

**ASSOCIAÇÃO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO – ITEP/OS**

**Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental**

PRODUÇÃO DE PLACAS PLÁSTICAS DE MULTIPLAS FACES, VISANDO A  
VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: RECICLAGEM DE UMA MISTURA DE  
BORRACHA TERMOFIXA (SBR) COM RESÍDUOS TERMOPLÁSTICOS.

**Francisco Cesario Neto**

Dissertação apresentada ao Curso  
de Mestrado Profissional em Tecnologia  
Ambiental da Associação Instituto de  
Tecnologia de Pernambuco – ITEP  
como requisito para obtenção do grau  
de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Lima da Silva

Recife, 2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ASSOCIAÇÃO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO – ITEP/OS

Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental

**FRANCISCO CESARIO NETO**

PRODUÇÃO DE PLACAS PLÁSTICAS DE MULTIPLAS FACES, VISANDO A  
VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: RECICLAGEM DE UMA MISTURA DE  
BORRACHA TERMOFIXA (SBR) COM RESÍDUOS TERMOPLÁSTICOS.

Recife 2008

C421p

Cesário Neto, Francisco, 1959 -

Produção de placas plásticas de múltiplas faces, visando a valorização de resíduos sólidos: reciclagem de uma mistura de borracha termofixa (sbr) com resíduos termoplásticos. / Francisco Cesário Neto. – Recife: Ed. do Autor, 2008.

59f.

Inclui bibliografia.

Orientador: Dr. Gilson Lima da Silva

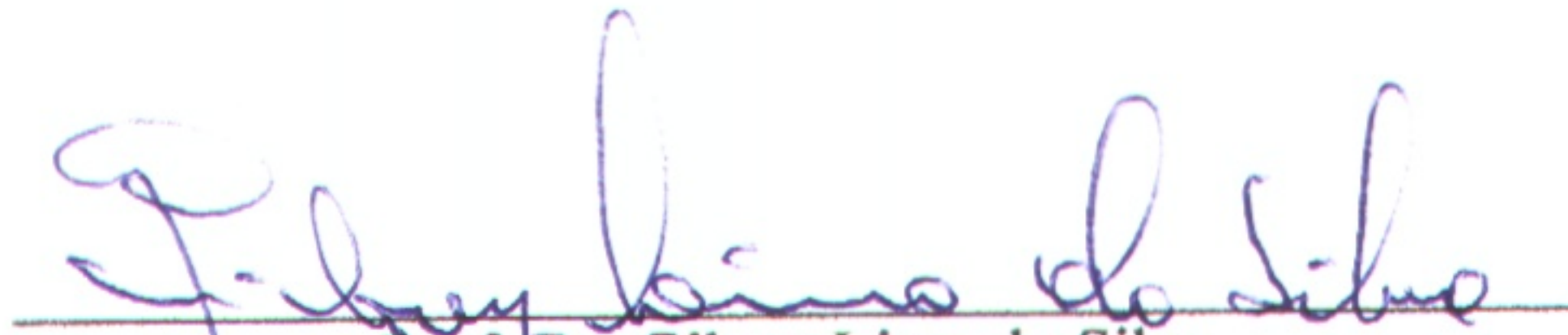
Co-orientador: Cláudia Maria Fontes Oliveira

Dissertação (Mestrado) – Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP-OS, 2008.

1. RESÍDUO SÓLIDO URBANO - GERENCIAMENTO. 2. MEIO AMBIENTE – POLÍTICA. 3. PLÁSTICOS. 4. MATERIAIS TERMOPLÁSTICOS. I. Silva, Gilson Lima da. II. Título.

CDU 628.4.043

Dissertação de Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental defendida por Francisco Cesario Neto e aprovada em 23 de Dezembro de 2008 pela banca examinadora constituída pelos doutores:



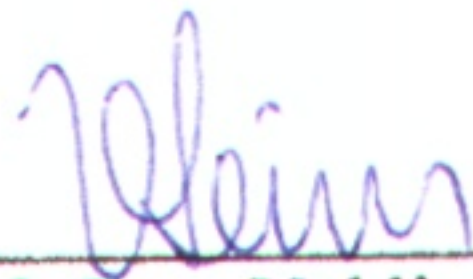
Prof. Dr. Gilson Lima da Silva

(Orientador – Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental - ITEP)



Prof.ª Ph.D. Ana Rita Fraga Drummond

(Membro Interno Titular – Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental - ITEP)



Profa. Dra. Valdinete Lins da Silva

(Membro Externo Titular – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força para superação dos obstáculos da vida. Ao meu pai, *in memoriam*, por ter me dado a base e exemplo de perseverança a seguir. A Dona Ivanilda minha querida mãe, por até hoje se preocupar com seu filho. Às minhas queridas filhas Jéssica e Ana Paula, pela força maior do amor que sinto e que me faz seguir em frente. A minha namorada Eliene, pelo incentivo. Aos Prof<sup>os</sup>. Gilson Lima e Marco Antônio, pelas valiosas sugestões e apoio. A todos os professores pelos ensinamentos transmitidos. Aos funcionários do mestrado pela dedicação e atenção aos alunos. Aos colegas do mestrado pelo convívio, troca de experiências e amizade. A EVAFRAN pela oportunidade do desenvolvimento dentro de minhas tarefas e demais amigos, pelo estímulo, incentivo, ânimo, e descontração nas horas trabalhosas.

## SUMÁRIO

Resumo.....	iv
Abstract .....	v
Lista de Tabelas .....	vi
Lista de figuras .....	vii
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	viii
1.0 INTRODUÇÃO.....	1
2.0 OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo geral.....	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1. Situação da destinação de Resíduos Sólidos no mundo.....	5
3.2 Situação da geração de Resíduos sólidos no Brasil.....	7
3.3 Valorização e Reciclagem por Tipologia de Resíduos .....	10
3.3.1 Vidros.....	10
3.3.2 Papel e Papelão.....	12
3.3.3 Metais.....	15
3.3.4 Resíduos Orgânicos.....	18
3.3.5 Plásticos.....	20
3.3.5.1. Conceituação.....	20
3.3.5.2 Classificação .....	20
3.3.5.3 Classificação dos Resíduos Plásticos.....	21
3.3.5.4 Classificação das reciclagens plásticas quanto a origem do resíduo.....	22
3.3.5.5 Impactos Ambientais provocados pelo descarte de resíduos plásticos.....	24
3.3.5.6 Caracterização dos elastômero SBR.....	28
3.3.5.7 Material Plástico de embalagens Longa vida. ....	30
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
4.1 Escolha do trabalho base.....	33
4.2 Testes iniciais.....	33
4.3 Confecção das placas mistas.....	35

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
6. CONCLUSÃO.....	46
7. RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	47
8. REFERÊNCIAS.....	51

## ANEXOS

Anexo 1 - Teste de Tração e absorção de água realizado em placa de madeira de 11 mm de espessura.

