

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA – DEQ
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CÍNTIA BORGES MARTINS

MAPEAMENTO DA EMPRESA JOONGBO - ESTUDO DE CASO SOBRE
SUSTENTABILIDADE

FORTALEZA

2009

CÍNTIA BORGES MARTINS

MAPEAMENTO DA EMPRESA JOONGBO - ESTUDO DE CASO SOBRE
SUSTENTABILIDADE

Trabalho de Final de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Química, da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial
para obtenção da graduação em
Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Silveira
Vieira.

FORTALEZA

2009

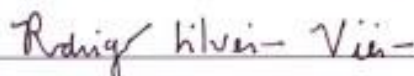
CÍNTIA BORGES MARTINS

MAPEAMENTO DA EMPRESA JOONGBO - ESTUDO DE CASO SOBRE
SUSTENTABILIDADE

Trabalho Final de Curso submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Química, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção da graduação em Engenharia Química.

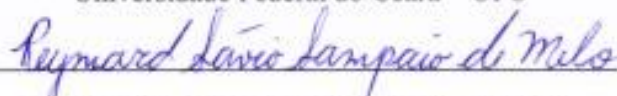
Aprovada em 30/11/2009.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rodrigo Silveira Vieira (Orientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC



Mestrando Reymard Sávio Sampaio de Melo

Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof. Dr. Diana Cristina Silva de Azevedo

Universidade Federal do Ceará – UFC

À meu pais e meus irmãos pelo apoio incondicional

À meu noivo, Jefferson.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter iluminado meu caminho.

Aos amigos que sempre estiveram ao meu lado.

Ao Professor Rodrigo Silveira Vieira pelo apoio e dedicação.

À empresa JOONGBO pela cooperação.

Recomeçar

Recomeça....
Se puderes
Sem angústia
E sem pressa.
E os passos que deres,
Nesse caminho duro
Do futuro
Dá-os em liberdade.
Enquanto não alcances
Não descanses.
De nenhum fruto queiras só metade.

E, nunca saciado,
Vai colhendo ilusões sucessivas no pomar.
Sempre a sonhar e vendo
O logro da aventura.
És homem, não te esqueças!
Só é tua a loucura
Onde, com lucidez, te reconheças...

Miguel Torga

Resumo

O tema do presente estudo é a apresentação de uma empresa local com 12 anos de mercado que traz o diferencial de unir o ramo da engenharia química com o da construção civil, através de produtos inovadores que visam conforto e qualidade de vida. **O objetivo geral** desta monografia é a apresentação de uma empresa local e contribuir assim, para trazer aos alunos do curso de Engenharia Química o conhecimento de uma área de atuação ainda pouco difundida para engenheiros químicos, o da construção civil. **O método utilizado** para atingir o objetivo proposto, foi um estudo aprofundado da empresa em questão e de suas políticas de qualidade, além do estudo de caso detalhado sobre a reciclagem de material feita pela empresa. **Os resultados obtidos** indicam que a empresa estudada une a tecnologia de desenvolvimento de novos materiais voltados para a construção civil, colocando o engenheiro químico no papel de gerenciador tanto em custo como desenvolvimento de materiais.

Palavras Chave: indústria química, inovação, construção civil, reciclagem.

Abstract

The theme of this study is the presentation of a local company with 12 years in the market that brings together the difference in the branch of chemical engineering with the construction industry, through innovative products designed to comfort and quality of life. The overall objective of this thesis is the presentation of a local company and thereby to bring the students of Chemical Engineering knowledge of one area still little known to chemical engineers, civil construction. The method used to achieve this purpose was a detailed study of the company concerned and its quality policies, as well as detailed case study on the recycling of material made by the company. The results indicate that the company studied une technology development of new materials aimed at the construction by placing the chemical engineer in the role of manager in both cost and materials development.

Keywords: chemical industry, innovation, construction, recycling.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Foto da fábrica localizada em Euzébio	13
FIGURA 2: Estrutura química do PEBD	15
FIGURA 3: Estrutura química do PEAD	16
FIGURA 4: Etapas do processo de extrusão	19
FIGURA 5: Manta de isolamento acústico	23
FIGURAS 6 e 7: Subcobertura aplicada em uma residência.	24
FIGURA 8: Manta JOGFLOOR	25
FIGURA 9: Tubos para isolamento de dutos de refrigeração.	26
FIGURA 10: Placa para isolamento térmico e acústico.	26
FIGURA 11: Tubos para isolamento de dutos de refrigeração (linha alumínio).	26
FIGURA 12: Embalagens recebidas de Sucatas	29
FIGURA 13: Separação por cores	30
FIGURA 14: Esteira, levando o material até o moinho.	30
FIGURA 15: Perdas dos processos de partidas de máquina da fábrica da	30
FIGURA 16: Separação por cores	30
FIGURA 17: Moinho triturador	31
FIGURA 18: Material saindo do moinho e indo para o tanque de lavagem.	31
FIGURA 19: Primeiro tanque de lavagem	31
FIGURA 20: Material seguindo para o segundo tanque de lavagem	31
FIGURA 21: Local onde a água já utilizada fica até ser levada para tratamento.	32
FIGURA 22: Material lavado seguindo para a secadora	32
FIGURA 23: Secadora	32
FIGURA 24: Silo	32
FIGURA 25: Plástico moído e triturado	32
FIGURA 26: Material seguindo para a extrusora.	33

FIGURA 27: Massa já transformada em grãos percorre a banheira com água corrente e resfriada.	33
FIGURA 28: Produto reciclado ensacado e pesado colocado em sacos com 25 Kg de produto.	34
FIGURA 29: Material estocado	34
FIGURA 30: Material sendo aglutinado.	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Propriedades da manta de isolamento acústico	23
TABELA 2: Propriedades da subcobertura	25
TABELA 3: Comparação entre a JOONGBO e a PLSTISUL	36

