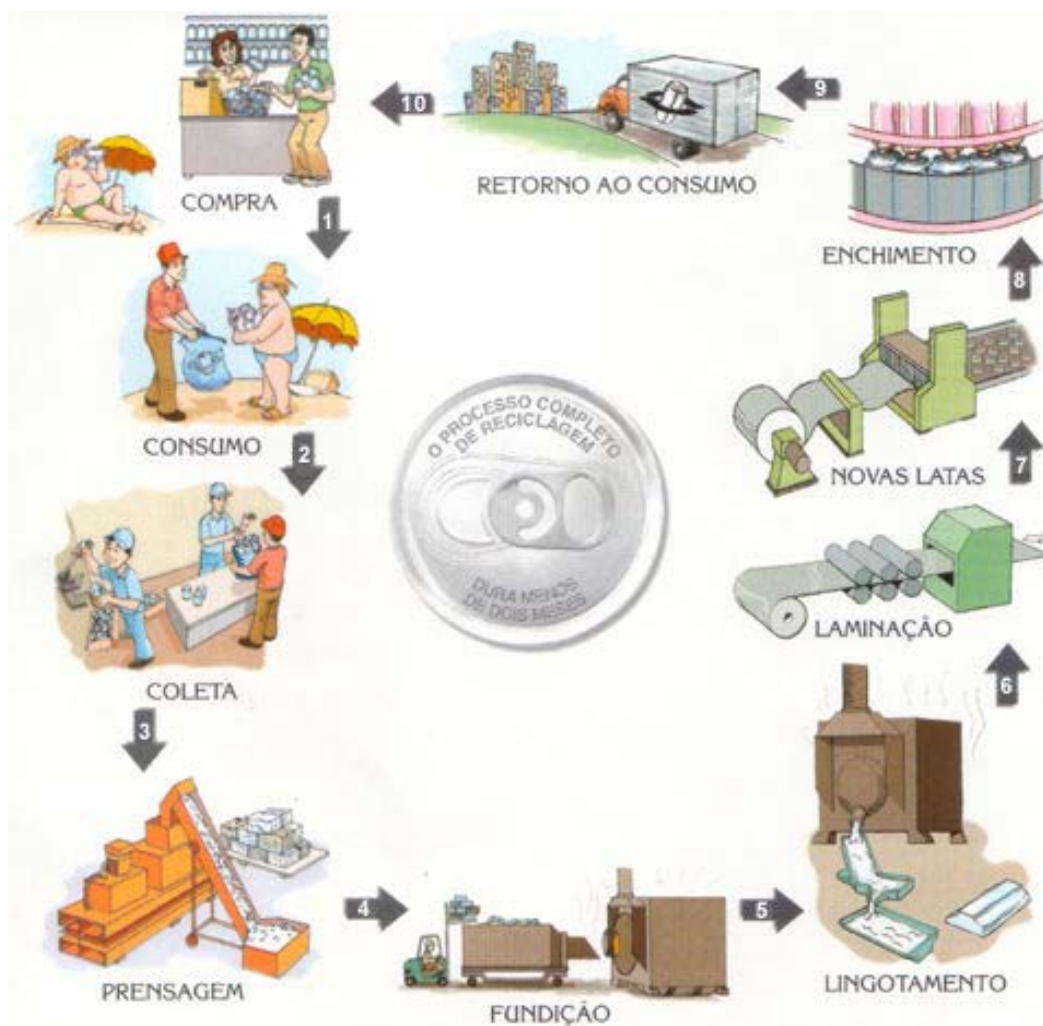


Figura 12

### Reciclagem do Alumínio

Qualquer produto feito em alumínio pode ser reciclado infinitas vezes, sem perder suas qualidades no processo de reaproveitamento, ao contrário de outros materiais. Isto confere ao alumínio uma combinação de vantagens, em que se destacam a proteção ambiental, a economia de energia e o papel multiplicador na cadeia econômica, por meio da renda gerada pela coleta de sucata.

Tantos as sobras do processo de fabricação de chapas, perfis e laminados de alumínio, como a sucata gerada por produtos com vida útil esgotada por meio de refusão.

A reciclagem com produtos com vida útil esgotada depende do tempo que vai do seu nascimento, consumo e descarte. A isto se chama ciclo de vida de um produto, que pode ser de 45 dias, como é o caso da lata de alumínio, até 40 anos, como acontece aos cabos de alumínio para o setor elétrico. Quanto menor for o ciclo de vida de um produto de alumínio, mais rápido é o seu retorno á reciclagem, razão pela qual os índices de reciclagem no Brasil apontam para volumes cada vez maiores, desde que a lata de alumínio chegou ao nosso mercado.



Figura 13



## **Vantagens econômicas, sociais e ambientais**

### **Econômicos e sociais:**

- ☞ Assegura renda em áreas carentes, constituindo fonte permanente de ocupação e remuneração para mão de obra.
- ☞ Injeta recursos nas economias locais, através da criação de empregos, recolhimento de impostos e desenvolvimento do mercado.
- ☞ Reciclar economiza até 95% de energia utilizada para produzir alumínio a partir da bauxita.

☞ Cada tonelada reciclada poupa a extração de 5t deste minério, matéria-prima do alumínio.

☞ Estimula outros negócios, por gerar novas atividades produtivas (máquinas e equipamentos especiais).

### **Ambientais:**

☞ Favorece o desenvolvimento da consciência ambiental, promovendo um comportamento responsável em relação ao meio ambiente, por parte das empresas e dos cidadãos.