Anexo 2 - Teste de Tração e absorção de água realizado em placa de material longa vida de 11 mm de espessura

Anexo 3 - Teste comparativo de tração de material longa vida e placa de dupla face de mesma espessura

Anexo 4- Teste de tração realizado em placa de dupla face



## RESUMO

Um dos grandes desafios ambientais que a sociedade deste milênio vem enfrentando é a produção cada vez maior de resíduos sólidos. Essa geração de resíduos aponta para uma das conseqüências direta, ou seja, a carência de áreas disponíveis para a sua disposição adequada. No final do século passado, com a constatação das limitações das fontes de matéria-prima não renováveis e com a crescente atuação dos grupos ambientalistas no cenário mundial, a reciclagem ganhou papel determinante. Inicialmente dos poucos materiais com potencial de reciclagem, tem-se hoje a possibilidade da utilização de uma ampla gama de materiais, tais como alumínio, cobre, aço, vidros, papéis, isopor, pneus, plásticos, etc. Os resíduos plásticos foco deste trabalho, são considerados altamente poluidores, em função de sua grande geração, descarte inadequado nos cursos d'água e principalmente na dificuldade de degradabilidade, o que leva a sua permanência por longos períodos de tempo no ambiente, provocando efeitos irreversíveis já constatados nos oceanos, ameaçando a fauna marítima. Este trabalho visa apresentar uma alternativa de reciclagem de resíduos gerados da fabricação de sandálias, caracterizado como um material elastômero termofixo (estireno-butadieno) em mistura com resíduo de material termoplástico, para produção de placas prensadas a partir de um processo de melhoria contínua que agregue novas características de modo a ampliar as alternativas de sua utilização, gerando benefícios econômicos e garantindo a sustentabilidade ambiental. A metodologia utilizada buscou agregar as características de outras misturas de resíduos, já em utilização comercial no mercado (placas de mistura de alumínio e polietileno de resíduos de embalagem longa vida) com adição de resíduos de material termofixo ( SBR). Os resultados demonstraram que o resíduo de SBR como carga podem proporcionar a fabricação de novos bens de consumo com viabilidade de uso no mercado.

Palavras-chaves: Resíduos, Reciclagem, Reuso, Plásticos.

## ABSTRACT

One of the major environmental challenges of this millennium that the company has been facing is increasing the production of solid waste. This generation of waste points to one of the direct consequences, namely the lack of areas available for its proper disposal. At the end of the last century, with the establishment of the limitations of the sources of non-renewable raw materials and the growing role of environmental groups in the world, recycling has won decisive role. Initially the few materials with potential for recycling, it has now the possibility of using a wide range of materials such as aluminum, copper, steel, glass, paper, styrofoam, tires, plastics, etc.. Waste plastics focus of this work is considered highly polluter, according to the great generation, discard the current inadequate water and especially the difficulty of degradability, which leads to stay for long periods of time in the environment, causing irreversible effects already found in the oceans, threatening marine wildlife. This paper aims to present an alternative to recycling of waste generated from the manufacture of sandals, characterized as an elastomer material no adjustable heat (styrene-butadiene) in combination with residue of thermoplastic material for production of pressed plates from a process of continuous improvement that aggregating new features in order to expand the options for their use, generating economic benefits and ensuring environmental sustainability. The methodology aimed aggregate the characteristics of other mixtures of waste, already in commercial use in the market (cards mixture of aluminum and polyethylene packaging waste long life) with the addition of waste material no adjustable heat (SBR). The results showed that the residue of SBR as cargo can provide the production of new goods from consume use with viability of the market.

Key words: Waste, Recycle, Reuse, Plastics.

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 01 - Destino dos resíduos sólidos urbanos.....	05
Tabela 02 -Geração de resíduos sólidos urbanos per capita.....	06
Tabela 03 -Composição dos resíduos sólidos urbanos.....	07
Tabela 04 - Estimativa de geração de resíduos sólidos no Brasil.....	08
Tabela 05 - Formas de disposição dos resíduos por Região do País.....	09
Tabela 06 - Índice de reciclagem de vidro no Brasil.....	11
Tabela 07- Desempenho Global do Setor Vidreiro no Brasil.....	12
Tabela 08 - Taxa de Recuperação de Papéis Recicláveis.....	14
Tabela 09-Taxa de Recuperação de Papéis Recicláveis em Países Selecionados..	14
Tabela 10-Reciclagem de embalagens de alumínio.....	17
Tabela 12 -Reciclagem de resíduos orgânicos.....	18
Tabela 13 – Origem do Resíduo Plástico Consumido no Brasil.....	22
Tabela 14- Reciclagem de Plásticos Pós-Consumo por Tipologia.....	24

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 01 - Evolução do Índice de Recuperação de Papéis Recicláveis.....	13
Figura 02 –Composição gravimétrica por região de Desenvolvimento (RD) em Pernambuco.....	27
Figura 03 -Material SBR, rejeitado por falha no processo antes de ser moído.....	29
Figura 04 - Material de SBR moído, para ser usado como combustível.....	29
Figura 05 - Material moído e misturado para confecção das placas.....	34
Figura 06- Placa com defeito provocado pela presença de umidade .....	35
Figura 07 - Esquema de confecção da placas.....	36
Figura 08- Placas de dupla face confeccionada para os testes.....	37
Figura 09- Material para teste de tração.....	38
Figura 10- Detalhe do teste, no momento de romper a amostra.....	38
Figura 11–Telha fabricada com resíduo plástico, com carga de alumínio.....	41
Figura 12- Móveis fabricados com resíduos plásticos.....	42
Figura 13- Caixa para armazenar resíduo de lâmpada fluorescente.....	42
Figura 14- Piso fabricado com material longa vida.....	43
Figura 15-Galpões feitos com madeira e telhados de fibrocimento.....	44
Figura 16–Quadro de aviso com material reciclável .....	44
Figura 17- Divisória feita com material longa vida.....	45
Figura 18 -Galpão feito com material plástico reciclável.....	45

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABRE - Associação Brasileira de Embalagens.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

ASTM - American Society for Testing and Materials.

BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel.

CEMPRE - Compromisso Empresarial com a Reciclagem.

CEN - Comitê Europeu de Normatização.

EN - Norma Européia

CMMR - Centro Mineiro de Referência em Resíduo.

CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos.

DDT- Dicloro-Difenil-Tricloroetano.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde.

IBDA - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura.

IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia.

IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica.

ITEP - Instituto de Tecnologia do Estado de Pernambuco.

Kcal/kg - Mil calorias por quilograma.

MPa - Mega Pascal (Pressão de 10,2 kgf/cm<sup>2</sup>).

PEAD - Polietileno de Alta densidade.

PEBD - Polietileno de Baixa densidade.

PELBD - Polietileno Linear de Baixa Densidade

PET - Polietileno tereftalato.

PLASTIVIDA - Instituto Sócio Ambiental dos Plásticos.

PP - Polipropileno.

PS - Poliestireno.

PVC - Policloreto de Vinila.

RISI -Provedor de Informações sobre a Indústria de Produtos Florestais

SBR - Borracha sintética, elastômero de estireno-butadieno.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial e o aumento do uso de matérias-primas naturais, aliado ao modo de vida da sociedade moderna, criaram hábitos de consumo maiores que a capacidade de suporte do planeta, gerando como consequência um volume per capita de resíduos sólidos cada vez mais elevados.

Neste cenário, a geração crescente de resíduos sólidos, se torna um dos grandes desafios ambientais do milênio, pois além do consumo exagerado de recursos naturais não renováveis impactando de forma global o meio ambiente, gera um problema social ocasionado pela falta de área disponível para destino final adequado desses resíduos, ocasionando à proliferação de lixões, que atraem uma parcela carente da população que tira seu sustento da atividade de catação, o que aumenta ainda mais os problemas sociais em função da disseminação das doenças de veiculação por vetores do lixo.

O problema do resíduo pós-consumo está na falta de políticas públicas que incentivem a coleta seletiva e consequente aplicação das melhores tecnologias disponíveis para tratamento e destino final, entretanto o desafio vai além de sua aplicação, mas envolve também todo um trabalho de educação ambiental que garanta a sustentabilidade ambiental dessas ações, como também promova a inserção dessa parcela da sociedade menos favorecida no mercado de trabalho, gerando renda e melhoria de qualidade de vida.