SUMÁRIO

1. Introdução	13
2. Revisão Bibliográfica	14
2.1. Polímeros expandidos	16
2.1.1. Estrutura Celular do Polímero Expandido	17
3. Conformação de polímeros	17
3.1 Moldagem por Injeção	18
3.2 Moldagem por Sopro	18
3.3 Calandragem	18
3.4 Termoformagem	18
3.5 Moldagem por Extrusão	19
3.5.1 Alimentação	19
3.5.2 Plastificação	20
3.5.3 Conformação	20
3.5.4 Acabamento	20
4. A Empresa	22
4.1 Linhas de produtos	22
4.2 Produtos	23
5. Estudo de Caso: Reciclagem de Polietileno de Baixa Densidade Realizada pela JOONGBO.	27
5.1 Introdução	27
5.2 Descrição do Processo de Reciclagem	28
5.2.1 Aquisição de Material	28
5.2.2 Separação ou Triagem	29
5.2.3 Moagem e Lavagem	30

5.2.4 Secagem	32
5.2.5 Extrusão	33
5.2.6 Processo Direto	34
6. Discussão	35
7. Estudo Comparativo	36
8. Referências	38

1. Introdução

A indústria é um dos elementos básicos para determinação do crescimento de uma região, trazendo sempre mudanças econômicas e culturais para a região a qual esta inserida.

No Brasil a atividade industrial é muito concentrada no Sudeste, porém este cenário vem mudando com o processo de descentralização industrial.

A região Nordeste tem atraído elevados investimentos para seu setor econômico. Além disso, a atividade industrial da região está em ascensão, isso acontece em decorrência de melhorias tecnológicas ocorridas nas indústrias nativas e da chegada de inúmeras empresas oriundas de outras partes do Brasil, especialmente do Sudeste.

A JOONGBO QUÍMICA DO BRASIL LTDA preferiu fazer um caminho muito diferente das empresas inseridas no setor de Polietileno Expandido de Baixa Densidade sendo a primeira empresa do Norte e Nordeste, com sua Fábrica localizada no município de Eusébio, Distrito Industrial de Fortaleza/CE e CDI/Filial em São Paulo/SP. Sua matéria prima é basicamente Polietileno Expandido de Baixa Densidade (PEBD) e o segmento principal da empresa é o da construção civil, onde procura-se oferecer melhor qualidade de vida aos usuários através do isolamento térmico e acústico. A empresa começou a partir de junho de 1997 a produzir tubos, bastões, placas, mantas e redes e atualmente é referência nacional e internacional na produção de produtos de PEBD, sendo atualmente um dos principais fabricantes do Brasil e América Latina.

Portanto o objetivo deste trabalho consiste em apresentar uma empresa inovadora no estado Ceará e mapear a mesma, através da matéria prima utilizada, dos produtos fornecidos e das áreas de atuação com a finalidade de demonstrar aos alunos do curso de engenharia química o potencial da indústria regional e difundir áreas de atuação, pouco enfatizadas para a engenharia química como a da construção civil.



FIGURA 1: Foto da fábrica localizada em Euzébio (foto cedida pela empresa).

2. Revisão Bibliográfica

O plástico é um tipo de polímero, sendo o polímero (que significa “muitas partes”) uma molécula de alto peso molecular obtida pelo encadeamento sucessivo de pequenas unidades repetitivas de baixo peso molecular chamadas monômeros (HANSMANN & MUSTAFA, 1993).

Os polímeros podem ser classificados quanto ao comportamento mecânico em elastômeros, plásticos e fibras:

- Elastômeros: materiais que possuem grande capacidade de deformação reversível a temperatura ambiente.
- Fibras: constituídas por moléculas lineares ou de baixa ramificação, orientadas longitudinalmente e que apresentam baixa extensibilidade.
- Plásticos: materiais poliméricos que podem ser moldados por efeito de calor e/ou pressão. A origem da palavra vem do grego *plastikós*, que significa adequado a moldagem (PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997).

Segundo o comportamento térmico um polímero pode ser classificado em termoplásticos e termofixos:

- Termoplásticos: são polímeros mais largamente usados, permitem a fusão por aquecimento e, após o resfriamento, podem ser novamente moldados, ou seja podem ser reprocessados varias vezes. Exemplos: polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de alta densidade (PEAD), policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS), polipropileno (PP), polietileno tereftalato (PET), etc.
- Termofixos ou termorrígidos: são polímeros que uma vez moldados não permitem possibilidade de fusão, não podendo assim ser reprocessados. Não se fundem porem se decompõem quando reaquecidos. Exemplos: poliuretano (PU), poliacetato de vinil (EVA) (PINTO, 1995).

O polietileno é um termoplástico da família das poliolefinas e foi produzido pela primeira vez nos laboratórios da Imperial Chemical Industries Ltd.(ICI), Inglaterra em um experimento acidental em que etileno foi submetido a elevadas pressões e temperatura, sendo

este fenômeno descrito pela primeira vez pelo Doutor E. W. Fawcett em Staudinger 1936. Sendo o primeiro polímero comercial de etileno o polietileno ramificado.

Após um período de crescimento relativamente lento, que culminou com a produção nos Estados Unidos de menos de 45,4 toneladas em 1952, o volume anual de polietileno de baixa densidade expandiu rapidamente. O polietileno tornou-se em 1959 o primeiro plástico com produção excedendo 454 toneladas (BILLMEYER JR, 1984).

Convencionalmente o polietileno de baixa densidade (PEBD) é preparado por polimerização do etileno sob alta pressão (200-350 MPa) e alta temperatura (200 °C) em presença de oxigênio e peróxido (MANO & MENDES, 1999). A polimerização do etileno é altamente exotérmica (KRESSER,1969).