☞ Incentiva a reciclagem de outros materiais, multiplicando ações em virtudes do interesse que desperta por seu maior valor agregado.

☞ Reduz o volume de lixo gerado, contribuindo para a solução da questão do tratamento de resíduos gerados pelo consumo.

☞ Economiza energia de lixo gerado, contribuindo para a solução da questão do tratamento de resíduos gerados pelo consumo.



### **Os índices de reciclagem de alumínio no Brasil**

Em 1990, teve início no Brasil a produção de lata de alumínio, juntamente com a reciclagem, uma forma de a empresa minimizar seus custos, reaproveitando as latas já consumidas para transformá-las em um novo bem de consumo.

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%, sendo mantido como campeão na reciclagem 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 de reciclagem de latas de alumínio em diversos países são é mostrado no gráfico 4.

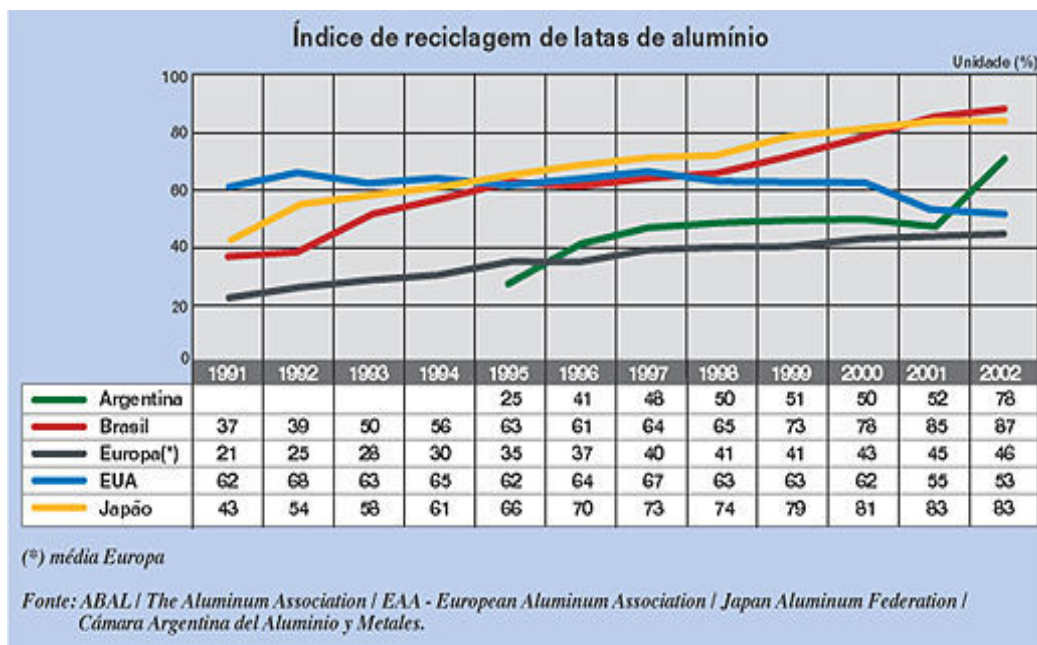


Gráfico 4 fonte: Abal

Segundo as últimas informações do CEMPRE o Brasil , em 2004, bateu recorde mundial de reciclagem de latas de alumínio para bebidas, pelo quarto ano consecutivo. O país atingiu o índice de 95%, o que significa 6,7 pontos percentuais acima de sua marca anterior, de acordo com a Associação Brasileira do alumínio (Abal) e a Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade (Abralatas). Foram recicladas 121,3 mil toneladas, o equivalente a 9 bilhões de latas.

## 7.4– VIDRO



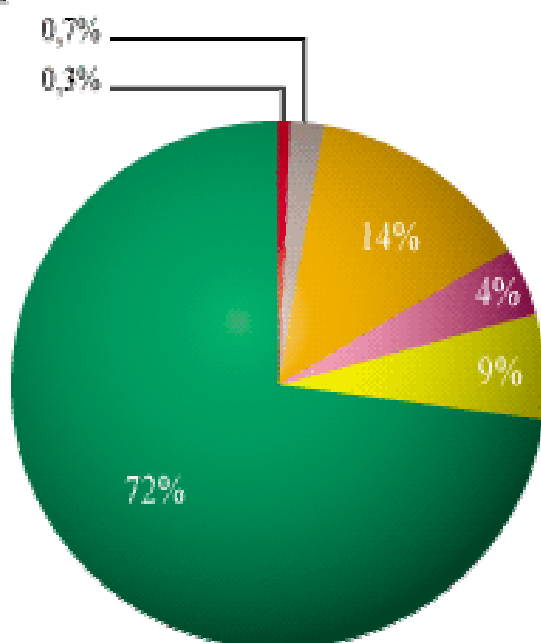
### Características e composição

O vidro é um material duro, frágil e transparente conhecido a mais de 4500 anos. Provavelmente foi descoberto durante a fundição de metais. É necessária uma elevada temperatura ( $1500^{\circ}\text{C}$ ) para sua obtenção e manipulação, daí a produção de grandes peças só ter sido possível a partir de meados do século XX. É um material resistente, não se gasta e permite a passagem de luz. Os antigos egípcios foram os primeiros a fabricar o vidro.

