

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS**

JAIR DO NASCIMENTO

**PESQUISA DE VIABILIDADE PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA EMPRESA
RECICLADORA DE PLÁSTICO PET EM JUIZ DE FORA**

**Juiz de Fora
2003**

**BIBLIOTECA
SRA. VERA T. DE ANDRADA
UNIPAC - Tecnológica**

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS**

**PESQUISA DE VIABILIDADE PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA EMPRESA
RECICLADORA DE PLÁSTICO PET EM JUIZ DE FORA**

Monografia apresentada ao curso de
Tecnologia em Meio Ambiente do
Instituto de Estudos Tecnológicos de
Juiz de Fora, da Universidade
Presidente Antônio Carlos.

**Juiz de Fora
2003**

BIBLIOTECA
SRA. VERA T. DE ANDRADE
UNIPAC - Tecnológico

Agradecimentos

À Prof.a. Rachel Zacarias agradeço pela dedicação, apoio e paciência por me orientar na realização deste trabalho.

Aos professores que compartilharam com os seus conhecimentos, a minha gratidão pela efetivação das metas almejadas.

À Deus, o maior responsável por tudo, nosso guia maior, que por sua Infinita bondade, me deu forças e condições de trilhar mais este caminho, à minha esposa, Edna, e meus filhos, Fernando e Amanda, que também contribuíram e muito para que esta etapa da minha vida fosse alcançada.

Muito Obrigado!

Sumário

Introdução-----	6
1. PET-----	9
1.1 O que é PET?-----	10
3. Processo de Reciclagem-----	14
3.1 Processo-----	16
3.2 Dados Técnicos-----	22
3.3 Visão Econômica-----	36
3.4 Visão Financeira-----	41
3.5 Classificação-----	49
3.6 Características do Plástico PET-----	50
4. Processo de Análise-----	57
4.1 Propriedades-----	59
4.2 Produto Econômico-----	62
Conclusão-----	63
Bibliografia-----	64

Introdução

O interesse por esta pesquisa, nasceu de algumas inquietações durante o período do curso no meio ambiente, no início de julho de 2001. O referido trabalho aproximou-se do universo das questões ambientais e em especial, das questões referentes aos plásticos.

Em maio de 2003, em pesquisa preliminar realizada nos empreendimentos (sucateiro) de Juiz de Fora, constatei, também que, muitas pessoas fazem a coleta seletiva, separando os plásticos. Constatei também que muitos dos empreendimentos (sucateiro) começaram a estabelecer parceria com as indústrias de reciclagem de plástico. Este tipo de parceria levou-me a refletir o respeito das possíveis questões ética e ideológica presente nesta relação sucateiro – indústria.

Motivado por essas reflexões, iniciei uma pesquisa para investigar até que ponto a coleta seletiva realizada nas ruas públicas de Juiz de Fora, em parceria com a indústria de reciclagem de plástico, estava comprometida com os princípios críticos da educação ambiental de questionamento à sociedade de consumo.

Para efetivação dessa pesquisa, optei por um estudo qualitativo e quantitativo, como procedimento de investigação. Neste tipo de estudo, houve a compreensão e a interpretação das minhas preocupações essenciais, partindo sempre do pressuposto de que a realidade pode ser vista sob diferentes perspectivas.

Objetivo Geral

Conhecer se existe viabilidade econômica para implantação de uma empresa recicladora de plásticos PET em Juiz de Fora.

Objetivo Específico

1. Conhecer como é coletado o plástico PET.
2. Estimar a quantidade arrecadada (Kg/diário ou mensal).
3. Estimar o custo de compra.
4. Estimar o custo de venda (Kg/diário ou mensal).
5. Conhecer o destino após o sucateiro.
6. Conhecer o seu destino final.

No mundo, o consumo de plástico vem crescendo a taxas muito elevadas. De um total de apenas 6 milhões de toneladas consumidas em 1960, nos primórdios da introdução deste produto, passou-se para 27 milhões de toneladas em 1970; 53 milhões de toneladas em 1980; 93 milhões de toneladas em 1990, chegando-se a 110 milhões de toneladas em 1994. A taxa de crescimento prevista para o consumo mundial é de 40% ao ano. (Fonte: Os Bilhões Perdidos no Lixo, pág. 225-226).

O plástico é um material obtido a partir das resinas sintéticas (polímeros), derivado de petróleo. A palavra plástico vem do grego plastikós, que significa adequado a moldagem. O plástico, como material flexível, facilmente se adapta ao ser moldado.

Hoje, o plástico faz parte integrante de nossa vida, estando presente em um número incomensurável de objetos e coisas por nós utilizados: embalagens, saquinhos de lixo, objetos de uso pessoal, garrafas de refrigerantes e uma infinidade de objetos.

Apesar do primeiro plástico, a celulose, ter surgido em 1864, o pvc ou Policloreto de Venilha em 1913, foi durante a II Guerra Mundial, há pouco mais de cinquenta anos, que sua utilização industrial se desenvolveu.

Como sabemos, o petróleo é extraído do subsolo e levado para as refinarias, onde os diferentes derivados são separados. Um destes derivados é a nafta que é fornecida para as indústrias petroquímicas, dando origem aos gases (eteno) e (propeno) e a outros monômeros, que por sua vez são transformados através de processamento químico especial, nas resinas plásticas ou polímeros.

O plástico tem sua utilização cada vez mais desenvolvida em todos os setores industriais e por sua versatilidade e propriedade, físico-químicas, tem substituído, com vantagens, a madeira, os metais e as ligas metálicas, o vidro e o papel, as fibras vegetais e as animais, pois muitos deles já estão escassos na natureza ou têm um custo de produção bem mais elevado (Citado por Corpus Saneamento e Obras, 1997. Atualizado em Março-2001).

Devido à sua capacidade de ser moldado, o plástico tem sido utilizado na produção de uma grande variedade de artigos, como as mais diversas conformações. O consumo de plástico no Brasil vem crescendo com o desenvolvimento econômico do país. A indústria de embalagens plásticas situa-se entre as de maior crescimento no Brasil nos últimos anos.

Até a década de 60, a indústria de plásticos era associada apenas com problemas ambientais relacionados ao processo de produção, que em princípio podem ser controlados

com manutenção eficiente e tecnologias adequadas. Entretanto, o grande crescimento do consumo de plásticos, acelerado pelo seu crescente uso em descartáveis e produtos de ciclo de vida curto, acabou por transformar os próprios produtos plásticos em problema ambiental, ao gerar enormes volumes de lixo que se degradam muito lentamente, têm um impacto visual muito negativo e cuja gradual decomposição, em certos casos, origina substâncias nocivas e muito duradouras. O plástico representa 20% do volume e 6% do peso de lixo urbano, em países como os EUA (onde o consumo chega a 85 Kg) e Japão (100 Kg), o problema é maior.

Por outro lado, os plásticos, ao substituírem materiais mais pesados (metais, vidro, cerâmicas, etc.) podem contribuir para economizar energia e reduzir a queima dos combustíveis ao reduzirem o peso de veículos ou de sua carga; ao substituir papel e madeira, podem reduzir a destruição de florestas. A isso se soma a conveniência prática e econômica e, às vezes, também higiênica e sanitária do uso de plásticos descartáveis (como em seringas hipodérmicas). Tudo isso contribui para matizar as críticas aos plásticos e incentivar a busca de meios para conciliar os problemas ambientais. Um dos caminhos para minimizar os problemas ambientais relacionados ao uso dos plásticos é o uso de plásticos rapidamente degradáveis, que podem ser derivados de vegetais ou produtos petroquímicos modificados (de cadeia mais curta); outro é a reciclagem mecânica, que converte o material descartado em grânulos reutilizáveis; outro ainda é a reciclagem química, que usa o material descartado como matéria-prima para plásticos novos; finalmente, há a alternativa da incineração sob condições controladas que, quando inclui o aproveitamento da energia gerada, pode ser chamado de reciclagem energética.

A preocupação com o meio ambiente é uma nova exigência da sociedade moderna que se refletiu imediatamente numa postura mais atenta da indústria em geral. A variável ambiental passou, então, a ser fundamental também para a sobrevivência dos negócios. Trata-se da produção e, porque não, do consumo com responsabilidade. No passado, a fumaça saindo de uma chaminé era um símbolo de desenvolvimento de uma cidade, e o cidadão não se preocupava com o meio ambiente. Hoje a percepção é muito diferente uma vez que a ciência já mostrou ser necessário controlar as emissões de todos os tipos e a sociedade percebeu que, além da necessidade de utilizar os bens de consumos e duráveis, ela precisava da natureza para ter melhor qualidade de vida.

Considerando esse posicionamento, a reciclagem ganhou força e passou a ser uma das formas mais importantes de contribuição para a preservação ambiental.

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

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

Metodologia

Para efetivar este estudo, a pesquisa contará com a bibliografia e pesquisa de campo com entrevistas, quantitativas e qualitativas, através de quatro sucateiros por amostragem.

1. PET

O plástico PET é aquele utilizado nas garrafas descartáveis de refrigerantes e tem como características a leveza, a resistência e a transparência. Sua grande vantagem é poder ser reciclado várias vezes sem que a qualidade do produto final seja alterada. O material foi desenvolvido em 1941 pelos químicos ingleses Winfield e Dickson, mas só começou a ser utilizado em embalagens na década de 70, nos Estados Unidos, após cuidadosa revisão dos aspectos de segurança e meio ambiente. No Brasil, o uso é recente e o mercado de reciclagem começa a se expandir.

Os principais produtos feitos com PET reciclado no Brasil são fibras para a fabricação de cordas, fios de costura e cerdas de vassouras e escovas. Moldagem de auto-peças, garrafas de detergentes e enchimentos de traveseiros são outras possibilidades. Nos Estados Unidos existem refrigerantes envasados em garrafas PET com 25% de material reciclado, o que ainda não ocorre no Brasil por falta de tecnologia.

Uma das maiores dificuldades para a reciclagem da resina PET é a contaminação das garrafas de refrigerante pela cola do rótulo, que altera o material durante o processamento. Além disso, a difícil triagem dos diversos tipos de plástico acaba inviabilizando a separação de lotes de PET puro – um vasilhame descartável de Coca-cola, por exemplo, tem um tipo de plástico na tampa e outro no rótulo, além do corpo da garrafa. (Fonte:www.marcelosilva.com.br)

1.1 O que é PET?

O PET (Poli etileno tereftalate) é um poliéster. Seu uso foi restrito à indústria têxtil, quando passou a ser utilizado na indústria de embalagens a partir de 1993 teve início a produção de embalagens de PET, crescendo a cada ano.

Plásticos rígidos e filmes – Em média, este material corresponde a 29% do total de plásticos separados pelos municípios que fazem coleta seletiva. As empresas recicladoras reprocessam 17% dos plásticos rígidos e filmes, o que equivale a 200 mil toneladas por ano e um aumento de 2% em relação ao indicador coletado em 2000. O plástico reciclado economiza até 50% de energia.

PET – No Brasil, o consumo e reciclagem de garrafas feitas de PET tem aumentado consideravelmente. Para se ter uma idéia, em 1994, o consumo era de 1,8 bilhão de garrafas e a reciclagem atingia 290 mil unidades; em 2000, o consumo pulou para 8,4 bilhões, o mesmo ocorrendo com a reciclagem, que atingiu 1,5 milhão de garrafas

O Brasil produziu 175 mil toneladas de plástico PET em 1998. A demanda mundial é de cerca de 2,2 milhões de toneladas por ano, com previsão de dobrar nos próximos cinco anos.

A aplicação deverá crescer com o avanço da reciclagem química deste material – tipo de plástico que pode ser despolimerizado, ou seja, pode ter a sua condensação revertida, recuperando os polímeros básicos que lhe deram origem.

Vinte e um por cento (21%) da resina PET produzida no Brasil foi reciclada em 1998. As garrafas recicladas provêm de coleta através de catadores, além de fábricas e da coleta seletiva operada por municípios.

Os programas oficiais de coleta seletiva, que existem em mais de 80 cidades do país, recuperam por volta de 1.500 toneladas por ano. Além de garrafas descartáveis, existem no mercado nacional 70 milhões de garrafas de refrigerantes retornáveis, produzidas com este material. Nos EUA, a taxa de reciclagem em 1998 foi de 37% de todas as embalagens PET.

No começo dos anos 80, EUA e Canadá iniciaram a coleta dessas garrafas, reciclando-as inicialmente para fazer enchimento de almofadas. Com a melhoria da qualidade do PET reciclado, surgiram aplicações importantes, com tecidos, lâminas e garrafas para produtos não alimentícios.

Mais tarde na década de 90, o governo americano autorizou o uso destes materiais reciclados em embalagens de alimentos.