O polietileno de baixa densidade apresenta a seguinte estrutura (HANNIG e RADDATZ, 1996):

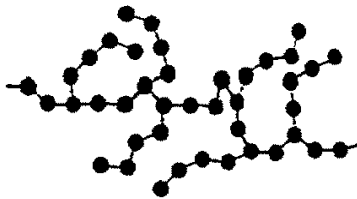


FIGURA 2: Estrutura química do PEBD

O grau de ramificações do PEBD pode variar muito, desde 5 ramificações por 1000 átomos de carbono até um máximo de 20 a 40 ramificações por 1000 átomos de carbono (ROSA, 1991).

O polietileno cristaliza ao passar do estado fundido para o estado sólido, as cadeias moleculares longas organizam-se (dobradas) em cristalinos (lamelas) muito pequenos. Esta organização é tanto mais acentuada quanto mais curtas forem as cadeias e quanto menor for o grau de ramificações.

O polietileno de alta densidade (PEAD), é linear, embora propriedades físicas e reológicas sugiram a presença de pequenas quantidades de ramificações de cadeias curtas e longas, é um polímero rígido e resistente à tração, com moderada resistência ao impacto, obtido por polimerização a baixa pressão. Possui densidade em torno de $0,96\text{g/cm}^3$.

A estrutura do PEAD é a seguinte (HANNIG e RADDATZ, 1996)



FIGURA 3: Estrutura química do PEAD

Além destes tipos, que são os mais comuns, tem-se o polietileno de ultra-alto-peso molecular (PEUAPM) e o polietileno linear de baixa densidade (PEBDL).

O PEUAPM é quimicamente inerte, tem alta resistência ao impacto e a abrasão, baixo coeficiente de atrito e maciez; sendo utilizados na fabricação de canos, forros, mancais, etc.

O PEBDL com densidade aproximada de $0,92 \text{ g/cm}^3$ apresenta algumas características específicas não apenas em comportamento viscoelástico devido à ausência de ramificações de cadeias longas, mas também em comportamento de fusão e impacto, devido ao tipo e heterogeneidade das ramificações de curtas cadeias. (BOLSONI, 2001).

Atualmente tem substituído o polietileno de baixo peso molecular em algumas aplicações, pois combina características deste polímero com um menor custo, sendo processado pelos mesmos métodos.

2.1 Polímeros expandidos

Um polímero é expandido quando através de processos químicos ou físicos, aumenta-se o volume do material sem, no entanto aumentar a massa. Sendo, portanto a inserção de gás um dos pontos principais e pode fazer o polímero aumentar de volume de 2 a 40 vezes.

A característica mais interessante de um polímero expandido é a presença de ar no seu interior. Esta característica fornece propriedades como barreira a passagem de calor e som. Pois o ar é um poderoso isolante térmico e acústico que age da seguinte maneira o ar para se propagar em um meio necessita ser transportado por meio de moléculas e no ar as moléculas estão afastadas uma das outras, sendo, portanto o meio de menor velocidade de propagação do som e calor. Exemplos de materiais expandidos são: isopor (poliestireno expandido), o poliuretano, policloreto de vinila, polietileno de baixa densidade e polipropileno.

2.1.1. Estrutura Celular do Polímero Expandido

A menor porção do polímero expandido é a “célula”. Esta sendo formado por via química, o expansor como agente, ou física, adição de gás no processo.

Possíveis estruturas celulares para materiais expandidos:

- Células fechadas.
- Células semi-fechadas.
- Células abertas.

- Células fechadas

Material pode ser comprimido em até 25 % de sua espessura total. Não ocorre transporte de ar através da parede da célula. Utilizada em produtos que se deseja isolamento e vedação.

- Células semi-fechadas

Não ocorre deformação permanente quando comprimidos a valores superiores a 25% de sua espessura. Possui limite máximo de deformação de 70 % de sua espessura total.

- Células abertas

Ar não fica restrito no interior as ‘célula’, tendo liberdade de movimentação. Podendo ser comprimido em até 90 % de sua espessura.

3. Conformação de polímeros

É o processamento de termoplásticos que passa normalmente por etapas que envolvem o aquecimento do material seguido de conformação mecânica. Vários métodos são usados na produção de peças plásticas.

Os métodos de moldagem consistem em:

- Moldagem por Injeção
- Moldagem por Sopro
- Calandragem
- Termoformagem
- Moldagem por Extrusão

3.1 Moldagem por Injeção

Consiste no amolecimento do material num cilindro aquecido e sua conseqüente injeção em alta pressão para o interior de um molde relativamente frio, onde endurece e toma a forma final. É um dos métodos de processamento mais importantes, utilizado para dar forma aos materiais termoplásticos.

Este processo é capaz de produzir peças com diferentes tamanhos e de complexidade variável.

3.2 Moldagem por Sopro

Consiste basicamente em se expandir uma pré-forma de material plástico, aquecida, pela ação de uma carga de ar comprimido no interior de um molde bipartido, em contato com o molde refrigerado, o material endurece podendo ser extraído do molde.

Pode ser realizada de duas formas: Via injeção (e injeção com estiramento) e via extrusão.

3.3 Calandragem

Consiste em extrusar o composto de PVC formando um cordão ou uma fita que será depositado em um sistema de cilindros aquecidos que formam a calandra. Dependendo da tecnologia utilizadas as calandras podem ter números diferentes de cilindros. Normalmente, a calandra tem quatro rolos de tamanhos distintos, que giram a velocidades ligeiramente diferentes para formar os filmes, chapas ou laminados.

É utilizado para a confecção de filmes planos, chapas e laminados que são posteriormente termoformadas dando origem a produtos para a indústria de embalagens alimentícia, farmacêutica, automobilística e outras.

3.4 Termoformagem

Processo de produção de artigos conformados a partir de uma chapa termoplástica plana. Neste processo utiliza-se pressão e temperatura para a conformação da peça.

O processo reside basicamente na deformação de chapas plásticas aquecidas. O processo envolve o prévio amolecimento da chapa, por aquecimento e a conformação da mesma no estado semi sólido, contra um molde.