O descaso dessas iniciativas se faz sentir pela lentidão que vem sendo conduzida a elaboração da lei que estabelece a política nacional de resíduos sólidos que vem sendo trabalhado dentro do governo federal desde 1995 e que após diversas versões, segundo Grimberg (2007) o governo federal encaminhou ao Congresso Nacional uma proposta de Política Nacional de Resíduos Sólidos em 2007, que apesar de ser bastante sintética pois possui 33 artigos, estabelecem

diretrizes, instrumentos, responsabilidades e proibições para o gerenciamento dos resíduos sólidos no país, destacando que apesar de ser uma primeira iniciativa neste sentido por parte do executivo federal, garante ações como desenvolvimento de processos que busquem a alteração dos padrões de produção e consumo sustentável de produtos e serviços, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas, incentivo ao uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados, como forma de minimizar impactos ambientais.

As ações de gerenciamento de resíduos devem se iniciar mesmo antes de sua geração, ou seja, na produção dos bens que possuem matérias primas que certamente após consumo gerarão resíduos de difícil degradabilidade.

Neste sentido, os plásticos e algumas borrachas termofixas, uma vez moldadas por um dos processos usuais de transformação, não podem mais sofrer novos ciclos de processamento, pois não fundem novamente, se tornando um desafio para aplicações sustentáveis, pois os mesmos não podem ser reciclados mecanicamente, e quando lançados em aterros sanitários podem impermeabilizar as camadas de material em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos, além disso sua queima sem controle, pode provocar poluição atmosférica, uma vez que em muitos casos, a combustão sem controle, pode gerar compostos como dioxinas e furanos, considerados altamente nocivos a saúde da população e ao meio ambiente.

No atual estágio tecnológico, muitas soluções tem sido apresentado na direção da reutilização desses materiais que apesar de não se conseguir mais moldá-lo, podem ser utilizados na produção de novas peças em mistura com outros plásticos.

Não se pode conseguir metas de sustentabilidade no estágio atual, se todas as áreas não forem trabalhadas como parte de um processo contínuo, de forma a

valorizar os processos de reciclagem dos resíduos de maior volume e composição e o desenvolvimento de novos produtos que possam atingir de forma conjunta a viabilidade econômica.

Assim o objeto deste trabalho, visa desenvolver um novo produto, uma placa plástica mista usando o resíduo de um elastômero termofixo a base de borracha de estireno- butadieno (SBR), em mistura com um termoplástico (polietileno de baixa densidade) em conjunto com outra placa com polietileno e alumínio de material longa vida, visando agregar valor a um resíduo plástico que em sua maior parte vem sendo utilizado como combustível ou sendo descartado em sua maior parte em aterros sanitários e lixões, gerando problemas ambientais irreversíveis.

O material termoplástico como a exemplo o polietileno de alta e baixa densidade, pode ser reciclado gerando bens de consumo, como novas peças plásticas. O material de embalagem longa vida, basicamente composto por polietileno, papel e alumínio, já encontra formas de reuso e reciclo como na fabricação de telhas, pisos externos, divisórias, construção de galpões, etc.

O processo de melhoria continua é um comportamento natural do ser humano, sempre preocupado em melhorar e usar o que tem disponível na tecnologia ou mesmo na sociedade, de forma a se tomar o que existe como base, e evoluir e aprimorar o desenvolvimento.

Este processo não tem fim, pois sempre existe uma forma melhor de se fazer, uma forma melhor de agir e uma forma melhor de se pensar. Este trabalho e apenas um elo nesta cadeia, o que precisamos agora é focar o que temos atualmente em tecnologia para solução de problemas causados pelos problemas ambientais, e tentar desenvolver ou aprimorar o que temos na busca de ganhos gradativos em todos os tipos de problemas que enfrentamos, e de forma sustentável, buscar agregar benefícios para as gerações futuras.



## **2.. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Fabricar placas plásticas utilizando resíduos termofixos em mistura com termoplásticos, utilizando borracha SBR, contribuindo para disseminação de novas alternativas para aproveitamento de resíduos sólidos, procurando sua valorização, com vistas a reduzir os impactos ambientais provocados pela destinação inadequada desses resíduos.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Desenvolver placas plásticas utilizando resíduos de borracha termofixa em mistura com material termoplástico;
- Avaliar medidas de melhorias contínuas que possam incorporar novos materiais na constituição das placas e melhorar seu desempenho como produto;
- Avaliar as características físicas das placas no sentido de identificar possíveis melhorias nas suas propriedades que possam ampliar sua utilização;
- Propor possibilidades de reuso do material termofixo (SBR) desenvolvido.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Será apresentado um resumo mostrando dados acadêmicos da composição, destinações e geração dos principais resíduos sólidos urbanos, a geração de resíduo de elastômero estireno butadieno (SBR), que é base neste trabalho, algumas tecnologias disponíveis para minimizar esta geração e os processos mais comuns de tratamento e destinação desses resíduos.

#### 3.1 Situação da destinação de Resíduos Sólidos no mundo

Conforme dados pesquisados pela ABRE(2008), citando CEMPRE et al (2002), o índice de reciclagem de resíduos no mundo ainda é muito baixo, existe muito trabalho a ser desenvolvido na área, visando a redução do uso de matéria prima virgem usando os resíduos na produção de bens de uso mais sustentáveis. Apesar do índice em média de reciclagem no mundo ser baixo, países como a Dinamarca já atingia percentual de 29% em 2002, conforme os dados da Tabela 1

Tabela 01 - Destino dos resíduos sólidos urbanos

País	Aterros	Incineração com recuperação de energia	compostagem	Reciclagem
Brasil	90% (aterros ou lixões)	-----	2%	8%
México	97,6% (aterros ou lixões)	-----	-----	2,4%
Estados Unidos	55,4%	15,5%	29,1% (compostagem + reciclagem)	
Alemanha	50%	30%	5%	15%
França	48%	40%	12% (compostagem + reciclagem)	
Suecia	40%	52%	5%	3%
Austrália	80%	Menos de 1%	Insignificante	20%
Israel	87%	-----	-----	13%
Grécia	95% (aterros ou lixões)	-----	-----	5%
Itália	80%	7%	10%	3%
Reino Unido	83%	8%	1%	8%
Holanda	12%	42%	7%	39%
Suíça	13%	45%	11%	31%
Dinamarca	11%	58%	2%	29%

Fontes: Cempre/Tetra Pak Americas/EPA/Nolan-Pty(2002) apud ABRE(2008)

Um trabalho forte de conscientização, junto com desenvolvimento de meios e de tecnologia que permitam se traçar metas de redução destes índices se faz necessário. Verifica-se que a geração per capita mesmo em países do primeiro mundo, varia muito a exemplos do Estados Unidos e Canadá (2,0 e 1,7 kg/dia) contra a Alemanha e a Suécia (com 0,9 kg/dia), conforme Tabela 02.

Tabela 02 - Geração de resíduos sólidos urbanos per capita

País	Kg/hab/dia
Brasil	0,7
Uruguai	0,9
México	0,9
Estados Unidos	2,0
Canadá	1,7
Alemanha	0,9
Suécia	0,9

Fontes: Cempre/Tetra Pak Américas/Pro Europe/EPA (Environment Protection Agency) EUA (2002), apud ABRE(2008)

A composição principal dos resíduos sólidos urbanos, mostra que existem basicamente cinco tipos de resíduos, que se trabalhados considerando os aspectos de sua geração, destinação, hábitos de consumo, coleta seletiva, triagem, destinação final e tecnologias (novas e emergentes) podem reduzir substancialmente o índice de geração per capita ou o índice de reciclagem dos mesmos( Tabela 03).