É importante saber que:

- No caso do PET de litros, a relação entre o peso da garrafa (cerca de 54g) e o conteúdo é uma das mais favoráveis entre os descartáveis. Na retornável, a reutilização da garrafa para refrigerante proporciona uma redução de geração de resíduos.
- O material não pode ser transformado em adubo.
- O PET é altamente combustível, com valor de cerca de 20.000 BTUs/quilo, e libera gases residuais como monóxido e dióxido de carbono, acetaldeído, benzoato de vinila e ácido benzóico.
- É de difícil degradação em aterros sanitários.

Em 1862, o inglês Alexandre Parkes produziu o primeiro plástico. Durável e leve, o material tornou-se um dos maiores fenômenos da era industrial. No entanto, como não é biodegradável, o plástico passou a sofrer críticas de setores ambientalistas mais radicais.

Hoje, o plástico faz parte integrante de nossa vida, estando presente em um número incomensurável de objetos e coisas por nós utilizadas: embalagens, saquinhos de lixo, objetos de uso pessoal, garrafas de refrigerantes e uma infinidade de objetos.

Apesar do primeiro plástico, a celulose, ter surgido em 1864, o PVC ou Policloreto de Venilha em 1913, foi durante a II Guerra Mundial, há pouco mais de cinquenta anos, que sua utilização industrial se desenvolveu.

Como sabemos, o petróleo é extraído do subsolo e levado para as refinarias, onde os diferentes derivados são separados. Um destes derivados é a nafta que é fornecida para as indústrias petroquímicas, dando origem aos gases eteno e propeno e a outros monômeros, que por sua vez são transformados, através de processamento químico especial, nas resinas plásticas ou polímeros. O plástico tem tido sua utilização cada vez mais desenvolvidas em todos os setores industriais e por sua versatilidade e propriedade físico-químicas, tem substituído, com vantagens, a madeira, os metais e as ligas metálicas, o vidro e o papel, as fibras vegetais e animais, pois muitos deles já estão escassos na natureza ou têm um custo de produção bem mais elevado. (Fonte: www.cempre.org.br)

O mercado de plásticos

Devido à sua capacidade de ser moldado, o plástico tem sido utilizado na produção de uma grande variedade de artigos, com as mais diversas conformações. O consumo de plásticos no Brasil vem crescendo com o desenvolvimento econômico do país. A indústria de embalagens plásticas situa-se entre as de maior crescimento no Brasil nos últimos anos. O quadro 1 mostra a evolução da utilização de embalagens plásticas no Brasil.

No período de 1992 e 1996, o consumo brasileiro de polietilenos (todos os tipos) cresceu de 14,7% ao ano. Especialistas do setor esperam a manutenção do crescimento até o ano 2000, a uma taxa estimada em 9% ao ano.

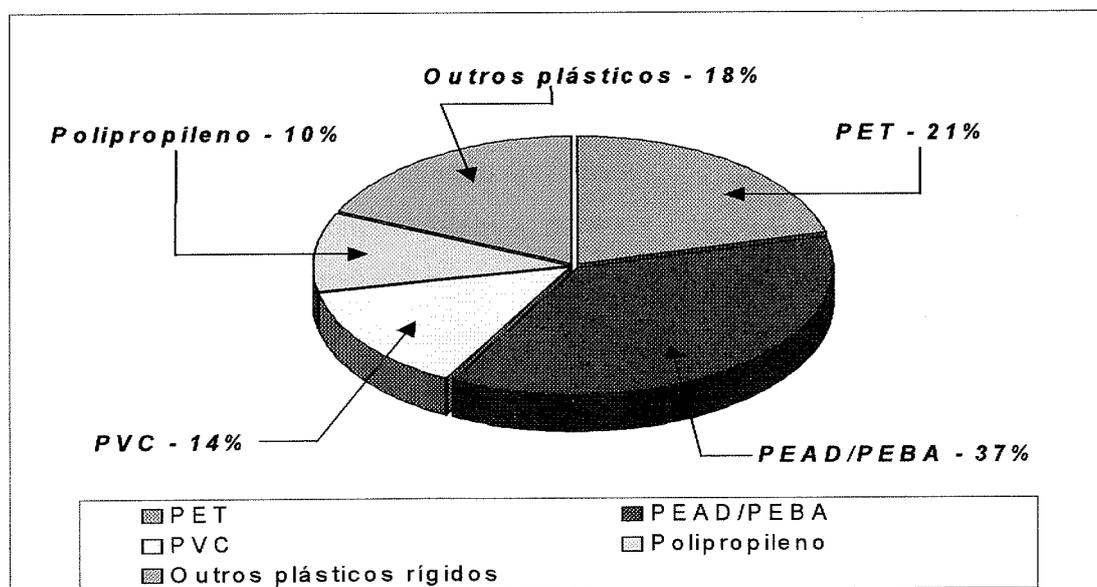
Quando se fala em plástico é difícil não pensar, em primeiro momento, em uma sacola ou copo descartável, produzidos a partir do material. Esta associação imediata é compreensível. Afinal, o setor de embalagens é responsável é responsável, atualmente, por mais de um terço do total de resinas transformadas no Brasil. Mas a aplicação do plástico não se resume a isso. Embora seja um produto popular, o plástico não pode Ter sua imagem vinculada à materiais de pouco valor. Pelo contrário, o plástico representa um material moderno, capaz de servir inclusive como indicador de desenvolvimento de um país. Setores como os de utilidades domésticas, construção civil, brinquedos, calçados, além daqueles que empregam tecnologias mais sofisticadas, como os de saúde, eletroeletrônicos, aviação e automóveis, entre outros, vêm ampliando, a cada ano, a utilização da matéria-prima em seus produtos. A diversidade de segmentos onde o plástico está presente aponta uma tendência de

crescimento, principalmente naqueles que estão em franca expansão, como o de telecomunicações. É bem verdade que o consumo de plásticos no Brasil ainda pode ser considerado baixo em relação a países do Primeiro Mundo. Segundo a Coplast – comissão do plástico da Abiquim – enquanto o consumo per capita atual de plástico nos EUA e na Europa chega a 100 kg e 80 kg, respectivamente, no Brasil, o consumo foi de apenas 20 kg, em 98. Apesar da acentuada diferença, o atual índice brasileiro demonstra o potencial de crescimento do plástico no País, se comparado com o ano de 92, quando a média ficou em torno de 8,8 kg.

Outra forma de mensurar a força do setor são os investimentos de aproximadamente US\$ 2 bilhões, programados até o ano de 2000, nas indústrias de transformação e de resinas plásticas. Diante dos fatos, torna-se inevitável relacionar a presença do plástico com o nível de sofisticação e desenvolvimento de um país. (Fonte: www.pesucar.com.br)

Os plásticos se degradam muito lentamente no meio ambiente. São bastante resistentes a radiações, calor, ar e água. Seu percentual na composição do lixo urbano pode variar de acordo com a região do país, mas é de 7 a 8% o valor médio.

A figura demonstra a composição média das resinas no resíduos plásticos rígidos, de acordo com a pesquisa CICLOSOFT, um banco de dados desenvolvido no período de 1993/1994, sobre coleta seletiva de lixo em várias cidades brasileiras. (Fonte : Cempre.Manual & Negócios Plásticos. São Paulo, 2ªed. 1998)



3. Processo de Reciclagem

Depois de separado, enfardado e estocado, o plástico é moído por um moinho de facas e lavado para voltar ao processamento industrial. Após a secagem, o material é transferido para o aglutinador, que tem forma de um cilindro, contendo hélices que giram em alta rotação e aquecem o material por fricção, transformando-o numa pasta plástica. Em seguida, é aplicada água em pequena quantidade para provocar resfriamento repentino, que faz as moléculas dos polímeros se contraírem, aumentando a sua densidade, assim o plástico adquire a forma de grânulos e entra na extrusora, máquina que funde e dá aspecto homogêneo ao material que é transformado em tiras (espaguete).

Na última etapa as tiras de material derretido passam por um banho de resfriamento, que solidificam. Depois são picotados em grãos chamados “pellets”, vendidos para fábricas de artefatos plásticos, que podem misturar o material reciclado com resina virgem para produzir novas embalagens, peças e utensílios. É possível usar 100% de material reciclado.

O processo de reciclagem pode se dar através de moagem e lavagem das embalagens ou misturando-as com reagentes químicos capazes de restaurar o produto original.

Como qualquer material, as condições de obtenção do material que se pretende moer e lavar, influência muito na qualidade final do produto.

Esquema de funcionamento básico de uma unidade de moagem, lavagem e descontaminação de PET:

- 1 – O PET chega em fardos que são desfeitos e depositados na esteira de entrada;
- 2 – Passa por uma peneira rotativa, normalmente com utilização de água. (separa pedras e outras sujeiras menores)
- 3 – Passa por uma esteira de separação, onde é feita uma inspeção visual.
- 4 – Em seguida é feita a primeira moagem no material de onde é extraído, para em seguida passar aos tanques.
- 5- Nos tanques separam-se os rótulos e tampas, e o material passa por uma descontaminação.

6 – É feita uma Segunda moagem passando o material por um lavador e secador, em seguida passando para o silo de onde é retirado em “big bags”, estando pronto para ser granulado ou enviado para outras indústrias.

Informações adicionais:

A reciclagem começa em casa. O cidadão comum tem o dever de começar, em sua casa, o trabalho de separar o lixo dos materiais recicláveis.

Isso porque cada um de nós tem o trabalho de ir aos mercados para adquirir estes produtos, portanto cabe a nós dar o primeiro passo para fazer com que os materiais sigam seu caminho de retorno para a indústria recicladora.

O Brasil já é o Primeiro colocado mundial de reciclagem de alumínio, vamos lutar para vencer mais essa batalha e levar nosso país o Campeão Mundial de reciclagem de PET.

Observe abaixo, a tabela de produção x reciclagem

Ano	Demanda p/ Reciclagem	Embalagens pós-consumo/índice
1994	80 ktons	13 ktons = 18,8%
1995	120 ktons	18 ktons = 25,4%
1996	150 ktons	22 ktons = 21,0%
1997	185,7 ktons	30 ktons = 16,2%
1998	223,6 ktons	40 ktons = 17,9%
1999	244,8 ktons	50 ktons = 20,42%
2000	255,1 ktons	67 ktons = 26,27%
2001	270 ktons	89 ktons = 32,9%

(Fonte: www.unicamp.br)

3.1 Processo

O processo de reciclagem tem 3 estágios:

- 1- Coleta seletiva, catadores ou pequenos depósitos
- 2- Separação, limpeza, desumificação, descontaminação, trituração e moagem.
- 3- Reutilização como matéria prima nas indústrias dos mais diversos ramos.

A AP – Pet Minas atua no segundo estágio, comprando, classificando, limpando, moendo (tamanho 3/8) e triturando o PET em Flakes (flocos) para serem utilizados pelas indústrias de reciclagem.

Depois de coletadas pelo processo 1, as embalagens PET passam por uma triagem para separá-los.

Para viabilizar o transporte para as fábricas recicladoras é necessário, em muitos casos, o enfardamento, em máquinas hidráulicas ou manuais.

Tipos de Reciclagem

Existem três tipos de reciclagem, cada um com uma finalidade específica:

- Mecânica: reaproveitamento do material descartado para confecção de outros produtos;
- Energética: recuperação da energia contida no resíduo plástico;
- Química: retorno às matérias-primas de origem.

Reciclagem Mecânica

A reciclagem mecânica pressupõe duas etapas iniciais: coleta seletiva e separação.

A coleta seletiva (triagem do lixo gerado nos domicílios) é considerada primordial para a reciclagem do plástico porque desperta consciência ambiental e participação do consumidor.

Uma esquema ideal de reciclagem baseado no coleta seletiva começa pela separação do lixo (plásticos, papel, alumínio, metais e vidro), resíduos úmidos (restos de alimentos) e outros

resíduos (papel higiênico, guardanapos de papel, papel carbono, pilhas, louças, porcelanas, madeira, lâmpadas).

Em algumas cidades brasileiras já há a presença dos PEV's (Postos de Entrega Voluntária), com disposição separada para plásticos, papel, alumínio, metais e vidro. Depois de coletados, os resíduos secos vão para o centro de triagem e passam por esteiras para separação por famílias de produtos: PVC, polietilenos, polipropileno, poliestireno, papel, alumínio, vidros, latas, etc.

A seguir, esses resíduos são acondicionados conforme sua futura comercialização. Depois, são mandados para as linhas de reciclagem para ser transformados em novos produtos, retornando ao mercado.

Para facilitar e incrementar a produção de reciclados, a indústria internacional do plástico adota uma codificação para sete tipos de matérias-primas. Ela vem sendo gravada numa quantidade cada vez maior de produtos para facilitar a sua identificação. Isso está acontecendo com mais frequência em artefatos de ciclo de vida curto, como embalagens.

Reciclagem Energética

É a recuperação da energia contida nos plásticos através de processos térmicos. A reciclagem energética distingue-se da incineração por utilizar os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica. Já a simples incineração não reaproveita a energia dos materiais. A energia contida em um 1Kg de plástico é equivalente à contida em 1Kg de óleo combustível.