3.5 Moldagem por Extrusão

Processo utilizado pela JOONGBO para fabricação de seus produtos.

A extrusão pode ser definida como um processo contínuo no qual um polímero fundido, homogeneizado é forçado a sair através de uma fenda restrita, que molda o material para produzir peças com o formato desejado.

A extrusão pode ser empregada tanto na obtenção de produtos acabados quanto de semimanufaturados, que posteriormente serão reprocessados. Sendo utilizada também na remoção de umidade ou de compostos voláteis presentes no polímero e na incorporação de aditivos ao material.

A extrusora é uma máquina que, como princípio geral, possui uma entrada de material chamada de funil de alimentação, vindo em seguida um corpo formado por um cilindro, dentro do qual gira um parafuso sem fim e uma cabeça que serve de suporte para a matriz de extrusão.

Numa linha de extrusão, o material se alimenta em forma de grânulos, pellets ou pó previamente secado.

Etapas do processo de extrusão são colocadas de forma esquemática na figura 4.

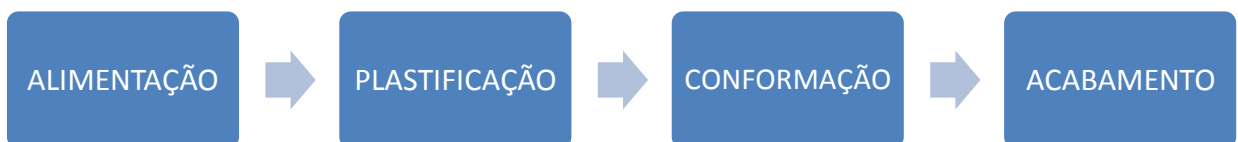


FIGURA 4: Etapas do processo de extrusão

3.5.1 Alimentação

Considera-se o tamanho e a forma do material que será sólido em grão ou pó. Quando o polietileno alimentar a extrusora junto com um aditivo deverá ocorrer uma pré-mistura.

Para produção de expandido tem-se a alimentação de complementares: talo, monoestearato de glicerina e gás.

O monoestearato de glicerina tem a função de não permitir o colapso de células, não permitir que o produto murche.

O agente de expansão físico deve ter algumas características para que ele seja vantajoso ao processo de expansão de PEBD, tais como:

- Alta solubilidade na resina
- Não alterar a viscosidade do material fundido
- Baixa tendência a difusão
- Rápida vaporização durante a expansão

Como exemplo de expansor físico tem-se o gás butano é eficiente

3.5.2 Plastificação

A plastificação do material ocorre devido ao aquecimento gerado pelas resistências, mas principalmente pelo atrito do material com a parede do cilindro. Portanto deve-se trabalhar com uma rosca sem desgaste e uma temperatura homogênea em cada zona da extrusora e quando o material já está completamente fundido e começando a ser resfriado deve-se injetar o gás, para melhor homogeneização.

3.5.3 Conformação

O material tem que chegar a matriz compactado e bem misturado. A conformação ocorre quando o polímero for forçado através de uma pequena abertura ou matriz para dar a forma desejada ao produto final e após passar por um sistema de resfriamento, para auxiliar a estabilização da espuma.

Para se considerar uma boa conformação deve-se levar em consideração a taxa de resfriamento do produto após sair da matriz, a viscosidade do material, a taxa de cisalhamento e a difusão do gás.

3.5.4 Acabamento

O acabamento começa com a utilização de um dispositivo de tração, o puxador, que leva o extrusado a uma velocidade constante para a máquina de embobinar, e termina após o cumprimento do processo de cura.

Aditivos

Visam melhorar as propriedades dos polímeros, bem como em alguns casos baratear o custo do produto final.

Os aditivos mais usados para espuma de polietileno são: modificadores de impacto, antioxidantes, agentes de vulcanização, pigmentos, retardantes de chama, agentes antiestáticos, estabilizantes de luz e agentes expansores.

4. A Empresa

A JOONGBO possui 12 anos de mercado e trabalha basicamente com polietileno expandido de baixa densidade (PEBD) com células fechadas.

A característica de células fechadas atribui ao material da JOONGBO propriedades que formam uma barreira à passagem de calor e som (isolação térmica e acústica). O ar é um isolante, pois para se propagar o som e o calor necessitam ser transportados por moléculas, visto que o ar possui as moléculas muito afastadas umas das outras a velocidade de propagação de calor e som no ar é muito baixa.

A seguir será apresentado as linhas de produtos da empresa e no próximo tópico será detalhado o estudo de caso tendo em vista a obtenção da matéria prima da empresa através do processo de reciclagem

4.1 Linhas de Produtos

➤ CONSTRUÇÃO CIVIL.

Produtos a base de Polietileno Expandido voltados para estabelecer o conforto térmico e acústico das mais variadas construções (prédios, casas, galpões industriais, etc.) de acordo com NR 15575-3 da ABNT.

➤ REFRIGERAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO.

Através da baixa condutividade térmica do polietileno, a JOONGBO oferece produtos para isolamento térmico de salas frigoríficas, dutos de centrais de ar-condicionado, paredes poentes casas/apartamentos, entre outros.

➤ EMBALAGENS.

Os produtos JOONGBO também são utilizados para a embalagem de diversos produtos. Protegendo de impactos e possibilitando uma economia em transporte por necessitar um menor volume de embalagem para garantir a proteção do produto.

➤ LAZER.

Flutuador de piscinas produzido com polietileno expandido de células fechadas, possibilitando grande flutuabilidade, usado nas piscinas em aulas de hidroginástica ou mesmo para simples diversão.

4.2 Produtos

Isolamento acústico para pisos

É uma solução prática para o isolamento de ruídos de pisos, aplicável sobre qualquer laje estrutural. Não necessita de projetos especiais para a sua utilização.



FIGURA 5: Manta de isolamento acústico (foto cedida pela empresa).