As composições individuais dos vidros variam muito, pois pequenas alterações são feitas para proporcionar propriedades específicas, tais como cor, índice de refração, viscosidade, etc. A sílica, que constitui a base do vidro, é comum a todos os tipos de vidro. A composição do vidro é mostrada no gráfico 5.

Os vidros coloridos são produzidos acrescentando-se à composição corantes como o selênio (Se), óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), e cobalto ( $\text{Co}_3\text{O}_4$ ) para atingirem as diferentes cores.

### Componentes do Vidro



Sílica ( $\text{SiO}_2$ )

Matéria prima básica (areia) com função vitrificante.



Potássio (  $K_2O$  )



Alumina (  $Al_2O_3$  )

Aumenta a resistência mecânica.



Sódio (  $Na_2SO_4$  )



Magnésio (  $MgO$  )

Garante resistência ao vidro para suportar mudanças bruscas de temperatura e aumenta a resistência mecânica.



Cálcio (  $CaO$  )

Proporciona estabilidade ao vidro contra ataques de agentes atmosféricos.

*Fonte: [www.cebrace.com.br](http://www.cebrace.com.br)*

No Brasil, joga-se no lixo cerca de 40 bilhões de garrafas e objetos de vidro por ano. Mais resistente do que o plástico, o vidro não se decompõe facilmente e por isso não deve ser jogado nos aterros sanitários. O lixo de vidro deve ser separado e direcionado às usinas de reciclagem. O vidro pode ser derretido e novamente reutilizado na fabricação de novos objetos. O vidro é moído e misturado com o vidro recém derretido no forno. Esse refugo derrete a uma temperatura mais baixa do que a usada com a matéria-prima.

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

O vidro é um material não-poroso que resiste a temperaturas de até 150<sup>o</sup>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.

Além da redução de matérias-primas retiradas da natureza, a adição de 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 de lixo em aterros sanitários. Esse volume de lixo de vidro pode ser visto na figura 14.



Figura 14



## Os Atributos do Vidro

☞ **Transparência e elegância** - O consumidor visualiza o que pretende comprar. Os produtos ganham uma imagem nobre, sofisticada e confiável.

☞ **Higiene** - O vidro é fabricado com elementos naturais, protegendo os produtos durante mais tempo e dispensando a utilização de conservantes adicionais, atendendo a todos os requisitos exigidos para o acondicionamento de líquidos e alimentos para o consumo humano.

☞ **Inerte** - O vidro não reage quimicamente. Por ser neutro, o produto não sofre alteração de sabor, odor, cor ou qualidade.

☞ **Impermeabilidade** - Por não ser poroso, funciona como uma barreira contra qualquer agente exterior, mantendo assim os produtos mais frescos e protegidos.

☞ **Resistência** - Mudanças bruscas de temperatura e umidade, não são problema para as embalagens de vidro.

☞ **Dinâmico** - Devido às suas propriedades, permite uma grande possibilidade de combinações na transformação do vidro original, o que garante a possibilidade de renovação constante do design das embalagens.

☞ **Retornável** - As embalagens de vidro podem ser reaproveitadas várias vezes, como é o caso, por exemplo, das garrafas de cervejas e refrigerantes.

☞ **Reutilizável** - Embalagens vazias de vidro podem ser utilizadas para armazenar qualquer outro alimento ou até mesmo objetos.

☞ **Reciclável** - O vidro pode ser reciclado infinitamente, sem perda da qualidade do produto. Uma garrafa de vidro gera outra exatamente igual, independente do número de vezes que o caco de vidro vai ao forno para ser reciclado.



### **Lixo de vidro**

**Reciclável:** recipientes em geral, garrafas e copos

**Aproveitamento:** frascos, potes e objetos de decoração

**Economia:** para cada 10% de caco utilizado na produção de vidro (forma como o material é aproveitado), economiza-se 2,5% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais.



## Vidros recicláveis e não recicláveis

A tabela 5 ilustra quais são os tipos de vidro recicláveis e os tipos de vidro não-recicláveis.

Reciclável	Não -reciclável
Recipientes em geral	Espelhos
Garrafas	Vidros planos
Copos	Lâmpadas
	Tubos de televisão
	Cerâmica
	Porcelana

Tabela 5

## Curiosidade!

Um dos motivos pelo qual o vidro seja tão duradouro pode estar associado a sua análise, pois os vidros mais comuns, como por exemplo, os utilizados para fazer as embalagens, e que, tecnicamente, são denominados “sodo cálcicos”, apresentam uma composição química muito parecida com a da crosta terrestre, que é a camada externa do nosso planeta e onde habitamos. Isto pode ser verificado na tabela 6.

Óxido	% na crosta terrestre	% nos vidros comuns
SiO <sub>2</sub> (sílica)	60	74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (alumina)	15	2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (óxido de ferro)	7	0,1
CaO (óxido de cálcio)	5	9
MgO (óxido de magnésio)	3	2
Na <sub>2</sub> O (óxido de sódio)	4	12
K <sub>2</sub> O (óxido de potássio)	3	1

Tabela 6



### Vantagens da reciclagem de vidro

- ☞ O vidro é 100% reciclável. 1 Kg de vidro reciclado produz Kg de vidro novo.
- ☞ As propriedades do vidro se mantêm mesmo após sucessivos processos de reciclagem. Ao contrário do papel, que vai perdendo qualidade ao longo de algumas reciclagens.
- ☞ Para a produção de um material feito de vidro são necessários diversos recursos naturais como areia, barrilha, calcário, carbonato de sódio, cal, dolomita e feldspato, sendo este último fundente muito raro. Sendo assim, com a reciclagem, a natureza pode ser poupada.