Reciclagem Química

A reciclagem química re-processa plásticos transformando-os em petroquímicos básico, que servem como matéria-prima em refinarias ou centrais petroquímicas para obtenção de produtos nobres de elevada qualidade.

Existem vários processos para este tipo de reciclagem, sendo que atualmente o que se encontra em estágio mais adiantado de desenvolvimento é a pirólise. Este processo consiste na quebra molecular por aquecimento, transformando o plástico em óleo e gases, sendo estes novamente utilizados como matéria-prima na indústria petroquímica.

Como acontece a reciclagem do PET.

O PET pode ser reciclado de três maneiras diferentes:

1 – Reciclagem química. Utilizada também para outros plásticos, separa os componentes do PET, fornecendo matéria-prima para solventes e resinas, entre outros produtos.

2 – Reciclagem energética. O calor gerado com a queima do produto pode ser aproveitado na geração de energia elétrica (usinas termelétricas), alimentação de caldeiras e alto-fornos. O PET tem alto poder calorífico e não exala substâncias tóxicas quando queimado. Outros materiais combustíveis também podem ser utilizados.

3 – Reciclagem mecânica. Praticamente todo o PET reciclado no Brasil passa pelo processo mecânico, que pode ser dividido em:

RECUPERAÇÃO: Nesta fase, as embalagens que seriam atiradas no lixo comum ganham o status de matéria-prima, o que, de fato, são. As embalagens recuperadas serão separadas por cor e prensadas. A separação por cor é necessária para que os produtos que resultarão do processo tenham uniformidade de cor, facilitando, assim sua aplicação no mercado. A prensagem, por outro lado, é importante para que o transporte das embalagens seja viabilizado. Como já sabemos, o PET é muito leve.

REVALORIZAÇÃO: As garrafas são moídas, ganhando valor no mercado. O produto que resulta desta fase é o floco da garrafa. Pode ser produzido de maneiras diferentes e, os flocos mais refinados, podem ser utilizados diretamente como matéria-prima para a fabricação dos diversos produtos que o PET reciclado dá origem na etapa de transformação. No entanto, há possibilidade de valorizar ainda mais o produto, produzindo os grãos de PET reciclado. Desta forma o produto fica muito mais condensado, otimizando transporte e o desempenho da transformação.

TRANSFORMAÇÃO: Fase em que os flocos, ou granulado será transformado num novo produto, fechando o ciclo. Os transformadores utilizam PET reciclado para fabricação de diversos produtos, inclusive novas garrafas para produtos não alimentícios.

O problema de identificação das resinas verificado no plástico filme é o mesmo no plástico rígido. Por isso a utilização de símbolos padronizados que auxiliam na triagem é cada vez mais adotada.

- 15% dos plásticos rígidos e filme são reciclados no Brasil – não há dados específicos sobre os materiais em separado.
- 1,8 milhão de toneladas de plástico são consumidos no Brasil por ano. 350 mil toneladas são despejadas anualmente nos aterros sanitários.

Modalidades de reciclagem

Reciclagem primária

É aquela que se entrega resíduo de um produto para a sua própria produção.

Ex.: embalagem de alumínio (latinha).

Reciclagem secundária

Baseia-se na utilização do resíduo de um produto para a confecção de outro distinto.

Ex.: embalagem de PET (garrafa de PET se transforma em fibra de tecido, tapetes, cortinas)

Reciclagem terciária

É a que recupera produtos químicos ou energia a partir de resíduos.

Ex.: recuperação de energia a partir da incineração de lixo.

Os principais contaminantes do PET reciclado de garrafas de refrigerantes são os adesivos (cola) usados como rótulo e (“base cup”). A maioria dos processos de lavagens não impede que traços destes produtos indesejáveis permaneçam no floco de PET. A cola age como catalisador de degradação hidrolítica quando o material é submetido à alta temperatura no processo de extrusão, além de escurecer e endurecer o reciclado. O mesmo pode ocorrer com o cloreto de polivinila (PVC), que compõe outros tipos de garrafas e não pode misturar-se com a sucata de PET. O alumínio existente em algumas tampas só é tolerado com teor de até 50 partes por milhão no reciclado.

A seleção e pré-processamento da sucata é muito importante para a garantia de qualidade do reciclado. A seleção pode ser feita pelo símbolo que identifica o material ou pela cor (cristal, âmbar, ou verde). A separação pode seguir processos manuais ou mecânicos, como sensores óticos. No pré-processamento, após a prensagem, é preciso retirar os contaminantes, separando-os por diferença de densidade em fluxo de água ou ar. Além do rótulo (polietileno de alta densidade), devem ser retirados da sucata os resíduos de refrigerantes e demais detritos, por meio de processos de lavagem.

Viabilidade Executiva

Um ponto importante a ser considerado na coleta seletiva é se determinar como será e onde será feita a coleta, devendo os locais escolhidos ter o material que comporte o respectivo trabalho. Outro ponto é quem deverá executar tal coleta.

Seria uma simples campanha suficiente para o êxito de uma coleta seletiva. A experiência em casos semelhantes tem revelado que não. Em outros países e especialmente na Alemanha existem leis que obrigam o munícipe a separar previamente os materiais recicláveis do lixo e, aquele que desobedecer é severamente punido através de pesadas multas. Infelizmente o povo só entende a linguagem do bolso e, dificilmente, sem medidas concretas, em qualquer país do mundo, uma coleta seletiva irá funcionar.

Sabe-se que na cidade de Nova Iorque, o custo do plástico reciclado é superior ao dobro do plástico originalmente fabricado.

Na Alemanha, por falta de mercado dos produtos reciclados do lixo, não se sabe o que fazer com esses resíduos e a grande maioria é encaminhada, após a separação, para os incineradores.

Viabilidade Econômica

É evidente que em alguns casos se justifica um certo prejuízo na reciclagem dos plásticos, em benefício da maior vida útil dos aterros sanitários, visando a poluição causada por incineradores e a própria proteção das áreas aterradas, pois o plástico não se decompõe, complicando um natural ciclo ecológico.

O certo é que a coleta seletiva seja executada por empresas especializadas no aproveitamento dos diversos materiais recicláveis, mediante autorização expressa do poder público que deve agir como órgão fiscalizador. Esta é a conclusão colhida face aos problemas existentes em muitas cidades do primeiro mundo.

Viabilidade Ecológica

Incentivar e economia privada na execução dos serviços de coleta seletiva dos plásticos parece a melhor política a ser seguida pelos administradores municipais, com conseqüências realmente positivas para a proteção do meio ambiente.

Viabilidade Social

Deve-se levar em conta o caso de uma seleção de reciclados não causar problemas sociais, tais como o fechamento de empresas e o desemprego. (Fonte: www.corpus.com.br)

Processos de Reciclagem de Plásticos

É possível economizar até 50% de energia com o uso de plástico reciclado. No Brasil, o maior mercado é o da reciclagem primária, que consiste na regeneração de um único tipo de resina separadamente. Este tipo de reciclagem absorve 5% do plástico consumido no país e é geralmente associada à produção industrial (Pré-consumo).

Um mercado crescente é o da chamada reciclagem secundária: o processamento de polímeros, misturado ou não, entre os mais de 40 existentes no mercado. A chamada “madeira plástica”, feita com a mistura de vários polímeros reciclados, é um exemplo. (Fonte: www.valentemoagem.com.br)

3.2 Dados Técnicos

Certos plásticos se destacam por seu baixo preço e grande facilidade de processamento, o que incentiva seu uso em larga escala. São chamados plásticos ou resinas commodities, materiais baratos e usados em aplicações de baixo custo. São o equivalente aos aços de baixo carbono na siderurgia.

Os principais plásticos commodities são: polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) e o policloreto de vinila (PVC).

Polietileno (PE)

- Mero: etileno (designação antiga do eteno):
- G.P. = 50.000 a 300.000
- Principais propriedades:

Baixo custo

Elevada resistência química e a solventes

Baixo coeficiente de atrito

Macio e flexível

Fácil processamento

Excelentes propriedades isolantes

Baixa permeabilidade à água

Atóxico

Inodoro

Há quatro tipos básicos:

- Polietileno de Baixa Densidade (PEBD): 0,910-0,925 g/cm³. Apresenta moléculas com alto grau de ramificação. É a versão mais leve e flexível do PE. É utilizado basicamente em filmes, laminados, recipientes, embalagens, brinquedos, isolamentos de fios elétricos, etc. Produção brasileira em 1998: 652.647 t.

➤ Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL): 0,918-0,940 g/cm³. Apresenta menor incidência de ramificações, as quais se apresentam de forma mais regular e são mais curtas que no PEDB. Suas propriedades mecânicas são ligeiramente superiores ao PEDB em termos de resistência mecânica. Seu custo de fabricação é menor. Sua flexibilidade e resistência ao impacto recomenda sua aplicação para embalagens de alimentos, bolsas de gelo, utensílios domésticos, canos e tubos. Produção brasileira em 1998: 175.053 t.

➤ Polietileno de Alta Densidade (PEAD): 0,935-0,960 g/cm³. Apresenta estrutura praticamente isenta de ramificações. É um plástico rígido, resistente à tração, com moderada resistência ao impacto. Utilizado em bombonas, recipientes, garrafas, filmes, brinquedos, materiais hospitalares, tubos para distribuição de água e gás, tanques de combustível automotivos, etc. Produção brasileira em 1998: 692.864 t.

➤ Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (PEUAPM): G.P. da ordem de 3.000.000 a 6.000.000. Alta inércia química, alta resistência à abrasão e ao impacto, baixo coeficiente de atrito, alta maciez. Praticamente infusível, processado com grande dificuldade, geralmente através de sinterização. Aplicações: engrenagens, componentes para bombas de líquidos corrosivos, implantes de ossos artificiais, isolamento de fios e cabos, mancais, revestimentos de pistas, trilhos-guias, etc. O Brasil ainda não produz este tipo de plástico.

Polipropileno (PP)

Mero: propileno (designação antiga do propeno)

Propriedades muito semelhantes às do PE, mas com ponto de amolecimento mais elevado.

Principais propriedades:

Baixo custo

Elevada resistência química e a solventes

Fácil moldagem

Fácil coloração

Alta resistência à fratura por flexão ou fadiga

Boa resistência ao impacto acima de 15 graus

Boa estabilidade térmica

Maior sensibilidade à luz UV e agentes de oxidação, sofrendo degradação com maior facilidade.

Aplicações:

Brinquedos

Recipientes para alimentos, remédios, produtos químicos

Carcaças para eletrodomésticos

Fibras

Sacarias (ráfia)

Filmes orientados

Tubos para cargas de canetas esferográficas

Carpetes

Seringas de injeção

Material hospitalar esterilizável

Autopeças (para-choques, pedais, carcaças de baterias, lanternas, ventoinhas, ventiladores, peças diversas no habitáculo).

Peças para máquina de lavar.

Atualmente há uma tendência no sentido de se utilizar exclusivamente o PP no interior dos automóveis. Isso facilitaria a reciclagem do material por ocasião do sucateamento do veículo, pois se saberia com qual material se estaria lidando.

Produção brasileira de PP em 1998: 702.795 t.

Poliestireno (PS)

Mero: estireno

Termoplástico: duro e quebradiço, com transparência cristalina.

Principais propriedades:

Fácil processamento

Fácil coloração

Baixo custo

Elevada resistência a ácidos e álcalis

Semelhante ao vidro

Baixa densidade e absorção de umidade

Baixa resistência a solventes orgânicos, calor e intempéries.

Produção brasileira em 1998: 129.879 t (excluindo o isopor).

Há quatro tipos básicos:

PS cristal: homopolímero amorfo, duro, com brilho e elevado índice de refração. Pode receber aditivos lubrificantes para facilitar processamento. Usado em artigos de baixo custo.

PS resistente ao calor: maior P.M., o que torna seu processamento mais difícil. Variante ideal para confecção de peças de máquinas ou automóveis, gabinetes de rádios e TV, grades de ar condicionado, peças internas e externas de eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos, circuladores de ar, ventiladores e exaustores.

PS de alto impacto: contém de 5 a 10% de elastômero (borracha), que é incorporado através de mistura mecânica ou diretamente no processo de polimerização, através de enxerto na cadeia polimérica. Obtém-se desse modo uma blenda. Muito usado na fabricação de utensílios domésticos (gavetas de geladeira) e brinquedos.

PS expandido: espuma semi-rígida com marca comercial isopor. O plástico é polimerizado na presença do agente expensor ou então o mesmo pode ser absorvido posteriormente. Durante o processamento do material aquecido, ele se volatiliza, gerando as células no material. Baixa densidade e bom isolamento térmico. Aplicações: protetor de equipamentos, isolantes térmicos, pranchas para flutuação, geladeiras isotérmicas, etc. Produção brasileira em 1998: 10.000 t.

Poli(cloreto de vinila) PVC

Mero: cloreto de vinila

Principais propriedades:

Baixo custo

Elevada resistência a chama, pela presença do cloro
Processamento demanda um pouco de cuidado

Restrições

O monômero é um potente cancerígeno; deve haver controle do teor residual que permanece no polímero, particularmente em aplicações em que o polímero vai entrar em contato com alimentos.