Vem sendo utilizado na Europa e nos Estados Unidos por mais 10 anos com grande sucesso e reconhecimento por diversos institutos como, por exemplo, Instituto Técnico de Obras Civas de Berlim e pelo Instituto de Cerâmica (CTIOA – Ceramic Tile Institute of America).

TABELA 1: Propriedades da manta de isolamento acústico

Característica	Resultado
Estrutura	Células Fechadas
Espessura	5mm a 10mm
Densidade	35Kg/m ³
Isolamento Acústico de Impacto	19dBa
Temperatura de Trabalho	-60°C ate 90°C
Peso Aparente	0,187Kg/m ²
Permeabilidade (Vapor de água)	0,033g/m ² h
Permeabilidade (água)	Impermeável
Resistência (Calor Ascendente)	0,55m ² K/W
Resistência (Calor Descendente)	0,96m ² K/W

➤ Subcobertura

Alternativas de impermeabilização isolante térmico de tetos e telhados evitando goteiras e diminuindo consideravelmente a temperatura interna do local.

SJ-2 – espessura 2mm. (Subcobertura impermeável)

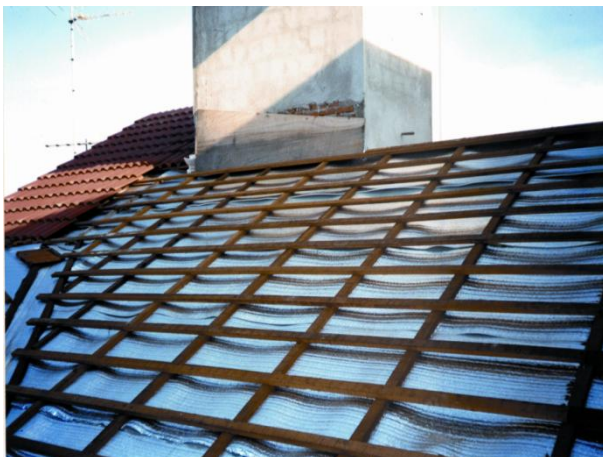
Com filme de poliéster aluminizado, garante impermeabilização total e médio poder de isolamento térmico. Ideal para forro de madeira e evita a condensação.

SJ-5 – espessura 5mm. (Subcobertura impermeável e isolante térmico)

Com uma espessura maior, garante impermeabilização total e um maior poder de isolamento térmico. Ideal para telhados residenciais, industriais, rurais, etc.

SJ-10 – espessura 10mm. (Subcobertura impermeável e isolante térmico)

Alem da total impermeabilização, sua espessura garante um isolamento térmico ainda maior que a manta de 5mm .



FIGURAS 6 e 7 :Subcobertura aplicada em uma residência (fotos cedidas pela empresa).

Dupla Face – espessura 2mm, 5mm e 10mm. (Subcobertura impermeável e isolante térmico)

Com um filme de poliéster aluminizado duplo, garante impermeabilização total e grande poder de isolamento térmico. Ideal para telhados residenciais, industriais, rurais, etc.

Tabela 2: Propriedades da subcobertura

Característica	Resultado
Estrutura	Células Fechadas
Espessura	2mm, 5mm ,10mm
Densidade	30Kg/m ³ à 40Kg/m ³
Isolamento Acústico de Impacto	19dBa
Temperatura de Trabalho	-60°C ate 90°C
Peso Aparente	0,187Kg/m ²
Permeabilidade (Vapor de água)	0,033g/m ² h
Permeabilidade (água)	Impermeável
Resistência (Calor Ascendente)	0,55m ² K/W
Resistência (Calor Descendente)	0,96m ² K/W

➤ **Manta JONGFLOOR**

Manta filmada composta de face e contra-face, sendo a face de polietileno expandido (contato com o contra-piso) e a contra-face de polietileno de alta densidade (contato com a régua). A contra-face contem na borda direita uma fita adesiva, com o objetivo de unir uma manta a outra evitando a passagem de umidade do contra-piso.



FIGURA 8: Manta JOGFLOOR (foto cedida pela empresa).

➤ **Cilindros, tubos esponjosos e placas**

A baixa condutividade térmica e a impermeabilidade, são fatores determinantes ao uso de tubos isolantes em sistemas de refrigeração/climatização.



FIGURA 9: Tubos para isolamento de dutos de refrigeração (foto cedida pela empresa).



FIGURA 10: Placa para isolamento térmico e acústico (foto cedida pela empresa).

Os cilindros e placas da linha *Aluminium* tem as mesmas características dos produtos padrões, mas como são revestidos por uma fina chapa de 40 micra de alumínio, sua resistência aos efeitos do sol e as intempéries aumentam consideravelmente, garantindo uma maior vida útil do produto. A linha *Aluminium* apresenta dutos em diversos diâmetros. Na faixa de **26mm** a **48mm** de diâmetro externo.



FIGURA 11: Tubos para isolamento de dutos de refrigeração (foto cedida pela empresa).

5. Estudo de caso: Reciclagem de Polietileno de Baixa Densidade Realizada pela JOONGBO.

Objetivo

- Apresentar a fonte de 30% da matéria prima utilizada pela JOONGBO.
- Demonstrar o compromisso da empresa com o meio ambiente. Através do detalhamento do processo.

5.1 Introdução

A preocupação com o meio ambiente vem aumentando como o crescimento tecnológico e populacional e por isso faz-se necessário um a adoção de um novo tipo de desenvolvimento: o desenvolvimento sustentável. Segundo KINLAW(1997) o desenvolvimento sustentável se popularizou do trabalho e das publicações da *World Comission on Environment and Development* (WCED). O desenvolvimento sustentável pode ser definido como “(...) desenvolvimento (...) que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (WCED *apud* Kinlaw, 1997, p.82).

A abordagem muito utilizada dos 4R's traz resumidamente o que o desenvolvimento sustentável enfatiza, sendo disposta da seguinte forma hierárquica: reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar.