Tabela 03 - Composição dos resíduos sólidos urbanos

País	Orgânico	Metais	Plásticos	Papel e Papelão	Vidro	outros
Brasil	55%	2%	3%	25%	2%	13%
México	42,60%	3,80%	6,60%	16,00%	7,40%	23,60%
Estados Unidos	11,20%	7,80%	10,70%	37,40%	5,50%	27,4% (com resíduos de tipo vegetal, têxtil e madeira)

Fontes: Cempre/Tetra Pak Américas/EPA(2002) apud ABRE(2008)

### 3.2 Situação das Geração de Resíduos Sólidos no Brasil

A geração de resíduos sólidos depende diretamente do nível de renda da população. O incremento de 1% na população, corresponde a um aumento de 1,04% na geração de lixo, e no caso de aumento de renda per capita, a geração será 0,34% maior. Contudo, verifica-se que o consumo depende muito de hábitos da população, políticas como educação ambiental, diminuição do hábito de consumo exagerado e coleta seletiva podem reduzir bastante o volume per capita dos resíduos (AZEVEDO et al, 2001, citando CERQUEIRA, 1999).

No Brasil vem se observando um aumento considerável da quantidade de resíduos gerados, conseqüência da recuperação econômica do país nos últimos anos, que favoreceu o consumo e conseqüentemente a geração de resíduos. Observa-se que a região Sudeste responde por 42% da quantidade gerada no Brasil, assim como também pela maior taxa per capita de geração, conforme Tabela 04.

Tabela 04 - Estimativa de geração de resíduos sólidos no Brasil.

País	População Total		Geração de Resíduos		Geração percapita (Kg/hab/dia)
	Quantidade (hab)	%	Quantidade (ton/dia)	%	
Brasil	169.799.170	100,0	228.413	100,0	1,35
Norte	12.900.704	7,6	11.067	4,8	0,86
Nordeste	47.741.711	28,1	41.558	18,2	0,87
Sudeste	72.412.411	42,6	141.617	62,0	1,96
Sul	25.107.616	14,8	19.875	8,7	0,79
Centro-Oeste	11.636.728	6,8	14.297	6,3	1,23

Fonte: IBGE- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2000).

A maior preocupação ambiental em relação ao aumento da geração de resíduos, são as limitações quanto a sua destinação final. No Brasil essas dificuldades vêm se apresentando nas limitações quanto à implantação de soluções que garantam uma destinação adequada. Na Tabela 05, verifica-se que muitos materiais que poderiam ser reciclados, ainda se destinam de forma inadequada, sendo grande parte depositada a céu aberto.

Tabela 05 - Forma de disposição de resíduos por regiões do Brasil.

Tipo de Tratamento	Brasil (%)	Norte (%)	Nordeste (%)	Sudeste (%)	Sul (%)	Centro-Oeste (%)
Vazadoiro a céu aberto	21,3	57,2	48,3	9,8	25,9	22,0
Aterro Controlado	37,0	28,3	14,6	46,5	24,3	32,8
Aterro Sanitário	36,2	13,3	36,2	37,1	40,5	38,8
Estação de Compostagem	2,9	0,0	0,2	3,8	1,7	4,8
Estação de triagem	1,0	0,0	0,2	0,9	4,2	0,5
Incineração	0,5	0,1	0,1	0,7	0,2	0,2
Locais não-fixos	0,5	0,9	0,3	0,6	0,6	0,7
Outros	0,7	0,2	0,1	0,7	2,6	0,2

Fonte: IBGE- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2000).

A destinação a céu aberto considerada uma forma incorreta e perigosa de destinação final de resíduos sólidos, consiste em se colocar o resíduo em mistura em local sem estudo, podendo gerar problemas ambientais diversos, com risco de

poluição hídrica pela geração de chorume, atração de vetores e proliferação de doenças diversas

O aterro segundo a FUNASA(2006) consiste no enterramento planejado dos resíduos sólidos e controlado tecnicamente quanto aos aspectos de poluição ambiental, com controle sobre proliferação de vetores e outros riscos a saúde.

O aterro sanitário é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente, lixo domiciliar que usa critérios de engenharia e normas operacionais específicas, para controle dos possíveis problemas ambientais que os resíduos possam causar.

Considerando o consumo elevado de matéria prima e o problema ambiental causado pela geração de resíduos, não se pode pensar em política de sustentabilidade sem focar primeiramente as etapas que envolvam uma solução para este problema. Estas etapas não envolvem simplesmente uma solução técnica, mas também uma mudança no comportamento social, que tenha como base a educação ambiental, que incentive a coleta seletiva e a reciclagem, aprimorando os materiais reciclados, de forma que exista uma aceitação da sociedade dos produtos fabricados a partir dos resíduos, gerando renda e melhorando a qualidade de vida da população. Neste sentido o nível de reciclagem no país vem aumentando consideravelmente nos últimos anos.

Verifica-se de acordo com a composição conforme dados na Tabela 03, que o material que compõe o resíduo urbano é na sua maioria composto por restos orgânicos, papel e papelão, plásticos, vidros e metais. Assim um foco em tecnologias e programas voltadas para reciclagem destas tipologias podem reduzir substancialmente o volume gerado. Os outros resíduos também são uma preocupação quanto a problemas ambientais causados, como é o caso de pilhas, baterias e material eletrônico, que no processo de decomposição, podem inibir a ação de degradação dos microorganismos, responsáveis pela conversão a gás dos resíduos biodegradáveis, provenientes de restos de alimentos e que

constituem o maior volume na composição. Observa-se também que a composição varia de acordo com o centro populacional, em São Paulo o percentual de plásticos no resíduo urbano é maior que nas cidades de menor porte.

### **3.3. Valorização e Reciclagem por Tipologia de Resíduos.**

#### **3.3.1 Vidros.**

O vidro é uma substância amorfa inorgânica formada pela fusão de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) em sua maior quantidade e outros óxidos com propriedades diversas conforme sua composição.

De acordo com Serpa(2007, citando MAGELLA, 1999), na formulação de um vidro, deve ser considerada a ação de determinados componentes no resultado final de suas propriedades físico-químicas. Os principais constituintes dos vidros podem ser agrupados de acordo com seu mecanismo de ação, a saber:

- a) Vitrificantes:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ;
- b) Fundentes:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ;
- c) Estabilizantes:  $\text{BaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ;
- d) Devitrificantes:  $\text{ZnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ .

Segundo Romana (2008) o vidro pode ser refundido várias vezes e reutilizado nos processos originais, usado em fabrica de cimento em mistura (processo em desenvolvimento), usado como agregados para leitos de estradas, materiais abrasivos, blocos de pavimentação, cimento a ser aplicado em encanamentos, tanques sépticos de sistemas de tratamento de esgoto, filtros, janelas, clarabóias, telhas etc. Todas estas aplicações utilizam a sucata de vidro moída e/ou em cacos (o tamanho do vidro varia conforme a aplicação) adicionada em porcentagens adequadas aos elementos já constituintes.

Dados do CEMPRE (2008) indicam que em 2007, apenas **46%** das embalagens de vidro são recicladas no Brasil (Tabela 06), totalizando 390 mil ton./ano. Desse total, 40% é oriundo da indústria de envase, 40% do mercado difuso, 10% do "canal frio" (bares, restaurantes, hotéis, etc.) e 10 % do refugo da indústria.

Verifica-se que apesar do potencial e aplicação para este resíduo, ainda se perde muito para outras destinações.

Tabela 06 - Índice de Reciclagem de vidro no Brasil.