Plastificantes (aditivo usado para tornar o polímero mais flexível) a base de ftalatos também são considerados cancerígenos. O Greenpeace vem promovendo ampla campanha para banir o uso de PVC que contenha esse aditivo, particularmente em brinquedos e produtos que venham a entrar em contato com alimentos.

Produção brasileira em 1998: 649.840 t.

Há quatro tipos básicos:

PVC rígido, isento de plastificantes. Duro e tenaz, com excelentes propriedades térmicas e elétricas. Resistente à corrosão, oxidação e intempéries. Usado na fabricação de tubos, carcaças de utensílios domésticos e baterias.

PVC flexível ou plastificado, que contém de 20 a 100 partes de plastificante por 100 de polímero. Usado no revestimento de fios e cabos elétricos, composições de tintas (látex vinílico), cortinas de banheiros, encerados de caminhão (sanduíche filme de PVC + malha de poliéster + filme de PVC), etc.

PVC transparente, isento de cargas

PVC celular ou expandido.

Projeto Lixo Seletivo – PET (polietileno tereftalato)

A reciclagem das embalagens PET (polietileno tereftalato), como as garrafas de refrigerantes descartáveis, está em franca ascensão no Brasil. O material, que é um poliéster termoplástico, tem como características a leveza, a resistência e a transparência, ideais para

satisfazer a demanda do consumo doméstico de refrigerantes e de outros produtos, como artigos de limpeza e comestíveis em geral. (Fonte: www.gorni.hpg.ig.com.br)

A evolução do mercado e os avanços tecnológicos têm impulsionado novas aplicações para o PET reciclado das cordas e fios de costura aos carpetes, bandejas de frutas e até mesmo novas garrafas. Sua reciclagem, além de desviar lixo plástico dos aterros utiliza apenas 30% da energia necessária para a produção da resina virgem, e tem a vantagem de poder ser reciclado várias vezes sem prejudicar a qualidade do produto final.

No Rio de Janeiro, as garrafas PET correspondem em média 1,4% em peso do lixo urbano. Na coleta seletiva o PET representa em média 2,3% do peso dos reciclados separados.

Após a seleção, separação e pré-processamento do material, a reciclagem pode ocorrer de três formas:

A reciclagem primária, ou direta, é o nome dado ao reprocessamento de resíduo plástico industrial, composto por aparas canais de injeção, borras ou outros refugos. Nesse caso, a reciclagem é feita na própria fábrica ou por terceiros. Os refugos são moídos e encaminhados aos equipamentos de transformação, como extrusoras, sopradoras ou injetoras (cujo funcionamento básico será explicado mais adiante). O material pode ser reprocessado juntamente com resina virgem (não reciclada), para obtenção do produto acabado.

Já a reciclagem secundária, ou indireta, é a reciclagem de resíduos plásticos urbanos ou agrícolas pós-consumidos. Ela necessita de operações adicionais à recuperação primária. São importantes as etapas de separação manual de artefatos por tipo de plástico utilizado, a fim de não prejudicar o desempenho mecânico do artefato reciclado. É preciso retirar partes metálicas dos refugos plásticos, com o objetivo de não danificar os equipamentos de reciclagem. Também é necessária a lavagem desses resíduos para retirada de contaminantes – terra, resíduos orgânicos em decomposição, papel, etc. Assim, os principais estágios do processo de reciclagem de plásticos são: estocagem, separação manual, moagem, lavagem, secagem, aglutinação (para filmes flexíveis), extrusão, granulação e transformação em um produto acabado, como frascos, sacolas, etc. Essa última etapa pode ser feita na própria indústria de reciclagem ou por terceiros. O presente manual trata do processo até a granulação (produção de pellets).

Na reciclagem terciária, que consiste na reversão química do processo que formou o polímero de PET, possibilitando o retorno às matérias-primas originais, usadas novamente para a fabricação do mesmo produto.

Outra forma de aproveitamento é a incineração em unidades termelétricas que recuperam parcialmente a energia contida no material.

Atualmente, o maior mercado para o PET pós consumo no Brasil é a produção de fibras para a fabricação de cordas (multifilamentos), fios de costura (monofilamentos) e cerdas de vassouras e escovas. Outra parte é destinada a moldagem de autopeças, lâminas para termoformadores e formadores à vácuo. (manequins plásticos), garrafas de detergentes, mantas não tecidas, carpetes e enchimentos de travesseiros. É impossível reprocessar o polímero para a retirada de resinas alquímicas usadas na produção de tintas.

O mercado mundial de embalagens PET produzidas com material reciclado está em expansão. Os exemplos são as garrafas de bebidas em multi-camadas e as remoldadas a partir de flocos limpos de PET, além das bandejas de frutas, (lâminas de duas ou três camadas moldadas) e dos suportes para embalagens de biscoitos.

Plástico Rígido

Leve, resistente e prático, o plástico rígido é o material que compõe cerca de 60% das embalagens plásticas no Brasil, como garrafas de refrigerantes, recipientes para produtos de limpeza e higiene e potes de alimentos. É também matéria-prima básica de bombonas, fibras têxteis, tubos e conexões calçados, eletrodomésticos, além de baldes, utensílios domésticos e outros produtos.

O Brasil consome 1,8 milhão de toneladas de plástico por ano. Dessas, 350 mil toneladas são despejadas anualmente nos aterros sanitários, embora a vida útil do material não acabe no momento em que é descartado no lixo, ele pode ser reprocessado, gerando novos artefatos plásticos e energia.

No Rio de Janeiro o plástico rígido, corresponde a 15% do lixo, mas em Curitiba a fatia é de 6%.

A reciclagem que começou a ser feita pelas próprias indústrias para reaproveitamento se suas perdas de produção, tem contribuído para reduzir o impacto dos aterros de lixo. Além

da questão ambiental, em termos econômico, o desperdício não justifica: usando plástico reciclado, é possível economizar até 50% de energia.

Plástico no setor automobilístico

A introdução do plástico na indústria automobilística, na década de 70, foi decorrente da crise do petróleo e da necessidade de se produzir veículos mais leves, a fim de reduzir o consumo de combustível, mas mantendo a qualidade final do produto. Hoje em dia, no entanto, além da questão econômica, o plástico passou a desempenhar papel imprescindível na composição dos automóveis por outras razões. Ele possibilita design modernos, redução de peso, aumento da segurança, redução de custos e tempo de produção, além de ser imune à corrosão.

A indústria automobilística européia, por exemplo, utiliza anualmente cerca de 2 milhões de toneladas de plástico. Estudo publicado pela Associação dos Fabricantes de Plásticos da Europa, divulgado na revista *British Plastics*, aponta que a média de aplicação do material por veículo chega a 110 kg. Em média, cada 100 kg de plástico, segundo o estudo, substituem de 200 kg a 300 kg de peso provenientes de outros materiais, reduzindo o consumo anual de combustível em 12 milhões de toneladas e a emissão de CO₂ em 30 milhões de toneladas. No Brasil, atualmente, cada veículo utiliza entre 60 e 90 quilos de plástico, sendo 63% em equipamentos internos, 15% no copo externo, 9% no motor, 8% no sistema elétrico e 5% no chassi. No final da década de 80, a média da aplicação de plástico nos carros nacionais era de apenas 30 quilos.

A aplicação de plásticos nos automóveis aumenta na mesma proporção do índice de satisfação de clientes e fabricantes com os resultados alcançados e vem conquistando novos mercados. Tanques de combustível e motores de alguns veículos já estão sendo fabricados em plástico.

A maior prova do potencial de crescimento dos plásticos no setor automobilístico foi apresentada recentemente no Salão do Automóvel, em São Paulo. Um carro constituído de carroçaria feita de plástico foi apontado pela crítica como o carro mais luxuoso produzido no Brasil. Entre as vantagens da aplicação do material, está a redução do custo de produção e do peso, de 100 quilos a menos em relação a veículos do mesmo porte.

Plástico no setor eletroeletrônico

Grande parte dos eletrodomésticos e eletroeletrônicos, que cumprem funções importantes no cotidiano das pessoas, são constituídos de material plástico. Do liquidificador ao ferro de passar, da geladeira à máquina de lavar, todos utilizam a matéria-prima em suas estruturas. Assim como no setor automobilístico, o eletroeletrônico representa um dos segmentos mais promissores para a aplicação de plástico, devido a necessidade de aliar rapidez no processo de produção a um custo cada vez mais baixo. O plástico permitiu ainda a popularização dos produtos, que passaram a ser mais acessíveis aos consumidores.

A conquista de novos mercados pelo plástico também cresce entre os eletroeletrônicos. Um bom exemplo são algumas linhas de lavadoras, que passaram a contar com gabinetes plásticos, eliminando etapas do processo de produção como estamparia, funilaria, soldagem, tratamento químico e pintura, e, conseqüentemente, proporcionando economia de tempo e otimização do espaço físico. As lavadoras pesam em média 18kg, sendo 60% em plástico, enquanto as que utilizam chapas de aço pesam, em média, 26kg. A redução nos gastos com produção e matéria-prima garantem, ainda, um preço mais acessível ao consumidor.

Além de gabinetes, o plástico vem, a exemplo do que acontece no setor automobilístico, conquistando novas aplicações no universo dos eletros. Pesquisadores da Universidade de Cambridge, na Inglaterra, desenvolveram recentemente uma tecnologia revolucionária de visualização luminosa que substitui as atuais telas de vidro dos computadores por outra mais leve, ultrafina, flexível e sem reflexos, produzida em plástico. Em fase de desenvolvimento, a nova tecnologia ainda vai levar alguns anos para ser aplicada em televisores e computadores, mas já está sendo utilizada em auto-rádios, agendas eletrônicas e telefones celulares.

Plástico no setor de informática

A indústria da informática é uma das que certamente requerem cada vez mais tecnologia sofisticada. A necessidade de adaptação constante aos avanços que suas próprias máquinas proporcionam obrigam as empresas fabricantes de produtos voltados ao setor a se apressar na busca de diferenciais que possibilitem a conquista de uma maior fatia no

concorrido mercado da informatização. Assim, existe no universo das empresas uma unanimidade: a aplicação do plástico se torna a cada dia mais imprescindível para o desempenho final de seu produto.

Para os monitores de computadores, por exemplo, o plástico é sem dúvida o material mais indicado. Com peso aproximado de 12kg , menos de 20% refere-se aos componentes plásticos, distribuídos entre gabinetes, suportes e botões. Além da vantagem da redução no peso final, a alta tensão contida no interior dos equipamentos torna praticamente inviável a aplicação de outro tipo de matéria-prima, como metal ou cerâmica. Esta característica de resistência ao calor, entre outras inúmeras vantagens, faz com que o plástico seja utilizado também em gabinetes e peças de aparelhos de TV, videocassetes, microondas e telefones celulares, aparecendo, em todos eles, como elemento fundamental.

Plástico no setor de saúde

A aplicação de materiais plásticos na área médica vai muito além das seringas descartáveis. Conforme divulgado no workshop Medical Technology Special, realizado na Alemanha, estima-se que 2,8 milhões de toneladas de plástico foram utilizadas, em 1997, pela Medicina, sendo que cerca de 770 mil toneladas apenas na Europa. O plástico representa o material mais aplicado na fabricação de produtos da área médica, com participação de 45%.

O atual estágio de desenvolvimento alcançado nesta área permite até mesmo, em casos de urgência, a instalação temporária de órgão artificiais em seres humanos, como pulmão e coração, fabricados a partir do plástico. “É praticamente impossível imaginar o avanço na Medicina sem o uso do plástico”, afirma o Dr. Adib Jatene, cardiologista do Incor e ex-ministro da Saúde, que aponta como principais vantagens da aplicação do material a facilidade de modelar, a resistência à temperatura e choque, a redução de peso em relação a outros materiais, além, é claro, do fato de ser inerte. Esta última característica, segundo ele, permitiu ao plástico ser considerado um dos principais responsáveis pela eliminação da transmissão de doenças e infecções hospitalares. “Embora os processos de esterilização sejam eficientes, a utilização de materiais plásticos descartáveis ainda é o método mais seguro”, acrescenta Jatene. Atualmente, uma infinidade de produtos, como tubos traqueais, catéteres, materiais

coletores, frascos, oxigenadores, bolsas de sangue, entre outros, são produzidos a partir do plástico, devido a versatilidade que o material apresenta.

Nas bolsas de sangue, que há cerca de dez anos eram fabricadas em vidro, a aplicação do plástico passou a representar 100%. O plástico pode ser aplicado ainda em próteses, que substituem osso e articulações. Por ser inerte, o material não apresenta sinais de rejeição do organismo e sua resistência ao choque o coloca entre os materiais mais indicados para este tipo de tratamento. Seguindo normas da área de saúde, todos os materiais, antes de aplicados, são testados por órgãos como o INCQS e a Fiocruz, que confirmam a viabilidade da utilização do material em produtos hospitalares.