No Brasil as formas mais usuais de destinação dos resíduos urbanos são os lixões e aterros, controlados e sanitários, que não trazem tratamento ao material disposto. Sendo portanto a reciclagem ‘bem vista aos olhos da sustentabilidade’, pois esta adequada a abordagem dos 4R's e afeta diretamente aspectos como: a economia de energia, a preservação de fontes esgotáveis de matéria-prima, a redução de custos com disposição final do resíduo, a economia com a recuperação de áreas impactadas pelo mau acondicionamento dos resíduos, o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a redução de gastos com a limpeza e a saúde pública e a geração de emprego e renda.

Do total de plástico presente no lixo, apenas 15% retornam como matéria-prima para recicladoras (COMLURB, 2008). Os principais plásticos encontrados no lixo são: 36% de polietileno (PE), 21% de poli(tereftalato de etileno) (PET), 13% de poli(cloreto de vinila) (PVC), 10% de polipropileno (PP) e 20% de outros (CEMPRE, 2008).

A JOONGBO comprometida com o meio ambiente criou a INDUPOLY uma empresa responsável por recolher o material para reciclagem tanto da JOONGBO quanto de hospitais, clínicas e sucatas e enviá-lo para a JOONGBO, separado e lavado e assim ser finalizado o processo de reciclagem com a extrusão na fábrica da JOONGBO. O material obtido de clínicas e hospitais é basicamente frascos de soro que são comprados e utilizados por serem de polietileno de baixa densidade.

A reciclagem é uma atividade que inclui uma série de etapas e na JOONGBO ela ocorre da seguinte forma:

- Aquisição de material
- Separação ou triagem
- Lavagem e moagem
- Secagem
- Extrusão

5.2 Descrição do processo de reciclagem

5.2.1 Aquisição de Material

É realizada pela INDUPOLY, que terceiriza o serviço de transporte do material, desde o local de coleta até a fábrica.

Fontes onde o material é adquirido:

- Depósitos de sucatas da região
- Hospitais e clínicas
- Perdas dos processos e partidas de máquina da fábrica da JOONGBO



FIGURA 12: Embalagens recebidas de Sucatas

5.2.2 Separação ou triagem

Considerada a etapa que merece mais atenção no processo, deve garantir que apenas o material desejado seja processado, portanto depende basicamente da habilidade dos funcionários. A mistura de alguns tipos pode dar origem a materiais defeituosos ou de baixa qualidade.

Segundo Castilhos (2004) a separação pode seguir os seguintes critérios:

- Por meio da simbologia de identificação do polímero normalmente impressa no fundo da embalagem através da Norma ABNT NBR 13230 da Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- Por correlação produto-polímero (associado à aplicação);
- Aspecto (transparente, translúcido, colorido);
- Testes de chama, odor, temperatura de amolecimento e densidade.
- Comportamento mecânico

Após o recebimento dos fornecedores, o material é separado por cores. Quando se trata de frascos de soro é feito o corte da tampa do frasco para não ocorrer contaminação do material processado.

Depois da separação o material segue na esteira (figura 3)



FIGURA 13: Separação por cores

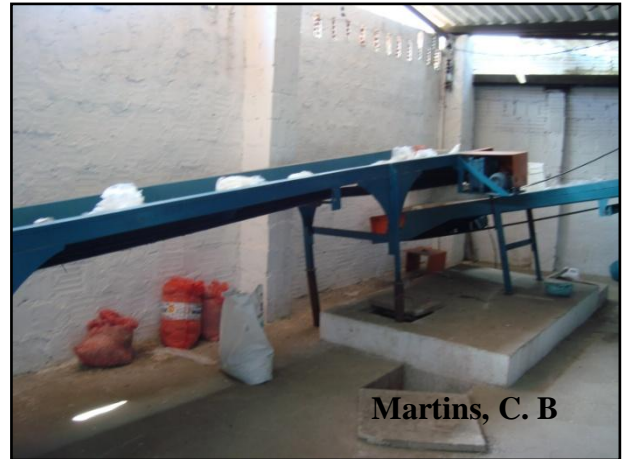


FIGURA 14: Esteira, levando o material até o moinho.



FIGURA 15: Perdas dos processos de partidas de máquina da fábrica da



FIGURA 16: Separação por cores

5.2.3 Moagem e Lavagem

As aparas de plástico, depois de selecionadas, passam por um moinho triturador que reduz seu tamanho e através de uma bomba com água em seu interior lava o material. A

limpeza é executada somente com água, cloro e detergente. Após a moagem o material moído caí em um reservatório de alvenaria. As aparas são movimentadas dentro deste reservatório para auxiliar a limpeza, através de batedores mecânicos. Na fase de limpeza, por efeito de gravidade, os resíduos sólidos de outros materiais (ex.: terra, grampos, rótulos, etc.) são precipitados para o fundo do tanque separando-se do plástico que por sua vez flutua na superfície da água, através do movimento da água o plástico é transferido para uma máquina lavadora para retirar o resto da impureza que ficou. Sendo portanto a lavagem um processo importante para eliminar os resíduos de produtos químicos ainda contidos nos frascos. No entanto, representa a etapa do processo que exige grande atenção com relação ao consumo de água e por isso a INDUPOLY contrata uma empresa para retirada e transporte da água dos tanques até um estação de tratamento da CAGECE. O sistema de moagem e lavagem deve ser bem estruturado, pois deste depende a qualidade do material final, garante eficiência e a segurança da operação.



FIGURA 17: Moinho triturador



FIGURA 18: Material saindo do moinho e indo para o tanque de lavagem.