Ano	Reciclagem (%)
1991	15
1992	18
1993	25
1994	33
1995	35
1996	37
1997	39
1998	40
1999	40
2000	41
2001	42
2002	44
2003	45
2004	45
2005	45
2006	46
2007	47

Fonte: ABIVIDRO (2008).

A reciclagem de vidro implica em um gasto de energia consideravelmente menor do que a sua manufatura através de areia, calcário e carbonato de sódio. Segundo a ABIVIDRO(2008) com um quilo de vidro se faz outro quilo de vidro, sem perda e sem poluição para o meio ambiente, com a vantagem de se poupar matérias primas naturais, como areia, barrilha, calcário. Além disso existe a energia e o combustível queimado no transporte e processamento da matéria-prima. Verifica-se uma evolução gradual no índice de reciclagem do vidro, porém muito material



ainda poderia ser trabalhado. O setor vidreiro no Brasil gera cerca de 3000 empregos diretos e indiretos, com atividades de reciclo do vidro, e faturamento em 2006 na ordem de R\$ 1.230.000,00, com um volume reciclado de 400.000 toneladas de vidro (Tabela 07).

**Tabela 07 - Desempenho Global do setor Vidreiro no Brasil.**

Discriminação	2005	2006
Capacidade instalada de produção de embalagens (1000 t)	1292	1297
Empregos na produção de embalagens (1000)	5,1	5,1
Faturamento da produção de embalagens (R\$ milhões)	1,17	1,23
Volume reciclado (mil toneladas)	390	400
Índice de reciclagem	45%	45%
Recursos investidos para reciclagem (R\$ mil)	700	500
Recursos gerados com a reciclagem (R\$ milhões)	65	68
Empregos diretos e indiretos gerados na reciclagem (mil)	3	3

Fonte: ABIVIDRO(2008).

### 3.3.2 Papel e Papelão

Segundo Romansini(2005), citando CEMPRE( 2004), dependendo do processo utilizado na reciclagem de papel e papelão, poderia se economizar em média 2,5 barris de petróleo, 98 mil litros de água e 2.500 kW/h de energia elétrica com uma tonelada de papel reciclado.

No Brasil, a produção de celulose e papel utiliza essencialmente espécies de eucalipto, que levam de seis a sete anos para atingir a idade de corte. Para produzir uma tonelada de papel são consumidas cerca de 20 árvores de eucalipto. Algumas espécies de pinus também são utilizadas, principalmente na região Sul do país (Nascimento et al 2005).

No Brasil observa-se um aumento gradativo no índice de reciclagem, atingindo-se em 2004 cerca de 45,8% (Figura 01), mantendo-se neste patamar até 2007, a evolução mostra o resultado de políticas e compromisso das indústrias de papéis com a reciclagem e incentivo a atividades ambientalmente corretas (Bracelpa 2008).

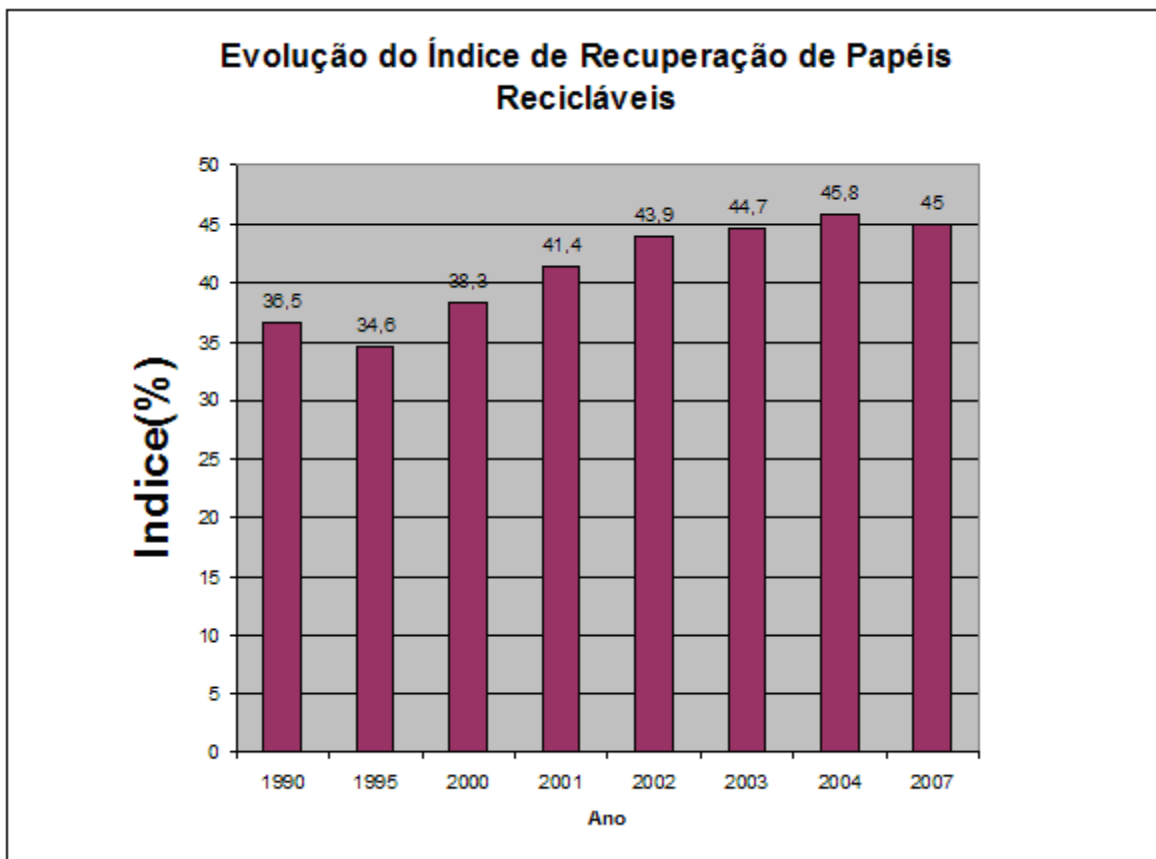


Figura 01 - Evolução do Índice de Recuperação de Papéis Recicláveis  
Fontes: ABRELPE (2006) e BRACELPA (2008).

A tipologia do papel, as formas de utilização, a valorização do resíduo, também influenciam no processo de reciclagem. Papéis que em uso se misturam com resíduos não recicláveis como os sanitários, ou papéis especiais de fotografia ou contaminado com outros resíduos, tem sua taxa de reciclagem reduzida a

praticamente zero, já os papéis ondulados (de mais fácil separação), tem seu índice de reciclagem maior. (Tabela 08).

Tabela 08 - Taxa de Recuperação de Papéis Recicláveis.

Tipologia	Consumo aparente Papel (1000 t)		Papéis recicláveis Recuperados (1000 t)		Taxa de Recuperação (%)	
	2002	2004	2002	2004	2002	2004
Ano						
Imprensa	495	482	220,2	225,6	44,5	46,8
Imprimir e escrever	1.732	1.853	428,3	512	24,7	27,6
Embalagem Kraft	444	482	234,8	260,9	52,9	54,1
Papel ondulado	2.515	2.730	1.944,80	2.157,40	77,3	79
Emblagnes em geral	263	285	20,6	21,9	7,8	7,7
Papel cartão	484	480	146,8	158,7	30,3	33,1
Sanitários	627	685	-	-	-	-
Cartolinas, papelão e polpa moldada	220	232	21,9	23,7	10	10,2
Papéis especiais	99	104	-	-	-	-

Fonte: BRACELPA (2006).