Plástico no setor de construção civil

Da durabilidade necessária às instalações hidráulicas e elétricas até o cuidado no acabamento de uma obra, o plástico aparece como elemento fundamental para o setor de construção civil. Embora sempre aparente, como nas tubulações que se escondem atrás das paredes, e em certos casos disfarçados, como em pisos ou telhas que imitam peças cerâmicas, o plástico vem aumentando a cada ano sua participação neste segmento. O segmento de janelas e perfis plásticos, por exemplo, é um dos que devem mais crescer nos próximos anos. Na Grã Bretanha, elas já passam de 70% e na França e na Alemanha, estão em torno de 50%. Estima-se que a indústria de construção civil no País movimente cerca de R\$ 130 bilhões por ano e 10% deste total seja proveniente de produtos plásticos.

Esta tendência ficou evidenciada no II Encontro de Tecnologia de Sistemas Plásticos na Construção Civil, promovido pela Escola Politécnica da USP, em novembro de 97, em São Paulo. No evento, 14 empresas apresentaram produtos como caixas d'água, portas, janelas, pisos, telhas, banheiras, móveis, além de tubos e conexões, mostrando que, hoje, em dia, já é possível construir uma casa utilizando apenas materiais plásticos. Um bom exemplo disso pode ser visto no campus da USP, onde uma casa, revestida interna e externamente de plástico, chama a atenção dos visitantes. Trata-se do Centro de Técnicas de Saneamento 100% Plástico, resultado de uma parceria entre a Escola Politécnica da USP e o Cediplac – Centro de Desenvolvimento e Documentação da Indústria de Plástico para a Construção Civil. O “Plasticão”, como é conhecido entre os alunos e professores da Poli, foi construído com o

objetivo de auxiliar em pesquisas e desenvolvimento do audacioso projeto de Sistemas de Esgoto 100% Plástico, que permite a substituição dos sistemas convencionais, com rápida instalação e capacidade de manutenção constante. Este sistema já está sendo utilizado por empresas de saneamento básico da Bahia, do Paraná e de Brasília

Plástico no setor de aviação

Décimo maior fabricante mundial e dono da Quinta maior frota, o setor aeronáutico brasileiro, que tem investimento da ordem de US\$ 11,6 bilhões programados para os próximos três anos, representa um mercado promissor para a indústria do plástico. Em uma aeronave, a aplicação do material é evidente em toda a estrutura, desde o revestimento das paredes internas até os próprios assentos. Mas, a utilização do plástico na aviação é muito mais ampla. Apostando no setor, que só este ano deverá movimentar US\$ 3 bilhões, transformadores de todo o mundo estão disputando espaço neste mercado. Uma das novidades em aplicações externas é a película de plástico que substitui a pintura na fuselagem dos aviões, reduzindo a necessidade de manutenção. Além disso, conectores e filmes de revestimento para janelas, que evitam estilhaçamento, reduzem ruído externo e filtram a entrada de raios ultravioleta, também são feitos a partir de plástico.

Recentemente, a Nasa, agência espacial americana, realizou na Califórnia testes com uma estranha aeronave, chamada Centurion, que funcionará a base de energia solar. Entre os materiais utilizados na sua sofisticada estrutura está o plástico.

Plástico no setor de embalagens

No setor de embalagens, que movimentou R\$ 10,9 bilhões no ano 1997, quem dita as regras é o consumidor. Esta foi a conclusão do 8º Congresso Brasileiro de Embalagem, promovido pela Abre, nos dias 23 e 24 de setembro de 1998, em São Paulo. Conforme pesquisa do Procon, divulgada durante o evento, os consumidores vêm atribuindo cada vez mais importância às embalagens, relacionando sua qualidade à do próprio produto. Diante desta nova realidade de mercado, o setor plástico pode e deve comemorar. Do total de embalagens consumidas no Brasil, em 97, cerca de 25% foram plásticas. Esta participação

refere-se a 34,6% do total de resinas transformadas no País. Na Europa Ocidental, o plástico responde por 50% do total do mercado de embalagens. Em 1996, cerca de 10 milhões de toneladas de plástico, referentes a 42% do volume consumido no continente, foram destinados a este segmento. Segundo a Associação dos Fabricantes de Plástico da Europa, o material reduziu em mais de 80% o peso das embalagens em relação a 20 anos atrás. A entidade afirma que 90% das embalagens pesam menos de 10 gramas.

Só o PET destinou a este segmento quase 90% das 249 mil toneladas fabricadas. Até o ano 2000, as indústrias de refrigerantes deverão alcançar uma produção de 11 bilhões de litros, sendo que 63% desse total deverá ser envasado em garrafas PET. Nos EUA, as grandes fabricantes de cerveja já estão adotando o plástico em suas embalagens.

Plasticultura

O plástico a serviço da agricultura, aquicultura e criação de animais e aves de corte. Este é o conceito da plasticultura, tecnologia que deverá estar utilizando, até 2000, no Brasil, cerca de 100 mil toneladas métricas de plásticos. Se comparado com países como Israel, Japão, Estados Unidos e Espanha, que usam de 50 a 100 vezes mais plásticos na agricultura, o índice brasileiro ainda é baixo. Mas, considerando que, em 1989, o consumo era de apenas 28 mil toneladas métricas, a aplicação do material mais uma vez demonstra enorme potencial de crescimento.

O plástico está presente em sistemas de irrigação de solos, na cobertura de silos para armazenagem de grãos e em tubos para ventilação de estoques de cereais, entre outras aplicações. Regiões como o sul da Califórnia e os desertos de Israel, caracterizados por solos áridos, estão, atualmente, entre as áreas mais férteis e produtivas do mundo, graças ao abastecimento de água por meio de tubos e dutos plásticos. Na Espanha, mais precisamente na região de Almeria, a plasticultura transformou uma área mais árida que o deserto do Saara em uma das principais produtoras de hortigranjeiros da Europa, com 15 mil hectares onde se cultiva de tudo durante todo o ano. Trata-se da maior concentração mundial de plásticos aplicados na agricultura.

No Brasil, se os números ainda não são tão expressivos como nos exemplos citados ao longo do mundo, os resultados alcançados indicam, ao menos, a viabilidade e a necessidade de

se utilizar o material. O engenheiro agrônomo Moisés Waxman, pioneiro no uso do plástico para aumentar a produção e qualidade de alimentos no País, realizou estudos na Fazenda Experimental de Cruz das Almas, na Bahia, onde o retorno financeiro de uma cultura protegida pelo plástico chegou a ser até três vezes maior em relação a outra sem cobertura.

E expansão do uso do plástico na agropecuária foi responsável pela criação, em 1996, do Comitê Brasileiro de Plasticultura. Segundo a professora Romi Gotto, presidente da entidade, o Comitê terá como principal meta a formação de comissões para o estudo do uso do plástico em diversos segmentos do setor agropecuário, avaliando a qualidade e a quantidade do material utilizado. Outra iniciativa que confirma a viabilidade da ciência é a Estação Experimental de Plasticultura, inaugurada em outubro pelo Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Unesp, em Jaboticabal. “O objetivo do projeto é fazer com que o plasticultor veja sua propriedade como uma empresa agrícola e não como uma área de cultivo de subsistência”, afirma o professor Jairo Augusto Campos de Araújo, um dos grandes incentivadores da plasticultura no Brasil. Segundo ele, a Estação espera contar com a participação de empresas para ser um centro de referência em estudos ligados à plasticultura.

A importância da reciclagem

Desde que o conceito de reciclagem surgiu, décadas atrás, a preservação do meio ambiente é seu principal mote. Entretanto, o progresso das técnicas viabilizou muitas atividades industriais, tornando a reciclagem também uma alternativa de investimento e geração de trabalho e renda. Temos no Brasil um serviço social prestado pela reciclagem.

Normatizado pela ABNT, o triângulo da reciclagem é fundamental na hora de separar os vários tipos de plásticos, tarefa fundamental para a viabilização econômica e industrial da reciclagem.

Cada tipo de plástico recebeu uma numeração específica e todas as embalagens plásticas devem ter o respectivo triângulo com a identificação. As embalagens de PET são identificadas através do número 1. Na maioria das embalagens, o triângulo é aplicado em alto relevo na parte de baixo da mesma. (Fonte: www.pesucar.com.br)

3.3 Visão Econômica

Plástico rígido

Refrigerantes, produtos de higiene e limpeza, potes de alimentos, bombonas, tubos e conexões, calçados, eletrodomésticos e utensílios como baldes, vassouras e outros objetos são feitos com plástico rígido. Quando surgiu, em 1862, tornou-se um dos maiores fenômenos da era industrial. O fato de não ser biodegradável, entretanto, estimulou a crítica de setores ambientalistas mais radicais.

Polímeros: Materiais de nosso dia a dia

O plástico é um dos materiais que pertence à família dos polímeros, e provavelmente o mais popular. Isto levanta uma série de perguntas...

- Onde encontramos plástico em nosso dia a dia?
- Por que este tipo de material é tão dominante na nossa era?
- Por exemplo, por que há baldes em plástico e não de chapa metálica ou madeira, como antigamente?

Resposta: Baixo peso. Para que carregar um pesado balde metálico se o plástico torna o balde leve e estável o suficiente para transportar água.

- Por que os fios elétricos são revestidos de plástico e não mais de porcelana ou tecido isolante, como antigamente?

Resposta: O revestimento plástico é mais flexível que a porcelana. Também é bem mais robusto e resistente às intempéries do que os tecidos. E tudo isso sem prejudicar o isolamento elétrico que é absolutamente vital neste caso.

- Por que as geladeiras são revestidas internamente com plástico?

Resposta: O plástico é robusto o suficiente e é um ótimo isolante térmico, exigindo menor esforço do compressor para manter os alimentos congelados.

➤ Por que o CD é feito de plástico?

Resposta: O plástico utilizado neste caso – policarbonato (ou, abreviadamente, PC) – é tão transparente quanto o vidro, ao mesmo tempo que é mais leve e é bem menos frágil.

E, o que é mais importante, em todos os casos acima, o plástico apresenta custo bastante compensador em relação aos demais materiais. Este é um fator primordial para sua escolha.

Como nem tudo é perfeito no mundo, há algumas desvantagens inevitáveis decorrentes do uso do plástico:

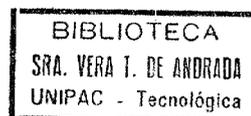
➤ Materiais plásticos permitem menos abusos – principalmente em termos de exposição ao calor.

➤ A reciclagem do plástico pode ser problemática. Além de alguns problemas técnicos, que serão vistos mais adiante, a viabilidade econômica fica comprometida justamente pelas principais vantagens de sua utilização: baixo preço e baixo peso. Por exemplo, latinhas de alumínio são bem mais atrativas para os catadores de lixo, pois o preço pago é muito maior.

O principal mercado consumidor de plástico reciclado na forma de grânulos são as indústrias de artefatos plásticos, que utilizam o material na produção de balde, cabides, garrafas de água sanitária, conduítes e acessórios para automóveis, para citar alguns exemplos. Mas os avanços técnicos da identificação e separação das diversas resinas bem como equipamentos e tecnologias mais modernas de reprocessamento, vem abrindo novos mercados para reciclagem do plástico. Além disso, a multiplicação da coleta seletiva do lixo, que garante oferta de material reciclável de melhor qualidade, evitando que se contamine ao ser misturado com os outros resíduos, tem impulsionado o desenvolvimento do setor.

Calcula-se que existam no Brasil cerca de 300 instalações de reciclagem de plástico, que faturam perto de R\$ 250 milhões por ano e geram até 20 mil empregos diretos. A maior parte é formada por pequenas empresas.

Para montar uma fábrica capaz de produzir 633 toneladas anuais de plástico reciclado em uma cidade com mais de 10 mil habitantes, o investimento necessário gira em torno de US\$ 160.000,00.



Quinze por cento (15%) dos plásticos rígidos e filme consumidos no Brasil retornam à produção como matéria-prima, o que equivale a 200 mil toneladas por ano, deste total 60% provém de resíduos industriais e 40% do lixo urbano, segundo estimativa da ABREMPLAST. Nos Estados Unidos a taxa de reciclagem em 1993 foi de 13%.

Mas não é apenas a questão do desperdício que causa preocupação. O impacto ambiental está presente nas duas pontas: a crescente devastação e imenso volume de resíduos gerado. Pensando nestes aspectos e também nos fatores econômicos específicos de cada obra, o engenheiro civil Nelson Parente Júnior desenvolveu um projeto que aponta os termoplásticos reciclados como alternativa viável para a substituição da madeira na construção civil. “Nas questões envolvendo a chapa compensada, há controle, existe o replantio. No caso da madeira extraída, não. É pura devastação”, afirmou Parente.