FIGURA 19: Primeiro tanque de lavagem



FIGURA 20: Material seguindo para o segundo tanque de lavagem

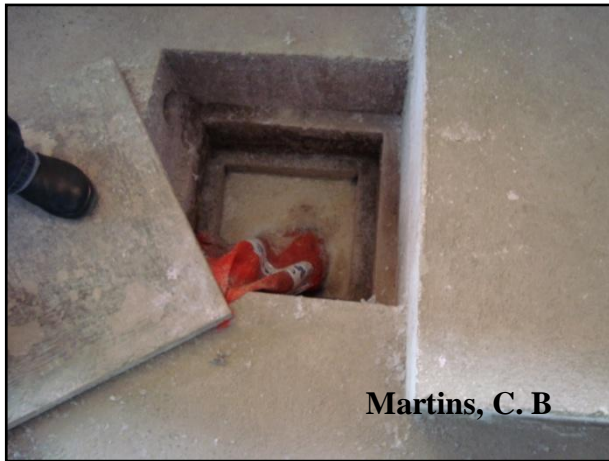


FIGURA 21: Local onde a água já utilizada fica até ser levada para tratamento.

5.2.4 Secagem

Depois de lavado o material segue para uma secadora é armazenado em um silo e aguarda até ser ensacado.



FIGURA 22: Material lavado seguindo para a secadora



FIGURA 23: Secadora

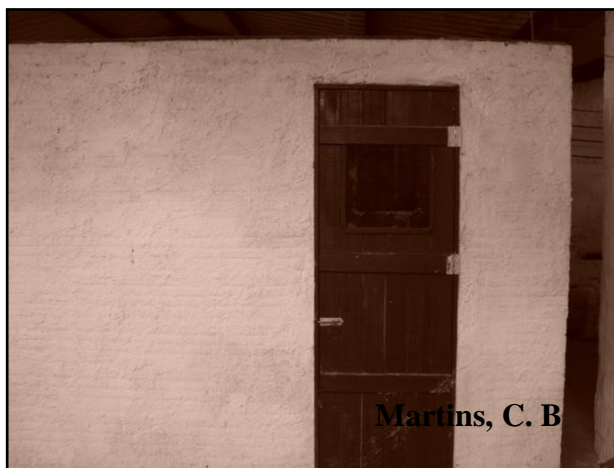


FIGURA 24: Silo



FIGURA 25: Plástico moído e triturado (último estágio realizado na INDUPOLY).

5.2.5 Extrusão

A fase de extrusão ocorre na JOONGBO e é a mais importante do processo de reciclagem, pois é nessa fase que as aparas serão fundidas, em alta temperatura aproximadamente 250°C, quase em forma líquida. Através de filtros especiais colocado na extrusora, retira-se do plástico todo tipo de impureza que por ventura tenha ficado agrupado ao plástico como areia, pedaços de madeira etc.

O plástico é puxado por um granulador, através de um conjunto de facas em água circulante limpa e fria, que através de choque térmico endurece novamente. Após ter voltado a forma rígida novamente é introduzido em um tanque de resfriamento de aproximadamente 2 metros de comprimento em forma de grãos, caindo em uma banheira vibratória, onde passa pelo exaustor e percorre a tubulação e cai no silo, para ser ensacado, pesado em embalagens padrão de 25 Kg. Seguindo assim para seu destino final.



FIGURA 26: Material seguindo para a extrusora.

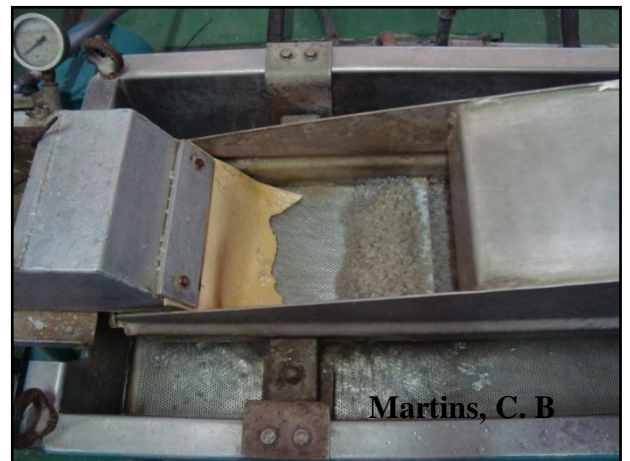


FIGURA 27: Massa já transformada em grãos percorre a banheira com água corrente e resfriada.



FIGURA 28: Produto reciclado ensacado e pesado colocado em sacos com 25 Kg de produto.

5.2.6 Processo Direto

Algumas mantas, tubos e embalagens que não passam no controle de qualidade da JONNGBO seguem um caminho mais rápido para a reciclagem.

O material é estocado e depois aglutina seguindo direto para o processo de extrusão descrito acima.



FIGURA 29: Material estocado



FIGURA 30: Material sendo aglutinado.

6. Discussão

Hoje, 30% da matéria-prima (resina reciclada) da Joongbo é tirada do processo de reciclagem e os outros 70% de matéria-prima virgem comprados de petroquímicas. A produção por mês é de 200 toneladas de resina reciclada.

Foram implantadas a ISO 9001 e 14000 para o monitoramento do projeto e implementação de melhorias.

A reciclagem de polímeros é uma alternativa viável para minimizar o impacto ambiental causado pela disposição destes materiais em aterros sanitários. Este tema vem se tornando cada vez mais importante pois, além dos interesses ambientais e econômicos, começam a surgir legislações cada vez mais rígidas no sentido de minimizar e/ou disciplinar o descarte dos resíduos sólidos.

Tendo em vista a problemática ambiental gerada pelo PEBD, pode-se concluir que a empresa esta caminhando para aliar aspectos econômicos com os de responsabilidade social. Através do extenso acompanhamento feito da empresa acredita-se que a mesma possui um grande potencial de expansão, principalmente para aumentar a percentagem de material reciclado utilizado.