## 7.5– RESÍDUOS ORGÂNICOS E COMPOSTAGEM



### Lixo orgânico e compostagem

O lixo doméstico pode ser manejado pelo princípio dos 3 R's, ou seja: reduzir, reutilizar e reciclar. Sendo:

- ☞ Reduzir o desperdício.
- ☞ Reutilizar, sempre que possível, antes de jogar fora.
- ☞ Reciclar, ou melhor: separar para a reciclagem, pois o indivíduo não recicla (a não ser os artesãos de papel reciclado).

Nos últimos anos tem-se verificado um aumento acentuado na produção de resíduos sólidos, devido a uma vida muito consumista, resultado do avanço tecnológico. A maior parte desses resíduos é formada pela matéria orgânica. Como consequência desse fenômeno, o tratamento e destino final dos resíduos sólidos tornaram-se um processo de grande importância nas políticas sociais e ambientais dos países mais desenvolvidos.

Em praticamente todas as cidades do Brasil, as pessoas aprenderam a jogar fora os restos orgânicos de casa (restos de alimentos, cascas de frutas e legumes, folhas, grama, palhas, papéis molhados ou engordurados), sem a menor preocupação. Mas de uma maneira geral, as pessoas são pouco orientadas e não têm muita noção de que o lixo orgânico de suas casas é de grande valor.

Esses materiais são responsáveis pelo péssimo odor existente no lixo, produzido por um processo de fermentação anaeróbica, que por causa de grande acúmulo de material orgânico e por falta de oxigênio, provoca essa decomposição química. Além disso, o resto de lixo orgânico contribui muito para a poluição do solo e para a contaminação de mananciais e do lençol

freático e várias doenças se proliferam e se criam no acúmulo de lixo em decomposição.

Graças a um processo chamado compostagem, os restos de comida, cascas de frutas, papéis muito úmidos, grama, restos de folhagens, pó de café e estrume de animais domésticos, podem se transformar em adubo, conforme mostra a figura 15. A compostagem possibilita a resolução do problema da deposição final de grande parte dos resíduos sólidos urbanos. Com os resíduos orgânicos, fabrica-se um fertilizante chamado adubo composto, com o qual é possível aumentar a fertilidade do solo, ao mesmo tempo em que se elimina um produto orgânico que, do contrário, teria aumentado a poluição. Depois de escolhido, o material orgânico é enterrado para acelerar o processo de fermentação. O adubo resultante contém nitrogênio, potássio e fósforo. Este fertilizante, por aproveitar os resíduos, é mais econômico do que outros.



Figura 15

A compostagem é um processo de transformação de materiais grosseiros, como palhada e estrume, em materiais 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 este motivo, uma pilha de composto não é apenas um monte de lixo

orgânico empilhado ou acondicionado em um compartimento. É uma maneira de fornecer as condições adequadas aos microorganismos para que esses degradem a matéria orgânica e disponibilizem nutrientes para as plantas.

O “composto” é o resultado da degradação biológica da matéria orgânica, em presença de oxigênio do ar, sob condições controladas pelo homem. Os produtos do processo de decomposição são: gás carbônico, água, calor e matéria orgânica “compostada”.

O “composto” apresenta vários nutrientes minerais como: fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio, potássio e enxofre, que são assimilados em maior quantidade pelas raízes, além de cobre, manganês, ferro, zinco, boro e outros que são absorvidos em quantidades menores e, por isso, chamados de micronutrientes. O fornecimento de “composto” às plantas permite 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 pela água da chuva.



### **Vantagens da compostagem**

- ☞ Melhora a “saúde” do solo. A matéria orgânica compostada se liga às partículas (areia, limo e argila), formando pequenos que ajudam na retenção e drenagem no solo e melhoram a aeração.
- ☞ Aumento da capacidade de infiltração de água, reduzindo a erosão.
- ☞ Dificulta ou impede a germinação de sementes de plantas invasoras.
- ☞ Aumenta o número de minhocas, insetos e microorganismos desejáveis, devido à presença de matéria orgânica, reduzindo a incidência de doenças de plantas.

- ☞ Mantêm estáveis a temperatura e os níveis de acidez do solo (pH).
  
- ☞ Ativa a vida do solo, favorecendo a reprodução de microorganismos benéficos às culturas agrícolas.
  
- ☞ Possibilita a resolução do problema da deposição final de grande parte dos resíduos sólidos urbanos.

## **8- VIABILIDADE ECONOMICA DA RECICLAGEM**

No Brasil é previsto o aumento da reciclagem nos próximos anos, devido principalmente, a expansão dos programas de coleta seletiva e ao desenvolvimento de novos processos tecnológicos.

Se a coleta seletiva for mais bem realizada e divulgada, talvez as empresas tenham um propósito maior em vender produtos com embalagens recicláveis, pois irão se beneficiar economicamente, tanto por competir melhor com as que já adotam essa atitude, como por poder ter uma fonte garantida de matéria prima.

Na reciclagem temos alguns aspectos econômicos importantes:

- ☞ Representa uma grande atividade econômica indireta.
  
- ☞ É uma atividade econômica direta pela valorização, venda e processamento industrial de produtos descartados. As indústrias de reciclagem no Brasil movimentam atualmente mais de 2,5 bilhões de dólares anuais. Este valor é aproximadamente igual ao obtida pela indústria cafeeira do país.
  