Apesar da evolução do índice de recuperação de papéis recicláveis no Brasil, quando comparado com outros países, verifica-se que o índice de reciclagem deste material ainda é baixo se comparado com países como a Alemanha e o Japão, porem existe uma tendência gradativa a se aumentar o percentual ano a ano (Tabela 09).

Tabela 09 - Taxa de Recuperação de Papéis Recicláveis em Países Seleccionados

Países	Taxa
Alemanha	74,5%
Japão	73,1%
Reino Unido	64,9%
Espanha	58,9%
Estados Unidos	51,9%
Itália	51,3%
Argentina	46,4%
Brasil (1)	45,0%
Malasia	43,0%
Mexico	39,0%
China	34,3%

Fontes: RISI - dados relativos a 2006 e (1) Bracelpa - dado relativo a 2007

### 3.3.3 Metais

Segundo dados do CMMR(Centro Mineiro de referência em resíduo, 2008) o material metálico, pode ser reusado através de aplicação direta, ou refundido e reciclado totalmente. Possuindo elevada durabilidade e facilidade de conformação e resistência mecânica, tem uso diverso na confecção de peças, automóveis, reforço de estrutura e embalagens.

A reciclagem dos metais oferece as seguintes vantagens:

- economia de minérios e água;
- economia de energia;
- economia de matéria-prima e recurso natural;
- diminuição das áreas degradadas pela extração do minério;
- diminuição da poluição;
- geração de empregos e recursos econômicos para os intermediários;
- aumento da vida útil dos lixões, com redução de volume e de risco de lixiviação de metais para o chorume gerado.

Os metais são classificados em ferrosos (compostos basicamente de ferro e aço) e os não-ferrosos onde se destacam o cobre, o chumbo, o níquel e o zinco (FUNASA, 2006).

Os ferrosos têm menos valor agregado no valor de resíduo e constituem normalmente o maior volume de sucata, e os não ferrosos com maior valor agregado. Estão presentes também de forma pura ou às vezes em composição na forma de liga ou revestimento sobre metais, como estanho, cromo, chumbo, níquel e zinco.

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

A sucata metálica é introduzida no processo de fabricação, substituindo o metal primário, gerando um grande benefício econômico e de redução do impacto ambiental. A produção de aço a partir de minérios virgens exige quatro vezes mais energia do que a partir da sucata (FUNASA, 2006).

O aço é material integralmente reciclável. Quando finda sua vida útil, produtos como carros, geladeiras, fogões, latas, barras e arames tornam-se sucatas que alimentam os fornos das usinas, produzindo novamente aço com a mesma qualidade.

Segundo Garcia(2008) cada tonelada de aço reciclado permite economizar 1,5 toneladas de minerais de ferro, 70% de energia e 40% no consumo de água em relação à mesma quantidade e aço novo. A cada 75 latas de aço recicladas, uma árvore que seria transformada em carvão vegetal, usado como redutor do minério de ferro, é poupada. A cada 100 latas recicladas, poupa-se o equivalente a uma lâmpada de 60 Watts acesa por uma hora.

É importante, ainda, observar que a sucata pode, sem maiores problemas, ser reciclada mesmo quando enferrujada, fornos especiais promovem a redução do óxido de ferro (usando para isto carvão como redutor). A sucata de ferro pelas suas propriedades magnéticas é de fácil identificação e separação, principalmente no caso da sucata ferrosa.

O mercado de embalagens à base de latas de aço e alumínio, tem crescido bastante. É possível observar altos índices de reciclabilidade para alguns materiais, caso das latinhas de alumínio, estes índices estão ligados a valorização do resíduo deste metal e também a problemas sociais inerentes de cada País

Segundo Garcia(2008) os resultados destes segmentos decorrem da combinação de dois fatores principais: o alto valor da sucata, que torna a coleta atrativa para muitas pessoas, e a massa de população brasileira de baixa remuneração e sem um emprego formal, que cria um exército de catadores engajados nesta atividade, quanto maior o valor do resíduo maior o incentivo aos catadores e a segregação aumentando seu índice de reciclagem como pode ser visto na tabela 10, referindo-se a embalagens recicladas de alumínio.

Tabela 10 - Reciclagem de embalagens de alumínio

Países	Taxa
Brasil	87%
Argentina, Uruguai e Paraguai	60%
Alemanha	97%
França	20%
Noruega	60%
Polônia	15%
Portugal	7%
Estados Unidos	49%
Colômbia	38%

Fontes: Cempre - somente pós consumo/Pro-Europe/  
EPA (2001)/TETRA Pak Américas apud ABRE 2008.

### 3.3.4 Resíduos Orgânicos

Os restos orgânicos (Tabela 03) constituem o maior percentual na composição dos resíduos sólidos urbanos. Os resíduos constituídos por restos de alimentos em mistura, alimentos estragados, etc. são responsáveis pela atração de vetores (ratos, moscas, etc) além de proliferação de agentes patogênicos. Estes resíduos em mistura com outros materiais dificultam o processo de reciclagem. O índice de reciclagem deste material ainda é muito baixo no Brasil, verifica-se que em 2001 o índice de reciclagem para resíduos orgânicos era de apenas 1,5%, contra 59,3 % nos Estados Unidos, na composição este resíduo biodegradável é o de maior volume nos aterros conforme dados da Tabela 11.

Tabela 11 - Reciclagem de resíduos orgânicos

Países	Taxa
Brasil	2%
Argentina, Uruguai e Paraguai	Menos que 5%
Estados Unidos	59%

Fontes: Cempre - somente pós consumo/EPA (2001) apud ABRE 2008.

Uma das alternativas mais antigas utilizadas para reciclagem do material orgânico é a compostagem que consiste praticamente em acelerar o processo biológico de degradação da matéria orgânica usando microorganismos. A compostagem é um processo biológico aeróbio de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos para a produção do composto, nome dado ao fertilizante orgânico assim produzido (Budziak et al , 2004).

Durante a compostagem, a matéria orgânica, é decomposta principalmente através da ação de microorganismos e enzimas, resultando na fragmentação gradual e oxidação dos detritos.

O controle da umidade, aeração, temperatura, nutrientes, microorganismos, são de grande importância no controle da compostagem, e o composto orgânico obtido pode melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (FUNASA, 2006).

O processo de reciclagem destes resíduos orgânicos e biodegradáveis, é feito após o tratamento do resíduo, por um processo natural de decomposição, que envolve processos de degradação microbiológica, transformando em adubo orgânico e fonte de carbono e nutrientes ( nitrogênio, fósforo e potássio ) para as plantas.

Outra forma de uso sustentável para o resíduo orgânico é a transformação do composto em ração animal, com reaproveitamento direto dos resíduos na alimentação dos animais, misturado com ração ou ainda processado na fabricação de novos alimentos. Prado et al (2003) verificou o aproveitamento de resíduos de abacaxi na alimentação de gado bovino, com resultados positivos.

O Processo de conversão do resíduo orgânico na produção de energia, pela produção de biogás ou mesmo uso direto após secagem na geração de energia, também podem ser usados como alternativas sustentáveis atuais a destinação destes resíduos.

Um trabalho muito forte de educação ambiental e mudança de hábito, é necessário para que as pessoas facilitem a separação da matéria orgânica para destinação final. Restos de lixo urbano, poderiam ser usados para alimentação animal e desenvolvimento de processos de aproveitamento destes resíduos para geração de biogás. A redução da geração na fonte dos resíduos, como a



separação é fundamental à viabilização de técnicas de reciclagem. Além disso, é necessário que o serviço de coleta, tenha condições de logística para receber o material que foi separado para destinação aos centros de triagem.