7. Estudo Comparativo

A Plastisul está localizada em Sapucaia do Sul e conta com 220 funcionários. A empresa recicla cerca de 250 t/mês de sucata de PEBD e a transforma em lona plástica para a construção civil. A reciclagem é realizada há cerca de 25 anos. As lonas pretas para a construção civil são totalmente produzidas a partir do plástico reciclado. A lona preta para silagem, por sua vez, utiliza além de material reciclado, material virgem.

O resíduo plástico reciclado pela Plastisul é pós-consumo (por exemplo, sacarias), mas de origem industrial. Seus fornecedores são basicamente seus clientes que consomem os seus produtos como sacarias, filmes termoretráteis e que geram os resíduos dentro de suas empresas, comercializando-os novamente com a Plastisul.

A JOONGBO é uma empresa localizada no município de Euzébio e esta iniciando no ramo de reciclagem, inicialmente instalada para reciclagem dos seus produtos que não passam no controle de qualidade.

TABELA 3: Comparação entre a JOONGBO e a PLSTISUL

PLASTISUL	Matéria prima	Quantidade reciclada (t/mês)	Preço médio pago (R\$/Kg)	Operações realizadas para a reciclagem	Processo de transformação
	PEBD	250	0,22	Moagem	Extrusão
				Lavagem	
				Aglutinação	
				Filtragem	
				Extrusão	
				Granulação	
		Matéria prima	Quantidade reciclada (t/mês)	Preço médio pago (R\$/Kg)	Operações realizadas para a reciclagem
JOONGBO	PEBD	200	0,60	Aquisição	Extrusão
				Moagem	
				Lavagem	
				Secagem	
				Extrusão	

Ao se comparar as duas empresas nota-se que a JOONGBO paga um preço superior na resina, pois devido a finalidade desse material ele deve possuir uma seleção mais rigorosa para não ocorrer contaminação, portanto a escolha do material reciclável é imprescindível para a JOONGBO.

A maior dificuldade enfrentada pelas duas empresas está no fato de que qualquer coisa que a empresa queira fazer tem que ser buscada em feiras na Alemanha ou em outros países da Europa. O custo de um equipamento para uma unidade de reciclagem é muito alto e por isso ele tem que ser desenvolvido dentro da própria empresa, obrigatoriamente com um custo interno muito menor.

Com relação à análise de custos os dados são insuficientes e o processo da empresa JOONGBO é novo em comparação à PLASTISUL, o processo produtivo da JOONGBO depende do material que não passou no controle de qualidade, além do fato de a mesma trabalhar com frascos de soro, um material que não é muito utilizado na reciclagem, pois necessita de um tratamento manual para retirada da tampa que seria um contaminante para o processo.

A motivação para o início da reciclagem em ambas as empresas foi o menor custo do material reciclado e o fato de possuírem uma maior independência com relação aos fornecedores. Ambas as empresas têm intenção de ampliar seu setor de reciclagem.

Como sugestões para trabalhos futuros ambas as empresas dizem que seria importante uma análise comparativa entre os produtos reciclados e os feitos com matéria-prima virgem.

8. Referências

- BILLMEYER JR., F.W.; Hydrocarbon Plastic and Elastomers. In: Textbook of Polymer Science. 3 ed., John Wiley & Sons, Inc., 1984. Cap 13, p. 361-380.
- BOLSONI, E.; Estudo da reprocessabilidade do Polietileno de Baixa Densidade. 2001. Dissertação Universidade Estadual de Campinas.
- BORGES, D.G.; Aproveitamento de Embalagens Cartonadas em Compósito de Polietileno de Baixa Densidade. 2007. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- CEMPRE, 2008 – Ciclossoft 2008, disponível em http://www.cempre.org.br/ciclossoft_2008.php, acessado em 15/09/08
- COMLURB, 2008 - Companhia Municipal de Limpeza Urbana, disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/comlurb>, acesso em 27/09/08
- Curso Técnico em transformação de Termoplástico – CEFET RS/UNED Sapucaia do Sul – versão 2002;
- DALMOLIN, E; Avaliação da Degradação de Polietilenos Contendo Aditivo Pró-Degradante. 2007. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ESPÍNDOLA, L.C., 2004. Reciclagem de plásticos pós-consumo misturados não reaproveitados pelos centros de triagem de Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, UFRGS, 2004
- HANNIG, N., RADDATZ, E.; Properties and Applications of Recycled PE-HD. In: BRANDRUP, J., BITTNER, M., MICHAELI, W., MENGES, G.; Recycling and Recovery of Plastics. Hanser Publishers, 1996. Cap 7, p. 571-587.
- KRESSER, T.O.J.; Polyolefin Plastics. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1969.
- KINLAW, Denis c. Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentável na era ambiental. Tradução Lenke Perez Alves de Araújo. Ver. Técnica Heitor Jose Pereira. São Paulo: Makron Books, 1997.
- MANO, E.B.; MENDES, L.C.; Introdução à Polímeros, 2 ed. São Paulo, Edgard Blücher Ltda., 191p. 1999.
- MORAES, A.L.; A Reciclagem de Resíduos Plásticos Pós-Consumo em Oito Empresas do Rio Grande do Sul. 2000. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PALHARES, M.F.; O Impacto do Marketing “Verde” nas Decisões sobre Embalagens das Cervejarias que operam no Brasil. 2003. Dissertação. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

PARENTE, R. A.; Elementos Estruturais de Plástico Reciclado. 2006. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

PLASTIVIDA/ABIQUIM. Plásticos em Foco. São Paulo, fevereiro, 1997.

PINTO, A.G.;Plástico. in:IPT/CEMPRE. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.1995. p.181-192.

ROSA, D.S.; Modificação de Polietileno de Baixa Densidade, Polipropileno Isotático e suas Blendas, por Radiação Gama. 1991. Tese. Universidade Estadual de Campinas.

VELLANI,C.L.;A Ciência Contabil e a Eco-Eficiência dos Negócios. 2007.Dissertação.Faculdade de Economia , Administração e Contabilidade de Ribeirao Preto da Universidade de São Paulo.