- ☞ Diminui os gastos com a limpeza urbana.

- ☞ Gera empregos para a população não qualificada.
  
- ☞ Melhora a produção de compostos orgânicos.
  
- ☞ Estimula a concorrência, uma vez que produtos fabricados a partir de recicláveis são comercializados em paralelo aqueles feitos a partir de matérias primas virgens.

É possível lucrar muito com a reciclagem, pois o custo da coleta da matéria prima é pequeno. Entretanto, o lucro da reciclagem deve ser encarado como uma vantagem em relação à proteção ambiental e a economia de energia e de recursos naturais e na melhoria da saúde pública e não como uma alternativa de receita. Caso contrário, o real propósito em se reciclar estará fadado.

## **9- BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM**

Existem vários benefícios com a reciclagem, como:

- ☞ Os econômicos, que acabamos de ver no item anterior.
  
- ☞ Os sanitários: Contribui decisivamente para a melhoria da saúde pública por reciclar materiais, que, no lixão, poderiam proporcionar a proliferação de vetores ligados à transmissão de doenças e outros que indiretamente afetariam a saúde pública por contaminar rios, ar e solo.
  
- ☞ Os ambientais: Evita a poluição do ambiente (água, ar e solos) provocada pelo lixo, aumenta a vida útil dos aterros sanitários, pois diminui a quantidade de resíduos e serem dispostos, diminui a exploração de recursos naturais, muitos não renováveis como o petróleo e reduz o consumo de energia.

☞ Os sociais: A reciclagem garante grandes ganhos sociais, por exemplo: tem-se a geração de empregos diretos, a possibilidade de união e organização da força trabalhista mais desprestigiadas e marginalizadas (em cooperativas de reciclagem) e a oportunidade de incentivar a mobilização comunitária para o exercício da cidadania, em busca de solução de seus próprios problemas. A reciclagem também contribui para a diminuição da marginalidade, pois auxilia a retirada das pessoas dos lixões.

☞ Os educacionais: A atividade de reciclagem quer industrial ou artesanal, bem como as centrais de triagem ou usinas de compostagem têm fortes vínculos com a formação e educação ambientais de crianças, jovens e adultos. Essas instalações, além de serem unidades de tratamento do lixo, podem funcionar como grande laboratório de ciências para que professores e alunos tenham aulas práticas e discorram sobre as várias áreas e atividades relacionadas com a reciclagem do lixo urbano. Incentiva também a mobilização e participação comunitária.

## 10- QUÍMICA VERDE

Entre as idéias referentes aos 3Rs está a idéia do REPENSAR, mas o que isto tem haver com Química Verde? O que é química verde ou “Green Chemistry?”

O nome não é tão claro, pois não se trata de Química Vegetal, então faz-se necessário definir qual a proposta para esse novo ramo da Química. Para uma definição, usaremos as palavras de Paul T. Anastas que foi o criador do termo em 1992, e de seu co-autor John C. Warner, como menciona em seu recente livro *Green Chemistry: Theory and Practice* (Química Verde: tória e prática), lançado em 1998 pela Oxford University Press. **“Química Verde consiste na utilização de um conjunto de princípios que reduzem ou**

***eliminam o uso ou a geração de substâncias perigosas durante o planejamento, manufatura e aplicação de produtos químicos”.***

Tecnologia limpa, prevenção primária e redução na fonte. Entre outros termos já utilizados em química ambiental, Química Verde é o mais utilizado atualmente e talvez por ser o mais forte entre os demais, foi adotado pela IUPAC. Química Verde associa o desenvolvimento na química com o objetivo cada vez mais procurado pelo homem moderno: o desenvolvimento auto-sustentável.

A Agência de proteção Ambiental (EPA Environmental Protection Agency ) tem uma definição mais objetiva: ***“Química Verde é o uso da química para prevenir a poluição. Mais especificamente, é o planejamento de produtos e processos químicos que sejam saudáveis ao meio ambiente”.***

Durante um período de grande desenvolvimento das indústrias de sínteses e de preparações químicas, das mais variadas e importantes, todos ignoravam completamente o que viria a ser poluição ou poluentes. Estas substâncias envenenaram nossas plantações, nossas cidades e quase destruíram a proteção da camada de ozônio. Atitudes urgentes são necessárias porque já não é mais suficiente apenas não poluir, precisamos de ações mais positivas para limpar a terra doente e envenenada.

Já existem atitudes sérias sendo tomadas no sentido de combater os problemas ambientais mais graves que afetam nosso ecossistema: como a poluição das águas e da atmosfera, o aquecimento global do planeta, e o buraco na camada de ozônio. Em 1999 foi lançada uma nova revista científica exatamente com o nome de Green Chemistry, lançada pela Royal Society of Chemistry, ligada à Universidade de York, na Inglaterra. Os editores planejaram cuidadosamente um material que seja um veículo de informações das atividades e interesses dos aspectos químicos e tecnológicos, tanto dos setores acadêmicos quanto dos industriais, com publicações e comunicações de resultados de pesquisas científicas pertinentes.