Uma das preocupações básicas do engenheiro foi pesquisar os diferentes tipos de plásticos, a fim de encontrar aqueles que apresentassem resistências equivalentes e comportamentos semelhantes à madeira. “A maioria é barata na compra, mas tem um baixo índice de reaproveitamento, já que apodrece. Logo, o desperdício encarece a obra. Além disso, não se leva em conta o impacto ambiental, que deveria pesar no custo do produto”, afirmou Parente. Segundo ele, a substituição da madeira pelo plástico reciclado, em diferentes aplicações, pode representar uma economia de 25%, diluída nas etapas de compra do produto, mão-de-obra e reaproveitamento.

No projeto desenvolvido por Parente, a indústria de produtos de plástico reciclado voltados para a construção civil teria a capacidade de produzir 400 toneladas mensais. As etapas congregadas por tal indústria seriam as seguintes: pré-lavagem, moagem com lavagem, classificação das resinas por densidade, secagem, armazenamento em silos e produção. Segundo o engenheiro, a separação dos diferentes tipos de plástico deve ocorrer somente na própria indústria. “Hoje, o índice de rejeito é muito grande, já que as reciclagens de PET e plástico filme são as mais desenvolvidas. Por conta disso, uma mesma indústria que possa desenvolver o processo com diferentes tipos de plásticos é o ideal”, explicou Parente.

Estudos realizados pelo engenheiro mostram que para instalar uma indústria como a projetada por ele são necessários investimentos da ordem de R\$ 4,5 milhões. Os valores prevêm obras civis, equipamentos, mão-de-obra e laboratório.

Contatos com o BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e CEF (Caixa Econômica Federal) estão sendo mantidos por Parente a fim de conseguir linhas de financiamento. “Anualmente, 5 milhões de metros cúbicos de madeira são extraídos anualmente para o consumo na construção civil. Isso significa 200 indústrias de plásticos reciclados funcionando”, comparou.

Na visão de Parente, para garantir a viabilidade econômica do projeto é preciso haver parcerias entre prefeituras e cooperativas. “Seria uma forma de gerar trabalho e renda. Mas a parceria teria que formar a cooperativa como uma recicladora de fato, não apenas um centro de triagem. Ela teria de ser uma planta completa”, explicou. Segundo ele, os resíduos seriam fornecidos pela prefeitura, por meio do sistema de coleta seletiva. “A prefeitura teria de ter uma área física para a instalação da planta e recorrer às políticas públicas para financiar equipamentos. O dia-a-dia da cooperativa é auto-sustentável, se congregam todas as etapas da reciclagem”, afirmou. “Hoje, está diluído. Há a figura do catador, do intermediário, da empresa que beneficia a sucata até chegar em quem recicla, finalmente”, disse.

Outra vantagem do produto, é que os plásticos podem ser reciclados várias vezes, o que não acontece com a madeira que, após sua utilização, é descartada. “Na planta projetada prevemos um laboratório, que vai analisar o ciclo de vida do material coletado. Teoricamente, os plásticos podem ser reciclados infinitas vezes, mas, na prática, há perda das características físicas do material. Então, estima-se que sejam reciclados até seis meses”, afirmou Parente, ressaltando que os resíduos que já foram descartados em lixões também podem ser utilizados, sem problema de contaminação por orgânicos. “Desenvolvemos um sistema de lavagem por ozônio, que já prevê a recirculação da água”, disse.

Parente garante que a mesma planta pode ainda produzir outros insumos, que podem ser incorporados em obras populares. Isso se os plásticos não forem separados. “A essência do projeto é reciclar os diferentes tipos de material e assim conseguir um produto de boa qualidade e maior valor agregado. Mas, caso estejam misturados, os plásticos podem resultar em peças como revestimentos, pisos, batentes de portas, por exemplo. São alternativas mais baratas, mas precisam ser peças que deverão ser incorporadas à obra, nas fases de acabamento”, ressaltou.

De uma forma geral, o que acontece, segundo Parente, é que os termoplásticos aparecem em grande quantidade no lixo. As prefeituras e as construtoras recebem bem a idéia,

mas a transição da madeira para o plástico reciclado é difícil. “O setor vai consumir desde que essa seja uma iniciativa global. A construtora usa grandes quantidades em diversos locais do país e vai precisar ter fornecedores em todos os pontos”, alertou.

Parente iniciou o desenvolvimento do projeto em 1990. O start aconteceu alguns anos após o engenheiro, então recém-formado, ter se deparado com desperdício da madeira, na prática.

Pensando nas questões ambientais, decidiu pesquisar um substituto para a madeira. “A princípio, seria inviável. Comparativamente com a madeira, os termoplásticos têm elevada massa específica aparente, custo superior e módulo de elasticidade baixo com resistências superiores.

Isso sinalizava que peças executadas em materiais termoplásticos com as mesmas dimensões que as peças de madeira padronizadas em normas técnicas da ABNT seriam mais pesadas, mais caras e com elevada deformação no carregamento”, explicou Parente.

Mas entre 1991 e 1992, engenheiro chegou no plástico reciclado, primeiramente, por causa do custo. “A viabilidade do projeto foi alcançada com a utilização dos conceitos de Resistência dos Materiais, Mecânica dos Sólidos e Sistemas de Qualidade nos Processos Industriais. Com esses conceitos e as ferramentas da informática chegamos ao desenvolvimento de um sistema industrial de beneficiamento de resíduos termoplásticos com controle de qualidade feito em laboratório de ensaios implantado na própria indústria”, detalhou. Parente registrou o projeto no Confea (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo). (Fonte: www.cempre.org.br)

3.4 Visão Financeira

Já a reciclagem terciária, ainda não existente no Brasil, é a aplicação de processos químicos para recuperar as resinas que compõe o lixo plástico, fazendo-as voltar ao estágio químico inicial.

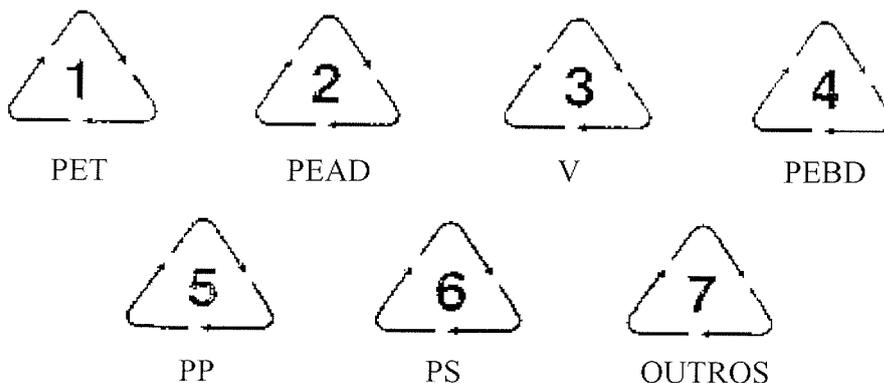
A reciclagem de plásticos no Brasil

A partir de um conceito amplo, a reciclagem de plásticos pode ser entendida como a reutilização de um artefato plástico para reaver, de modo econômico, o valor do material descartado.

Quando o assunto é reciclagem, logo se pensa na reutilização de um resíduo plástico para obtenção de um outro artefato plástico. Este processo é chamado de reciclagem mecânica, bastante difundido nas indústrias recicladoras de plásticos no Brasil, que costumam ser de pequeno e médio porte.

Atualmente, as empresas de transformação de plásticos e entidades ligadas à reciclagem têm se esforçado no sentido de facilitar a etapa de separação manual dos artefatos, por tipo de plástico. Foi adotado um sistema de codificação de recipientes plásticos, que consiste em um símbolo com três setas em seqüência, identificando o tipo de plástico com o qual o recipiente foi fabricado, como é mostrado nas simbologias abaixo:

Símbolos utilizados para identificação de embalagens plásticas:



<i>PET</i>	<i>Poli (tereftaleno de etileno)</i>	<i>PEAD</i>	<i>Polietileno de alta densidade</i>
<i>V</i>	<i>Poli (cloreto de vinila)</i>	<i>PEBD</i>	<i>Polietileno de baixa densidade</i>
<i>PP</i>	<i>Polipropileno</i>	<i>PS</i>	<i>Poliestireno</i>

Normas NBR 13.230 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

Os plásticos que fundem com aquecimento e se solidificam com resfriamento, sendo passíveis de reciclagem, são chamados termoplásticos. Alguns exemplos são: PEAD, PEBD, PET, PP, PS, PVC, policarbonatos, nylon, entre outros. Nem todos os plásticos são adequados à reciclagem mecânica. É o caso daqueles que não fundem com aquecimento e são chamados termofixos ou termorrígidos. Alguns artigos confeccionados com estes materiais são: interruptores, peças industriais elétricas, peças para banheiro, pratos, travessas, cinzeiros, telefones, etc. Esse tipo de plástico pode ser pulverizado e aproveitado como carga ou ser incinerado para recuperação de energia.

Existem outras formas de reciclagem, que ainda não atingiram grande escala no Brasil: a reciclagem química, ou reciclagem terciária, e a incineração com recuperação de energia, ou reciclagem quaternária.

Na recuperação de energia, os resíduos plásticos urbanos são incinerados e o calor recuperado em caldeira, para uso de vapor ou geração de energia elétrica. Apesar do alto poder calorífico dos plásticos, poderá haver emissão de substâncias tóxicas, caso não haja manutenção adequada do incinerador. É importante salientar que já existe tecnologia adequada para evitar a emissão de gases tóxicos e não é somente com uma boa manutenção do incinerador que serão evitadas emissões indesejáveis pois, se o mesmo não contar com os equipamentos necessários, independentemente das condições de operação e manutenção, o mesmo poderá emitir gases tóxicos.

Estatísticas sobre a reutilização de termoplásticos e termorrígidos no Brasil ainda não são facilmente obtidas. Segundo a ABREMPAST (Associação Brasileira dos Recicladores de Material Plástico), existem aproximadamente 600 a 800 instalações industriais e sucateiros dedicados à reciclagem mecânica de plásticos, provenientes de resíduos sólidos industriais, agrícolas ou urbanos.

Atualmente ainda existe uma participação bastante pequena da reciclagem de plásticos em relação ao potencial de mercado interno de plásticos no país. A reciclagem mecânica tende a crescer significativamente, seja pela abundância de matéria-prima ou pelas oportunidades dadas a esta atividade.

A tecnologia do processo produtivo

As etapas a seguir são as mesmas para vários tipos de plásticos. No processo proposto nessa pesquisa, a matéria-prima básica é PEBD rígido ou flexível. Os pellets produzidos poderão ser utilizados na fabricação de artefatos plásticos rígidos ou flexíveis, dependendo das especificações técnicas exigidas (ex. resistência mecânica e química). Poderão ser adicionadas quantidades controladas de PEBDL E PEAD, que são tecnicamente compatíveis com o PEBD.

É importante mencionar também que mesmo reciclando somente PEBD ou PEAD ou PEBDL, separadamente, existem diferentes grades para as resinas no mercado, ou seja, um simples tipo de polietileno pode ter uma variação de parâmetros físico-químicos razoavelmente grande. Neste caso, o plástico reciclado deverá apresentar uma média resultante destas parâmetros a mais homogênea e constante possível. Sendo assim, fica novamente evidente a importância de se conhecer bem a origem do material e saber como processá-lo.

Separação por densidade

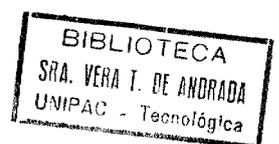
A separação por densidade é um método de segregação de resíduos plásticos bastante prático e eficiente. Entretanto, sua utilização é recomendada em situações onde não venha a se tornar um gargalo na produção. Para tanto, é necessário avaliar a quantidade de plásticos que será separada, os tipos e os custos envolvidos no processo.

Descrição do investimento fixo

Terreno

Área aproximada de 1500 m²

Construção civil



Galpão industrial de 200 m², com escritório, vestiário e sanitários.

Instalação elétrica

Instalação elétrica compreendendo posteamento, transformador, quadro de comando de proteção e fiação de carga e iluminação

Máquinas e equipamentos

Moinho de facas, fabricado em aço laminado, com motor de 30 HP;

Lavadora, com tubos em ferro laminado com motor de 20 HP;

Secadora, com tubos em ferro laminado, com motor de 20 HP;

Aglutinador, fabricado em chapa de aço laminado, com motor de 50 HP;

Extrusora, com diâmetro de rosca de 90 mm, equipada com banheira para resfriamento dos “espaguetes” e picotador;

A potência total é 30 HP. Capacidade nominal de produção: 120 kg/h;

Balança eletrônica com capacidade de 200 kg

Móveis e utensílios:

3 cadeiras estofadas para escritório

2 mesas com 4 gavetas

1 arquivo de aço com 4 gavetas

1 computador com impressora

1 máquina de calcular

1 linha telefônica comercial.

Sub total: R\$ 4.200,00

Dimensionamento da capacidade produtiva

Regime de Operação

O regime de produção considerado será de uma jornada diária de trabalho de 24h/dia, 22 dias/mês e 12 meses/ano. A extrusão será a etapa principal, destinada à produção de granulado de PE. A extrusora pode operar aproximadamente 100 kg/h, já descontadas as paradas dos equipamentos. Essa capacidade corresponde a 80% da capacidade nominal instalada.