### **3.3.5 Plásticos**

#### **3.3.5.1. Conceituação**

Plásticos conforme definição do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo IPT (2008), são produtos geralmente sintéticos e derivados de petróleo, formados pela união de grandes cadeias moleculares chamadas polímeros, que, por sua vez, são formadas por moléculas menores, chamadas monômeros. A reação onde é formado o polímero, onde ocorre a junção dos monômeros se chama polimerização. Os polímeros podem ser naturais que são comuns em plantas e animais (madeira, algodão, látex, etc.) ou sintéticos. Os sintéticos são obtidos através de reações químicas. A estrutura da molécula do polímero concede diversidade às propriedades físicas e químicas do plástico.

#### **3.3.5.2 Classificação**

##### a) Termofixos

Segundo o IPT(2008), os termofixos são plásticos que não podem mais sofrer novos ciclos de processamento após serem moldados, pois não fundem novamente, não sendo reciclável mecanicamente. Estima-se que 20% do total de plásticos consumido no Brasil são exemplos de termofixos: baquelite, poliuretanos (PU), poliacetato de etileno Vinil (EVA), resinas fenólicas, poliésteres (como os utilizados em piscinas, banheiras e na fabricação de telhas reforçadas com fibra de vidro) e resinas fenólicas (utilizadas em revestimento de móveis, entre outros).

## b) Termoplásticos

São plásticos que quando submetidos ao aquecimento a temperaturas adequadas, podem ser moldados varias vezes, com baixa perda de suas características. Como exemplo podem ser citados: Polipropileno (PP), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polietileno de Baixa densidade (PEBD), Polietilenotereftalato (PET), Poliestireno (OS), Policloreto de Vinila (PVC), etc.

### **3.3.5.3 Classificação dos Resíduos Plásticos**

Segundo o IPT (2008), os resíduos plásticos podem ser classificados em:

- a) Pós-industriais: Estes são provenientes de rebarbas, recordes e restos de material que inicialmente não são usados no processo, e sofrem reciclagem sendo reincorporada a fabricação do produto final ou reusado em outra etapa.
- b) Pós-consumo: são materiais descartados pelos consumidores, após seu uso. Este volume de material é grande e em função da qualidade do resíduo seu processo de reciclagem hoje é um desafio ao desenvolvimento de produtos sustentáveis.

A reciclagem de resíduos plásticos no Brasil vem aumentando ano a ano principalmente em regiões onde essa prática se transforma em geração de renda para a população, no qual se destaca o Nordeste, conforme Tabela 12.

Tabela 12 - Origem do Resíduo Plástico consumido no Brasil

Origem do resíduo Plástico consumido 2005 por região.	Pós-Consumo		Industrial		Total
	ton/ano	%	ton/ano	%	ton/ano
Centro-Oeste	15.452	89,5%	1.816	10.5%	17.288
Norte	-	0,0%	6.515	100,0%	6.515
Nordeste	100.232	91,7%	9.116	8.3%	109.439
Sul	117.439	50,0%	117.403	50,0%	234.842
Sudeste	304.780	60,9%	195.440	39.1%	500.219
Total	500.672	59,4%	342.517	40.6%	843.189

Fonte: Plastivida (2005)

### 3.3.5.4 Classificação das reciclagens plásticas quanto a origem do resíduo:

Segundo Kipper(2005) no início dos anos 90 a Sociedade Americana de Ensaio de Materiais por meio da norma D5033 (ASTM, 1991) definiu uma padronização dividindo os tipos de reciclagem de plásticos em quatro grupos a seguir:

a) Reciclagem primária ou conhecida como pré-consumo: é a recuperação dos resíduos efetuada na própria indústria geradora. Consiste na conversão de resíduos plásticos por processos produtivos em bens de consumo com características de desempenho equivalentes às daqueles produtos fabricados a partir de resinas virgens. Esses resíduos são constituídos por artefatos defeituosos, aparas provenientes dos moldes ou dos setores de corte etc. Nesse caso a matéria-prima geralmente vem limpa e identificada. Na reciclagem primária o processo produtivo envolve geralmente triagem, moagem, lavagem, secagem podendo ainda sofrer processo de extrusão ou injeção em moldes. Se a reciclagem primária for realizada em filmes plásticos poderá haver um processo de aglutinação (pós secagem) visando dar mais peso aos flocos (gerados na moagem) para facilitar seu processamento.

b) Reciclagem secundária, conhecida como pós-consumo: é a transformação de resíduos plásticos de produtos que foram usados e descartados. Os materiais que se inserem nesta classe, provêm normalmente de usinas de compostagem, lixões, sistemas de coleta seletiva e outras fontes de triagem. Em geral são constituídos pelos mais diferentes tipos de plásticos em mistura, o que exige uma boa separação para poderem ser aproveitadas, e também aumento no custo de sua reutilização. o produto final apresenta geralmente propriedades finais inferiores à resina virgem.

c) Reciclagem terciária: é a conversão de resíduos plásticos em produtos químicos e combustíveis, através de processos termoquímicos. Esses processos têm como base na despolimerização, isto é, os materiais plásticos sofrem uma decomposição química controlada gerando vários produtos.

d) Reciclagem Quaternária: se baseia no uso dos resíduos plásticos, como combustível, para gerar energia. Os produtos finais nesse caso não serão transformados em um novo artefato, e o processo gera emissão gasosa, comumente dióxido de carbono, se houver combustão completa, com o problema do efeito estufa e sendo a maioria dos plásticos derivados de petróleo, este tipo de Reciclagem é o de menor uso sustentável.

Segundo dados da PLASTIVIDA (2005) o PET (termoplástico usado na fabricação de embalagem de refrigerante e na indústria Têxtil), lidera o percentual de material mais reciclado conforme ilustrado Tabela 13.

Tabela 13 - Reciclagem de Plásticos Pós-Consumo por Tipologia

Tipo de Residuo Plástico	Quantidade	
	ton/ano	(%)
PET	244.428	53,70%
PEAD	51.896	11,40%
PVC	9.742	2,14%
PEBD/PELB	89.995	19,77%
PP	32.641	7,17%
OS	18.389	4,04%
Outros tipos	8.068	1,77%
Total	455.159	

Fonte: Plastivida (2005)

### 3.3.5.5 Impactos ambientais provocados pelo descarte de resíduos plásticos

Os plásticos podem levar centenas de anos para se degradar, havendo possibilidade de se não bem destinados, serem arrastados por chuvas fortes e assim levados, por flotação ou por força hidráulica, até córregos de água, rios e até terminar nos oceanos, provocando impactos ambientais também nestes corpos.

Acredita-se que os plásticos constituem 90 por cento de todo o lixo flutuante nos oceanos. O Programa Ambiental da ONU estimou em 2006 que cada milha quadrada de oceano contém 46.000 peças de plástico flutuantes (MARKS, K ; HOWDEN, D. 2008).

Em um trabalho de pesquisa na Principal Ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA), em Santa Catarina, verificou que o maior índice de contaminação, por categoria dos resíduos sólidos coletados nos costões rochosos da Ilha do Arvoredo (dentro e fora da RBMA) era constituído de resíduos sólidos de plásticos com composição de 53,62% em Isopor (poliestireno), 37,99 % de plásticos diversos, 1,71% de borracha, 2,39% de material de pesca (inclusive Nylon de redes de pesca) e 1,51% de material diversos (MACHADO, 2006).

Segundo Moore(2001) em um trabalho de pesquisa em 11 pontos em algumas áreas do oceano pacifico, foi medida uma concentração de plásticos de até 5,114 kg/Km<sup>2</sup>, Os tipos mais freqüentemente amostrados de plástico eram identificado como filmes finos, polipropileno / mono filamento, linha de plástico e os não identificados ( diversos fragmentos). O volume total de plástico apresentou uma concentração de até seis vezes mais do que o fitoplâncton, base da cadeia alimentar marinha.