A Química Verde surgiu então para que se tenha um planejamento e replanejamento de sínteses químicas e produtos químicos com objetivos claros de evitar a poluição e conseqüente resolução de problemas ambientais. Surgiram assim, recentemente, trabalhos que definem os princípios elementares da Química Verde. Doze tópicos precisam ser levados em conta quando se pretende implementar a Química Verde em uma indústria ou instituição de ensino ou pesquisa na área de Química:

**1 – Prevenção** – Evitar a produção de resíduo é melhor do que limpá-lo após sua geração.

**2 – Economia de Átomos** – Deve-se procurar metodologias sintéticas que maximizem a incorporação de todos os materiais de partida no produto final.

**3 – Síntese de Produtos Menos Perigosos** – Sempre que praticável a síntese de um produto, deve-se utilizar e gerar substâncias de pouca ou nenhuma toxicidade à saúde do homem ou do ambiente.

**4 – Desenho de Produtos Seguros** – De tal modo que realize a função desejada e ao mesmo tempo não sejam tóxicos.

**5 – Solventes e Auxiliares mais Seguros** - O uso de solventes, agentes de separação, secantes, etc, são necessários sempre que possível e quando utilizados devem ser inócuos.

**6 – Busca pela Eficiência de Energia** - Verificar antes os impactos ambientais e econômicos e minimizá-los, sempre que possível. Conduzir os processos em temperatura e pressão ambientes.

**7 – Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima** – A utilização de matérias-primas renováveis escolhidas em detrimento de fontes não renováveis, sempre que econômica e tecnicamente viável.

**8 – Evitar a Formação de Derivados** – Evitar etapas que requerem reagentes adicionais que podem gerar resíduos.

**9 – Catálise** – Reagentes catalíticos são melhores que reagentes estequiométricos.

**10 – Desenho da Degradação** – Os desenhos dos produtos químicos podem ser de tal modo que, ao final de sua função, se fragmentem em produtos inócuos e não persistam no meio ambiente.

**11 – Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição** – Será necessário o desenvolvimento futuro de metodologias que viabilizem um monitoramento e controle dentro do processo, em tempo real, antes da formação de substâncias nocivas.

**12 – Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes-** As substâncias, bem como a maneira pela qual uma substância é utilizada em um processo químico, devem ser escolhidas a fim de minimizar o potencial para acidentes químicos, incluindo vazamentos, explosões e incêndios.

Conclui-se que a utilização efetiva e cotidiana da **Química Verde** é ainda um grande desafio a ser vencido. Para isso, é necessário que se tenham indivíduos conscientes em um desenvolvimento sustentável, regulamentação de leis rígidas para o meio ambiente e desenvolvimento de processos verdes mais econômicos.

A partir de uma conscientização geral, as raízes desta filosofia científica podem se tornar uma prática ao redor do planeta.

## 11- APLICAÇÃO PRÁTICA DO TRABALHO

### **Prática desenvolvida com os alunos do Colégio Estadual Brigadeiro Schorcht.**

Dentro de uma proposta de estar sempre buscando atividades que estimulem aos alunos o desenvolvimento da criatividade e do interesse pelo conhecimento, foi realizada na escola uma feira de ciências.

Este evento teve como principal objetivo divulgar e popularizar a ciência, destacando a sua importância tanto para a melhoria da qualidade de vida quanto para o desenvolvimento da sociedade. Logo, a realização deste evento primou pelo caráter experimental, enfatizando o lúdico.

Tema para o projeto: **Impactos Ambientais**

Subtema para o projeto: **Lixo**

### **Etapas de desenvolvimento do projeto**

Este projeto foi realizado com a turma 1011, 2<sup>o</sup> turno, formada por 40 alunos.

I - O professor realizou um *quiz*, com dez perguntas, com os alunos, a fim de verificar os conhecimentos dos mesmos sobre o tema abordado.

O *quiz* realizado foi retirado do seguinte site: [www.sobrelixo.hpg.ig.com.br](http://www.sobrelixo.hpg.ig.com.br)

**1) Um aterro sanitário é:**

- a)  o principal método usado para deitar fora materiais recicláveis.
- b)  o principal método para se desembaraçar do lixo.
- c)  uma colina feita pela natureza.
- d)  outro nome dado aos lixões.

**2) Queimar lixo a altas temperaturas chama-se:**

- a)  chorumbo.
- b)  compostagem.
- c)  reciclagem.
- d)  incineração.

**3) Os buracos no chão, onde o lixo é despejado e deixado para se decompor:**

- a)  permitem o vazamento dos contaminantes para o solo e poluem o lençol freático
- b)  são a melhor forma para se desembaraçar do lixo
- c)  são o meio mais económico de reciclar materiais
- d)  são o pior meio de se reciclar o lixo.

**4) A escolha do consumidor tem uma grande influência no mercado e:**

- a)  no número de mercadorias encontradas no lixo.
- b)  na diminuição ou aumento do lixo produzido.

- c)  no aumento de indústrias de reciclagem.
- d)  na diminuição de indústrias de reciclagem.

**5) Hoje em dia, um aterro sanitário é:**

- a)  um acumular de humo
- b)  uma grande e moderna instalação.
- c)  um local que nos permite cultivar plantas
- d)  uma grande instalação que só meche com a reciclagem.

**6) Todos os dias, num moderno aterro sanitário:**

- a)  o lixo sólido compactado é posto dentro de buracos e protegido com uma cobertura limpa.
- b)  o lixo sólido compactado é posto dentro de buracos e coberto com uma camada de gases.
- c)  o lixo sólido compactado é posto dentro de buracos e coberto com uma camada de solo.
- d)  o lixo sólido compactado é posto dentro de buracos e protegido com galhos de árvore.