Perda na Produção

Segundo dados apurados no setor de reciclagem de plásticos, a perda na produção, a partir de resíduos de plásticos duro ou plástico filme é de cerca de 30% em média. Está incluído neste valor a perda decorrente da contaminação por outros resíduos, como terra, areia, outros tipos de plásticos, etc. Esse teor de impurezas pode variar de acordo com a eficiência de seleção dos resíduos plásticos nos diferentes pontos de compra dessa sucata. Quanto mais eficiente for o processo de separação na fonte, melhor será a qualidade da sucata de plástico.

Matéria Prima

A quantidade necessária de matéria-prima (sucata pré-selecionada de PE) será de 68,6 t/mês.

$$22 \text{ h/dia} \times 22 \text{ dias/mês} \times 12 \text{ meses/ano} \times 1,3 \times 100 \text{ kg/h} = 755 \text{ t/ano ou } 63 \text{ t/mês.}$$

Capacidade de produção

A capacidade de produção mensal deverá ser de 48,4 toneladas e a capacidade anual de 581 toneladas, trabalhando a 80% da capacidade de operação.

$$22 \text{ h/dia} \times 22 \text{ dias/mês} \times 12 \text{ meses/ano} \times 100 \text{ kg/h} = 581 \text{ t/ano ou } 48,4 \text{ t/mês}$$

Orçamento de receitas e custos (Anual, a 80% da capacidade)

Receitas operacionais	406.700
Custos totais	255.653
Custos variáveis	221.624
Matéria-prima	151.008
Mão de obra direta	20.280
Encargos sociais	3.042
Impostos	15.100
Energia elétrica	30.000
Água**	-----
Outros custos varáveis	2.194

Custos fixos	34.029	
a) Mão de obra indireta Administrativa	7.800	
b) Encargos sociais	1.170	
c) Depreciação	19.533	
d) Seguros/Investimento fixo	2.151	
e) Luz e comunicação	3.038	
f) Pró-labore***	-----	
g) Eventuais	337	

** Não computado

*** Não será considerado

Detalhamento do orçamento de receitas e custos

Receita operacional

581.000 kg/ano x R\$ 0,70*/kg = R\$ 406.700/ano.

*o valor de venda do plástico reciclado varia com o mercado e com as flutuações de preço do plástico virgem. Este valor foi calculado a partir de pesquisa de campo em diversas empresas de reciclagem.

Custos

a) matéria prima

Sucata de PEBD = 755 t/ano

755.040 kg/ano x R\$ 0,20*/kg = R\$ 151.008/ano

*o mercado de sucatas de plásticos está em constante oscilação e portanto podem haver mudanças significativas no preço da matéria-prima, principalmente considerado as diferentes origens. A sucata de plástico quando adquirida em lixões pode Ter um preço bastante reduzido, embora com qualidade bastante inferior.

b) Mão-de-obra

Discriminação	Quantidade	Salários mínimos/mês
Mão-de-obra direta		
Separador e carregador	8	1
Operador de moinho	2	2
Operador de lavadora	1	2
Operador de secadora	2	2
Operador de aglutinador	1	2
Operador de extrusora	3	3
Ajudante de caminhão	2	1
Mão-de-obra indireta e administrativa		
Gerente geral	1	Pró-labore
Encarregado de produção/adm	1	3
Auxiliar de escritório	1	2
Sub total	22	18

Total: 18 salários/mês x R\$ 120 = R\$ 2.160/mês – R\$ 2.160/mês x 13 = R\$ 28.080/ano

Mão-de-obra direta:

$$13 \times 120 = 1560 \times 13 = 20.280/\text{ano}$$

Mão-de-obra indireta:

$$5 \times 120 = 600 \times 13 = 7.800/\text{ano}$$

c) Impostos

Legislação

Legislação Simples (Lei n 9.317 de 05/12/96) – 6,2% do faturamento + 0,5% de IPI)

ICMS – Alíquota variável de acordo com o Estado em que estiver situado o estabelecimento (estimativa de 13%)

Capacidade de pagamento

Obs. 1: é importante salientar que alterações na receita operacional, entre outros, podem significar mudanças específicas nas leis vigentes em cada Estado, com respeito a impostos e encargos. (Fonte: Cempre.Reciclagem & Negócios Plástico. São Paulo, 2ª ed. 1998)

Reciclagem

O índice de reciclagem pode ser muito melhorado e, para isso, todos devem contribuir. A federação e os estados devem legislar em favor da reciclagem. Por exemplo, os plásticos reciclados pagam 15% de IPI, enquanto outros materiais são isentos. A indústria recicladora de plásticos é, portanto, penalizada. Essa diferença poderia ser revertida para os catadores, que, recebendo mais pelo produto, não apenas estariam garantindo para si uma renda melhor, mas também seriam estimulados a coletar mais garrafas. Além disso, é preciso considerar que as embalagens, quando passam pelo consumidor, encerram em si toda uma cadeia de impostos. Esses impostos deveriam ser recuperados juntamente com o PET. (Fonte: www.gorni.hpg.ig.com.br)

3.5 Classificação

A maior limitação para a reciclagem de plásticos é a diversidade das resinas com que são produzidos, o que pode criar problemas na hora do reaproveitamento industrial. Como a identificação de algumas delas é difícil a olho nu, a maioria dos métodos de seleção utiliza a observação do material durante a queima. O setor que reúne os fabricantes tem adotado uma padronização com símbolos para facilitar a identificação.

A diversidade de cores é outro problema – metade dos plásticos-filme existentes no mercado é pigmentada, enquanto a outra metade é branca. Como contém tintas, o plástico deve ser separado por cor, ou pelo menos os impressos devem ser isolados dos lisos.

Existem sete diferentes famílias de plásticos, que muitas vezes não são compatíveis quimicamente entre si. Ou seja, a mistura de alguns tipos pode resultar em materiais defeituosos, de baixa qualidade, sem as especificações técnicas necessárias para retornar a produção como matéria-prima.

Os vários tipos de polímeros, precisam ser identificados e separados para reciclagem. Algumas resinas são de fácil identificação visual mas na maioria das vezes a seleção de plásticos é feita pela observação da cor da chama, da fumaça e do odor do material durante a queima. Símbolos padronizados, adotados pelos fabricantes, facilitam a identificação das embalagens.

Os principais contaminantes do plástico rígido são gordura, restos orgânicos, alças metálicas, grampos e etiquetas. Impurezas deste tipo reduzem o preço de venda e exigem maior cuidado na embalagem antes do processamento. A qualidade do material depende da fonte de separação: o plástico que provém da coleta seletiva é mais limpo do que o separado nas usinas ou em lixões. Devido a essas barreiras, o plástico reciclado normalmente não compõe embalagens que ficam em contato direto com alimentos ou remédios, nem brinquedos e peças de segurança que exigem determinadas especificações técnicas. (Fonte: www.marcelosilva.com.br)



3.6 Características do Plástico PET

Algumas características físico-químicas do PET:

- Alta resistência mecânica a impactos;
- Transparências;
- Barreira para gases e odores;
- Baixo peso;
- 100% reciclável.

Característica estética obrigatória das embalagens de PET.

Normatizado pela ABNT, o triângulo da reciclagem é fundamental na hora de separar os vários tipos de plásticos, fundamental para a viabilização econômica e industrial da reciclagem.

Cada tipo de plástico recebeu uma numeração específica e todas as embalagens plásticas devem ter o símbolo com a identificação.

As embalagens de PET são identificadas através do número 1. Na maioria das embalagens o triângulo está em relevo na parte de baixo da mesma.

O que são polímeros?

Polímeros são materiais compostos por macromoléculas. Essas macromoléculas são cadeias compostas pela repetição de uma unidade básica, chamada mero. Daí o nome: poli (muitos) + mero.

Os meros estão dispostos um após o outro, como pérolas num colar. Uma macromolécula assume formato muito semelhante ao de um cordão.

Logo, pode-se fazer uma analogia: as moléculas de um polímero estão dispostas de uma maneira muito semelhante a um novelo de lã. É difícil extrair um fio de um modelo de lã. Também é difícil remover uma molécula de uma porção de plástico, pois as cadeias “seguram-se” entre si.

Por exemplo, o polietileno (ou, abreviadamente, PE) – plástico extremamente comum usado, por exemplo, em saquinhos de leite – é composto pela repetição de milhares de unidades da molécula básica do etileno (ou eteno).

Onde n normalmente é superior a 10.000. Ou seja, uma molécula de polietileno é constituída da repetição de 10.000 ou mais unidades de etileno.

O parâmetro n é definido como sendo o Grau de Polimerização do polímero, ou seja, o número de meros que constitui a macromolécula.

Vejamos agora a definição formal de polímero: materiais, cujo elemento essencial é constituído por ligações moleculares orgânicas, que resultam de síntese artificial ou transformação de produtos naturais.

Alguns polímeros podem ser constituídos da repetição de dois ou mais meros. Neste caso, eles são chamados copolímeros. Por exemplo, a macromolécula da borracha sintética SBR é formada pela repetição de dois meros: estireno e butadieno:

Para enfatizar que um polímero é formado pela repetição de um único mero, ele é denominado homopolímero.

Como são produzidos os polímeros?

A matéria prima que dá origem ao polímero chama-se monômero. No caso do polietileno (PE) é o etileno (ou eteno).

Por sua vez, o monômero é obtido a partir do petróleo ou gás natural, pois é a rota mais barata.

É possível obter monômeros a partir da madeira, álcool, carvão e até do CO₂, pois todas essas matérias primas são ricas em carbono, o átomo principal que constitui os materiais poliméricos.

Todas essas rotas, contudo, aumentam o preço do monômero obtido, tornando-o não competitivo.

No passado, os monômeros eram obtidos de resíduos do refino do petróleo. Hoje o consumo de polímeros é tão elevado que esses “resíduos” de antigamente tem de ser produzidos intencionalmente nas refinarias para dar conta do consumo.

Como se dividem os polímeros?

Há diversas maneiras de se dividir os polímeros. A classificação conforme as características mecânicas talvez seja a mais importante. Ela decorre, na verdade, da configuração específica das moléculas do polímero.

Sob este aspecto, os polímeros podem ser divididos em termoplásticos, termorrígidos (termofixos) e elastômeros (borrachas).

Termoplásticos:

São chamados plásticos, constituindo a maior parte dos polímeros comerciais.

A principal característica desses polímeros é poder ser fundido diversas vezes. Dependendo do tipo do plástico, também podem dissolver-se em vários solventes. Logo, sua reciclagem é possível, uma característica bastante desejável nos dias de hoje.

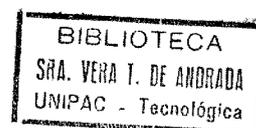
As principais mecânicas variam conforme o plástico: sob temperatura ambiente, podem ser maleáveis, rígidos ou mesmo frágeis.

Estrutura molecular: moléculas lineares dispostas na forma de cordões soltos, mas agregados, como num novelo de lã.

Exemplos: polietileno (PE), polipropileno (PP), poli(tereftalato de etileno) (PET), policarbonato (PC), poliestireno (PS), poli(cloreto de vinila) (PVC), poli(metilmetacrilato) (PMMA)...

Os Principais Tipos de Plásticos

De acordo com suas características, os plásticos se dividem em dois grupos: os termorrígidos ou termofixos e os termoplásticos.



Plásticos Termofixos

Os plásticos termofixos são aqueles que não se fundem e uma vez moldados e endurecidos, não oferecem condições para reciclagem. São apresentados como mistura de pós e são moldados submetendo-se a temperatura e pressão.

É o caso específico das telhas transparentes, do revestimento do telefone, do material do orelhão e de inúmeras peças utilizadas na mecânica em geral e especificamente na indústria automobilística.

Termoplásticos

São aqueles que amolecem ao serem aquecidos, podendo ser moldados. Uma vez resfriados endurecem e tomam uma determinada forma. Como esse processo pode ser repetido várias vezes, esses plásticos são recicláveis podendo ser reaproveitados.

O termoplástico reciclado não pode ser empregado em embalagens de alimentos a fim de se evitar contaminações provenientes de tintas e produtos tóxicos, podendo voltar na forma de baldes, mangueiras, sacos de lixo e outras modalidades.

Considerou-se sete tipos de termoplásticos, a seguir:

a) Polietileno Tereftalato – PET

É utilizado em frascos de refrigerantes, de produtos de limpeza e farmacêuticos, em fibras sintéticas, etc...

A identificação do tipo de plástico presente no artefato é uma etapa essencial no processo de reciclagem.

Processos de transformação de plásticos

Na preparação de uma mistura moldável de plástico, além das resinas sintéticas, já citadas anteriormente, são utilizados outros ingredientes, cuja seleção qualitativa e quantitativa permite a utilização da mesma resina em diferentes processos de moldagem. Os principais ingredientes adicionados à resina são: plastificantes, cargas, corantes e pigmentos,

estabilizadores, modificadores de impacto, lubrificantes e agentes de expansão. Uma vez homogeneizada a massa em misturadores, pode-se proceder à compactação do pó em extrusoras, obtendo-se pequenos grânulos que são utilizados na moldagem de artefatos plásticos.