**7) Os aterros sanitários estão a ficar atulhados e já produzem:**

- a)  metade das emissões de metano que contribuem para as mudanças climáticas.
- b)  um quinto das emissões de metano que contribuem para as mudanças climáticas.

- c)  um terço das emissões de metano que contribuem para as mudanças climáticas.
- d)  muito poucas emissões de metano.

**8) O plástico reciclado é usado:**


- a)  em novos produtos.
- b)  em compostagem.
- c)  contra o efeito de estufa.
- d)  em incineração.

**9) O vidro reciclado é usado:**

- a)  para ser transformado em novos recipientes de vidro.
- b)  para fazer aterros sanitários.
- c)  para fazer incineração.
- d)  para gerar calor.

**10) Qual é o significado da palavra lixo?**

- a)  Materiais que podem ser reciclados ou reaproveitados.
- b)  Restos que podem ser aproveitáveis.
- c)  Restos das atividades humanas, considerados, pelos geradores como inúteis.

d)  Materiais que são tóxicos ao homem, mas podem ser aproveitados.

II – O tema foi discutido com a turma, a fim de se proceder a escolha do experimento mais adequado.

III - As atividades necessárias ao desenvolvimento do trabalho foram distribuídas.

IV – O professor orientou e participou de cada etapa do projeto.

V - O processo de elaboração do projeto e sua apresentação em sala de aula, bem como a mostra do experimento na feira de ciências, foram avaliados.

A reutilização do lixo e a reciclagem artesanal de papel foram os experimentos apresentados na feira de ciências.

O trabalho foi realizado em 4 etapas:

1ª etapa) Um breve resumo teórico contendo:

- Uma introdução relacionando o desenvolvimento da tecnologia e o avanço da ciência com os impactos ambientais gerados por estes, sobretudo a formação de lixo.

- Classificação do lixo, exemplificando, quanto a sua origem (domiciliar, industrial e hospitalar).

- Descrição, resumida, das características de alguns materiais, como: plástico, papel, alumínio e vidro.

- Descrição, sucinta, das vantagens de se realizar a coleta seletiva.

- Definição de reciclagem e sua relação com os benefícios ela que pode trazer, sobretudo nos aspectos ambientais, sociais, econômicos e educacionais.

#### 2ª parte) Doenças

- Descrição de algumas doenças (pelo menos três) que podem ser causadas pelo acúmulo de lixo.

#### 3ª etapa) Pesquisa

- Um questionário com 5 perguntas, sobre o assunto do trabalho (lixo), foi elaborado pela turma.
- A turma entrevistou 50 pessoas. As respostas obtidas em cada uma das perguntas foram esboçadas em um gráfico do tipo “pizza”.

#### 4ª etapa) Atividade prática para exposição

- A turma, usando sua criatividade, construiu objetos a partir de materiais que iriam para o lixo, fazendo assim a sua reutilização. Esses objetos foram apresentados na feira de ciências.
- Durante o evento, a turma mostrou como é feita a reciclagem artesanal do papel.
- Os materiais utilizados na atividade prática foram:
  - bacia
  - liquidificador
  - peneira de fundo plano
  - panos
  - jornais

papéis  
garrafas PET  
latas de alumínio  
garrafas de vidro

## **12-RESULTADOS**

O desenvolvimento do trabalho promoveu uma motivação e envolvimento maior por parte dos alunos em relação à Química, além de estreitar ainda mais a relação entre professor e aluno. Os alunos puderam perceber que existe uma relação lógica entre o discurso científico e o discurso cotidiano e aquele passou a fazer um maior sentido para eles.

A mediação entre a teoria e a prática pedagógica fez com que o aprendizado se tornasse mais significativo, pois foi possível o despertar de uma consciência no que diz respeito ao Meio Ambiente e a sua associação à Química em vários tópicos do conteúdo.

## **13- SUGESTÕES DE ATIVIDADES COMPLEMENTARES**

### **1 - Cartilha**

Material que pode ser desenvolvido pelos alunos com apoio do professor.

### **2 - Estudos de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).**

Na busca do progresso como principal fator da construção de uma vida de bem-estar e felicidade, é percebido hoje por muitos pesquisadores como uma ameaça em relação ao futuro. E, assim, se faz reforçar um papel de extrema importância do estudo das Ciências e Tecnologias, no sentido de provocar profundas discussões, buscando alternativas e ações modificadoras do momento presente para que se possa visualizar um futuro melhor.

Um dos principais objetivos dos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) é a formação de cidadãos críticos que possam tomar decisões relevantes na sociedade, capazes de provocarem mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para todos.

O conteúdo básico dos estudos de CTS está centrado em aspectos correlacionados da ciência, tecnologia e sociedade, incluindo temas sociais tais como: saúde; alimentação e agricultura; recursos energéticos; terra, água e recursos minerais; indústrias e tecnologia; ambiente; transferência de informação e tecnologia; ética e responsabilidade social.

*“Se a química está presente na vida do cidadão, poderemos ensiná-lo a participar da sociedade ativamente, por meio do conhecimento dos seus problemas sociais relacionado com ela. O cidadão participa ativamente à medida que fazem julgamentos críticos, assentados no conhecimento da lei (fatos químicos, fatos sociais) e julgamentos políticos (discussão pública)”.*(Santos e Schnetzler, 2003).

O cidadão precisa estar interligado com a informação química e o contexto social, pois para participar da sociedade é necessário não só compreender a química, mas a sociedade em que se vive.

## **14- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho foi feito com o intuito de despertar a consciência dos alunos no que diz respeito aos impactos de suas ações do cotidiano, visando favorecer uma postura reflexiva que os leve a adotar novos valores e atitudes

em relação ao lixo que geram e que são gerados, coleta seletiva e reciclagem de materiais, especificamente, plástico, papel, alumínio, vidro e resíduos orgânicos.

Neste trabalho, ficou bem claro, que a mediação entre a teoria e a prática pedagógica, entre o saber científico e o saber escolar pode ser otimizada a partir de posturas metodológicas inovadoras e criativas que o ensino e a educação de qualidade requerem, seja pelas suas ligações com o cotidiano inter/intra muros escolar ou lançando mão de propostas interdisciplinares.

Alia-se ao fato de que, ao se buscar novas alternativas pedagógicas para essa qualidade de ensino, é mister lembrar da importância de se propor uma nova forma de educar alunos na pós-modernidade, aproximando o que se ensina na sala de aula com a aldeia globalizada e reducionista do mundo tal como ele é nos dias atuais, tornando o aprendizado mais significativo, criativo e interessante.

A construção do conhecimento deve ser permanente. É preciso estar antenado as transformações das ciências e tecnologias a fim de resgatar a função principal da escola: a social. Além disso, o elo entre o saber escolar e o saber científico possibilita a formação de indivíduos críticos, pois se torna possível caminhar num sentido produtivo e significativo para a construção de diversos saberes, ampliando a capacitação do aluno a exercer seu papel de cidadão do mundo, que é o grande desafio para a escola do século XXI.

Este suporte didático pode ser utilizado para abordar diversos conteúdos presentes no currículo de Química como aliado na tentativa de acompanhar os desígnios e demandas das novas tecnologias e avanços científicos e dar uma formação cidadã aos alunos, estimulando o seu raciocínio e estabelecendo ligações entre o seu conhecimento prévio e o conteúdo da própria área disciplinar. Sendo assim, são sugeridos alguns conteúdos que podem ser desenvolvidos com o auxílio deste projeto.

☞ Funções Químicas

- ☞ Tabela Periódica
- ☞ Ligações Químicas
- ☞ Reações Químicas
- ☞ Polímeros
- ☞ Propriedades da Matéria
- ☞ Compostos Orgânicos
- ☞ Separação de Misturas
- ☞ Eletroquímica (eletrólise)
- ☞ Hidrocarbonetos
- ☞ Química Ambiental

## 15- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cadernos de Princípios de Proteção à Vida - 2ª ed. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001
- Dias, Genebaldo Freire – Educação Ambiental – Princípios e Práticas - 8ª ed. São Paulo: Gaia, 2003
- Grippi, Edgar – Lixo, reciclagem e sua História, 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2001
- Mano, Eloísa Biasotto – Introdução a Polímeros. São Paulo: Edgar Blücher / EDUSP, 1986
- MEC, Secretaria de Educação Fundamental – Parâmetros Curriculares Nacionais. Volume 9. Secretaria de Educação Ambiental. Brasília: MEC/SEF, 1997

- Morin, Edgar. Os Sete Saberes necessários à Educação do Futuro. 6ª ed. São Paulo: Cortez, 2002
  
- Plásticos em Harmonia com a Vida – Jornal de Plásticos. São Paulo, maio 2005
  
- Talamoni, Jandira L. B., Sampaio, Aloisio Costa, organizadores – Educação Ambiental da Prática Pedagógica à Cidadania - 1ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2003
  
- Vamos compreender o Brasil / IBGE, Centro de Documentação e Disseminação de Informação. Rio de Janeiro: IBGE, 2001
- Dos Santos, Wildson Luiz Pereira e Schnetzler, Roseli Pacheco - Educação em Química - Compromisso com a cidadania 3ª edição editora UNIJUI, Porto Alegre, 2003
  
- Química Nova, vol26 No.5 pag 738-744,2003
  
- Química Nova, vol26 No.1 pag 123-129,2003

Home pages visitadas no período compreendido entre os meses de agosto e setembro de 2005:

[www.abal.org.com.br](http://www.abal.org.com.br)

[www.alvan.com](http://www.alvan.com)

[www.comlurb.org.br](http://www.comlurb.org.br)

[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)

[www.albras.net](http://www.albras.net)

[www.latasa.com.br](http://www.latasa.com.br)

[www.recicloteca.org.br](http://www.recicloteca.org.br)

[www.agenda21.com.br](http://www.agenda21.com.br)

[www.s bq.com.br](http://www.s bq.com.br)

[www.compan.com.br](http://www.compan.com.br)

[www.report.com.br](http://www.report.com.br)

[www.renovapel.com.br](http://www.renovapel.com.br)

[www.reciclaveis.com.br](http://www.reciclaveis.com.br)

[www.greenpeace.com.br](http://www.greenpeace.com.br)

[www.papelreciclado.com.br](http://www.papelreciclado.com.br)

[www.cebrace.com.br](http://www.cebrace.com.br)

[www.abividro.org.br](http://www.abividro.org.br)

[www.pucpr.br](http://www.pucpr.br)

[www.planetaorganico.com.br](http://www.planetaorganico.com.br)

[www.educar.sc.usp.br](http://www.educar.sc.usp.br)

[www.patrolhaecologica.org.br](http://www.patrolhaecologica.org.br)