Segundo pesquisa realizada em empresas de reciclagem, a separação manual de embalagens de acordo com o processo de moldagem a que foram submetidas é importante na obtenção dos grânulos durante o processo de reciclagem. Essa separação permitirá indicar o processo de moldagem para confecção do artefato reciclado.

Em seguida são fornecidas algumas noções fundamentais sobre os principais processos de moldagem para obtenção de embalagens plásticas.

a) Moldagem por extrusão

Uma extrusora consiste essencialmente de um cilindro em cujo interior gira um parafuso de arquimedes (rosca sem fim), que promove o transporte do material plástico. Este é progressivamente aquecido, plastificado, homogeneizado e comprimido, sendo forçado através do orifício de uma matriz montada no cabeçote existente na extremidade do cilindro. O aquecimento é promovido ao longo do cilindro e no cabeçote geralmente por resistências elétricas.

O perfil contínuo que sai da matriz, parcialmente amolecido, é submetido a um resfriamento em uma banheira com água.

Depois é picotado, para obtenção de grão ou pellet. A moldagem por extrusão pode também ser utilizada para obtenção de um produto acabado, como um filem de PEBD, para uso como saco plástico, ou um tubo de PVC ou PEAD.

b) Moldagem por sopro

A moldagem por sopro permite a confecção de peças ocas, como frascos ou garrafas, além de embalagens para materiais de limpeza. O processo consiste na expansão de uma pré-forma aquecida de material plástico, sob ação de ar comprimido, no interior de um molde bipartido. Em contato com o molde, o material resfria e endurece, permitindo a abertura da

ferramenta e a retirada do artefato. Pode-se observar no frasco plástico uma linha contínua, em relevo, que percorre de cima para baixo toda a embalagem, resultante desse tipo de moldagem.

c) Moldagem por injeção

A moldagem por injeção é o processo mais comum de moldagem de plásticos, que permite a confecção de utensílios plásticos em geral – bacias, tampas, caixas e peças de grandes dimensões. Consiste na introdução de uma composição moldável fundida em um molde fechado, frio ou pouco aquecido, por intermédio de pressão, fornecida por um êmbolo. O material preenche as cavidades do molde e o artefato é posteriormente extraído. Em geral, pode-se observar na base da peça plástica uma “cicatriz”, que é o ponto de injeção do material plástico dentro do molde.

Reciclagem de plásticos

Com a mesma rapidez que o uso do plástico cresce no Brasil, surge a necessidade de se criar alternativas para sua destinação final, principalmente no segmento de embalagens. Atualmente, o plástico participa, em média, de 7% a 8% da composição do lixo urbano no Brasil. Em cidades mais industrializadas, como São Paulo e Rio de Janeiro, a participação do material entre os resíduos sólidos é de 12,1% e 13%, respectivamente, segundo dados do Cempre – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Uma das grandes vantagens do plástico em relação a outros materiais é a sua capacidade de reciclagem. Os termoplásticos são as resinas passíveis de reaproveitamento, que se fundem com aquecimento e se solidificam com resfriamento. O processo, na maioria das vezes, ocorre nas próprias transformadoras ou em empresas especializadas, que reutilizam sobras e peças não-conformes, na chamada reciclagem primária. Em outros casos, são utilizados resíduos plásticos pós-consumidos. Este processo de reciclagem secundária necessita, porém, de coleta seletiva e separação dos diversos tipos de plástico. Seguindo exemplos de países como EUA e Japão, já existem empresas brasileiras apostando na reciclagem de resíduos plásticos misturados, para obter perfis extrusados, como a “madeira de plástico”. Além dos termoplásticos, há também os

termofixos, que não se fundem com aquecimento. Eles podem, no entanto, servir como forma de energia, se incinerados de forma adequada.

Atualmente, ainda pode ser considerado baixo o nível de reciclagem de plásticos no Brasil. Segundo a Abreplast – Associação Brasileira dos Recicladores de Material Plástico – existem aproximadamente entre 600 e 800 empresas e sucateiros dedicados a esta atividade no País. A tendência, entretanto, é que a reciclagem se desenvolva proporcionalmente ao setor de plásticos no Brasil, devido a quantidade cada vez maior de material para ser reaproveitado. Um bom exemplo disso é o protocolo de intenções, assinado recentemente entre a prefeitura do Rio de Janeiro e os ministérios do Meio Ambiente do Brasil e da Alemanha, para um programa de coleta seletiva de lixo na cidade, voltado principalmente para a reciclagem do plástico. Segundo o prefeito do Rio, o projeto é piloto, mas deve ser estendido, posteriormente, a outras cidades. A Companhia de Limpeza Urbana – Comlurb – já está separando as garrafas plásticas que serão utilizadas no projeto.

Entre as empresas, a preocupação com a reciclagem também existe. A Fiat, por exemplo, desenvolveu o projeto Fare – Fiat Auto Reciclagem – que permite que peças de veículos antigos sejam retiradas e recicladas, podendo ser aplicadas em componentes de menor exigência ou menos aparentes.

PET proporciona alta resistência mecânica (impacto) e química além da ter excelente barreira para gases e odores. Devido às características já citadas e ao peso muito menor que das embalagens tradicionais, o PET mostrou ser o recipiente ideal para a indústria de bebidas em todo o mundo, reduzindo custos de transporte e produção. Por tudo isso, oferece ao consumidor um produto substancialmente mais barato, seguro e moderno. (Fonte: www.unicamp.br)

BIBLIOTECA
SRA. VERA T. DE ANDRADA
UNIPAC - Tecnológica

4. Processo de Análise

Primeiramente, ficou-se decidido pela consulta e entrevista de quatro sucateiros estabelecidos na cidade de Juiz de Fora, que são:

- | | |
|----------------------|--|
| 1 – Rec. Floriano | Rua Floriano Peixoto, 119 – Centro – Juiz de Fora |
| 2 – Rec. Santa Maria | Rua Francisco Maia, 133 – Centro – Juiz de Fora |
| 3 – Reciclar LTDA | Av. Brasil, 2604 – Centro – Juiz de Fora |
| 4 – F.V. Murilo | Rua Simeão de Faria, 960 – Santa Cruz – Juiz de Fora |

O intuito destas entrevistas foi coletar informações e dados a respeito do processo de reciclagem de plásticos PET, estabelecendo as seguintes questões:

➤ **Conhecer como é coletado o plástico PET**

O plástico é coletado através dos catadores que vão com um carrinho nas ruas da cidade, verificando lata por lata de lixo, e retirando os plásticos. Após esta coleta, eles separam os plásticos por cor, verde e branco, sendo que o plástico verde é pago mais caro que o plástico branco.

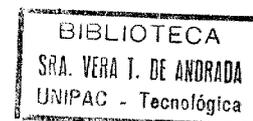
O plástico branco pode ser transformado em qualquer produto.

➤ **Quantidade arrecadada**

São arrecadados por dia, mais ou menos, 500kg.

➤ **Conhecer o ser destino após o sucateiro**

Após a compra do plástico, este material é prensado em forma de fardo e armazenado durante uma semana, e depois é transportado em um caminhão que leva este material para a cidade de Santa Catarina.



➤ **Destino final**

Ao chegar na empresa de Santa Catarina, o plástico é transformado em novos produtos como cordas e fios para tecidos e retorna para a população.

➤ **Custo de compra**

O plástico é comprado a R\$ 0,30 por quilo, se estiverem separados em cores verde e branco. Se for todo misturado é pago somente R\$ 0,20/kg.

➤ **Custo de venda**

O plástico é vendido para a empresa recicladora no valor de R\$ 0,60/kg.

4.1 Propriedades

Poli(tereftalato de etileno) PET

Plástico da família do poliéster.

Mero: ácido tereftálico ou tereftalato de dimetila e glicol etilênico.

Principais propriedades:

Boa resistência mecânica térmica e química;

Boas propriedades de barreira: absorção de oxigênio é de 10 a 20 vezes menor que nos plásticos "commodities";

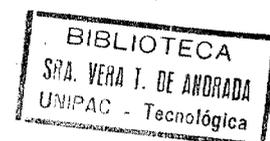
Fácil reciclabilidade.

Produção brasileira em 1998: 143.000 t.

Trata-se de um polímero de engenharia que, graças ao contínuo aperfeiçoamento de seu processo de fabricação e à enorme aceitação na fabricação de garrafas de refrigerantes, acabou mudando de status: passou de plástico de engenharia para commodity.

Aplicações:

- Como garrafas para bebidas carbonatadas, óleos vegetais, produtos de limpeza, etc.;
- Na forma de fibras, sob marcas Tergal(ICI) ou Dracon(Du Pont), apresentam excelente resistência mecânica e ao amassamento, bom como lavagem e secagem rápida;
- Na forma de películas transparentes e altamente resistentes, sob marca Mylar, mas algo caras. São usadas em aplicações nobres: isolamento de capacitores, películas cinematográficas, fitas magnéticas, filmes e placas para radiografia;
- Resina para moldagem com reforço de 30% de fibra de vidro, sob marca Rynite (Du Pont), usada na fabricação de carcaças de bombas, carburadores, componentes elétricos de carros, etc.



Policarbonato

- Plástico da família dos poliésteres aromáticos.
- Monômeros: fosgênio e bisfenol A. Há suspeitas de que bis-fenol A mimetizaria efeitos de hormônios humanos, o que poderia causar distúrbios endócrinos. Contudo, elas não foram confirmadas até o momento.

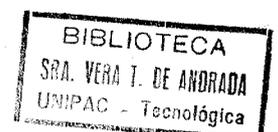
Este importante plástico de engenharia foi acidentalmente descoberto em 1898 na Alemanha, mas só em 1950 é que seu desenvolvimento foi retomado, passando a ser comercializado a partir de 1958.

Aplicações:

- Compact-Discs (CD's);
- Janelas de segurança (por exemplo, em trens de subúrbio);
- Óculos de segurança;
- Carcaças para ferramentas elétricas, computadores, copiadoras, impressoras;
- Bandejas, jarros de água, tigelas, frascos;
- Escudos de polícia anti-choque;
- Aquários;
- Garrafas retornáveis.

Que tal vemos a cotação desses materiais? Em dezembro de 1998, o preço por quilo em reais era:

- PEBD: 1,19
- PEAD: 1,15
- PP: 1,17
- PS: 1,18
- PET: 1,20
- HIPS: 1,18
- PS Exp: 1,78
- PVC rígido: 1,38



- PVC flexível: 1,38
- PC: 6,85

Contudo, a crise cambial ocorrida no início de 1999 provocou acréscimo de preços de até 50% no preço de resinas, de acordo com manifesto da Abiplast em fevereiro daquele ano.

A figura abaixo mostra, de forma aproximada, como se distribuem as aplicações dos plásticos.

Note-se que aqui não estão incluídos alguns polímeros importantes, como as borrachas.
(Fonte: www.gorni.hpg.ig.com.br)

4.2 Produto Econômico

PET é o melhor e mais resistente plástico para fabricação de garrafas e embalagens para refrigerantes, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas, entre vários outros. Embalagens termoformadas, chapas e cabos para escova de dente são outros exemplos para a utilização da resina.

Conclusão

Após análise conforme os relatos na monografia, ficou evidenciado que a reciclagem é viável, pois cada dia que passa aumenta e muito a quantidade de resíduos plásticos gerados na cidade de Juiz de Fora. Com a implantação de um empreendimento na cidade, o mesmo trará benefícios positivos para população em geral, no sentido da geração de empregos, saúde e segurança, arrecadação de impostos e claro, uma cidade limpa e evoluída.

Podemos dizer que, na atual conjuntura mundial, no que se refere a administração e reciclagem do lixo, a necessidade da preocupação com o seu destino deve ter uma posição de relevância na consciência da sociedade, empresas e das autoridades públicas, no intuito de criar condições de reaproveitamento de determinados materiais de consumo, como o plástico, por exemplo.



Bibliografia

CALDERONI, Sabetai. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. São Paulo: USP Humanitas, 4ªed. 2003.

CEMPRE. **Reciclagem & Negócios Plásticos**. São Paulo, 2ªed. 1998

JAVNARAMA. **Manual de Reciclagem**. Rio de Janeiro: José Olimpo, 3ªed. 2003.

Sites:

www.cempre.org.br/informa/nov-dez2002/inter

www.unicamp.br/fea/ortega/temas530/mariana.htm

www.setorreciclagem.com.br/desconst.html

www.marcelosilva.com.br

www.gorni.hpg.ig.com.br/intropol.htm

www.corpus.com.br/artigos/reciclagem-plastico.htm

www.pesucar.com.br/html/pesquisaplastico.htm

www.valentemoagem.com.br/inicio/reci.htm