Este plástico é responsável pela morte de aves marinha todos os anos, pondo em risco outras espécies que vivem nesta área, como tartarugas marinhas, tubarões, e centenas de espécies de peixes, que podem se alimentar destes resíduos.

Estes poluentes químicos agem como esponjas, podendo atrair substâncias químicas produzidas pelo homem, tais como os hidrocarbonetos e pesticida diclorodifeniltricloreto ( DDT ) , com risco de atingir a cadeia alimentar dos humanos (ERIKSEN, 2008, apud MARKS e HOWDEN, 2008 ).

Os plásticos termofixos representam cerca de 20% da produção de plásticos no Brasil. Este material se disposto em aterros sanitários podem prejudicar a decomposição da matéria orgânica, uma vez que o plástico impermeabiliza as camadas de material em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos. Ainda se lançado em córrego de água pode entupir galerias, flotar impedindo a penetração da luz na água e prejudicando a fotossíntese, ou ainda contribuir com assoreamento de rios e lagos. Se não reciclado pode causar morte de animais e mudanças no meio biótico (IPT, 2008).

O processo de incineração não é um processo de reciclagem, mas em muitos países os resíduos plásticos são queimados com a finalidade de aproveitamento de seu poder energético (cerca de 9000 kcal/Kg), porém em função da origem da matéria prima para fabricação (Petróleo), este procedimento ainda se torna uma

forma indireta de queima de combustível fóssil, contribuindo para o aumento do efeito estufa.

Segundo o IPT (2008) as 700 toneladas de plástico lançadas por dia no lixo da cidade de São Paulo equivalem a cerca de 5.000 barris de petróleo, o que representam 0,3% do consumo do país, além de que na decomposição do lixo este plástico contribui também com o aumento do efeito estufa.

Os aterros sanitários cada vez mais vão se distanciando dos grandes centros urbanos, em função dos riscos de proliferação de doenças, odores, chorume. Assim a melhor solução para esses tipos de resíduos é sem dúvida a reciclagem/reutilização sendo uma condição essencial para a sua redução. Os resíduos plásticos respondem em média, em volume, por cerca de 20% de todo o lixo urbano e quanto maior a melhora na reciclagem de plástico melhor a contribuição para aproveitamento destes recursos e conseqüente melhoria da qualidade de vida dos cidadãos (IPT, 2008).

As prefeituras devem inclusive criar incentivos (fiscais, estruturais etc.) para motivar e conscientizar os cidadãos e as empresas a participarem ativamente do processo, bem como incentivar a utilização de produtos reciclados.

Algumas vantagens da reciclagem são apontadas pelo IPT(2008) como se segue:

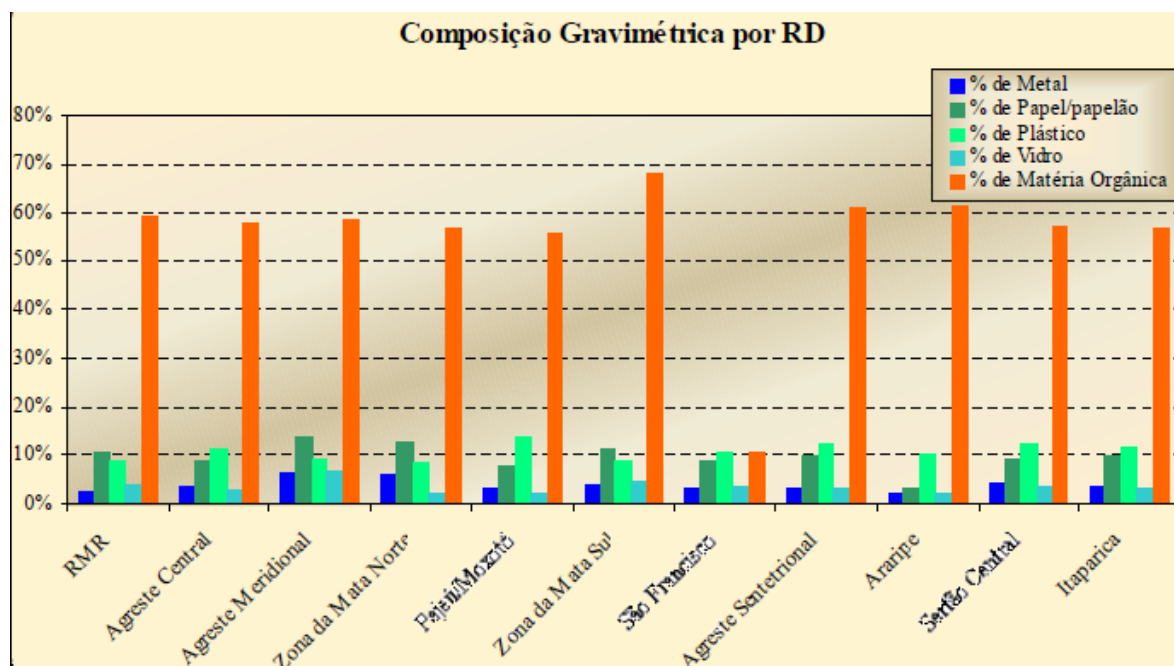
- redução da quantidade de lixo coletado e de difícil degradação que é removido para os aterros sanitários, redução dos custos de transporte e do volume per capita do lixo enviado para o aterro;
- Economia de energia e petróleo, pois os plásticos são derivados de petróleo;
- Geração de empregos com reutilização do produto (industria) e o comercio do resíduo e dos produtos industrializados, reduzindo a pressão social;
- Maior oferta de produtos com preços mais baixos (em média os artefatos produzidos com plástico reciclado são 30% mais baratos do que os mesmos produtos fabricados com matéria prima virgem);
- Redução dos problemas de decomposição lenta nos aterros sanitários;

- Peças plásticas podem substituir a madeira e algumas matérias primas naturais, evitando o corte de árvores.

A reciclagem de materiais, principalmente de resíduos sólidos plásticos, é um negócio que vem se desenvolvendo pela força de seu mercado, por consumidores verdes, com consciência ambiental desenvolvida e que procuram produtos condizentes com sua filosofia. Como sugere Pauli (1996, citado por KIPPER, 2005).

O resíduo do Estado de Pernambuco possui aproximadamente 55% de matéria orgânica e 27% de potencial de recicláveis (metal, vidro, papel/papelão e plástico) conforme apresentado na figura abaixo ( Figura 02), sendo os menores percentuais de vidro e metal (JUCÁ et al, 2002).

Figura 02 – Composição gravimétrica por região de Desenvolvimento (RD) em Pernambuco



Fonte: Jucá et al (2002)



### 3.3.5.6 Caracterização do elastômero SBR

A borracha de butadieno estireno, SBR (Styrene Butadiene Rubber), é a borracha sintética mais difundida no mundo. O Elastômero, foi elaborado primeiro na Alemanha na década de 1930 com o nome de Buna S, sendo posteriormente estudada e aplicada em escala durante a segunda guerra mundial (GOMES, 2008).

O elastômero não vulcanizado apresenta pouca pegajosidade (tack), pouco escoamento ao próprio peso. Quando vulcanizado, precisa carga reforçadora de negro de fumo, para apresentar resistência mecânica satisfatória (MANO, 2008).

O SBR é muito usado em fabricação de pneus e artefatos, especialmente calçados, é conhecido também pelos nomes comerciais: GR-S, Buna-S, Cariflex S, Petroflex, Polysar S.

O butadieno ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ) e o estireno ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$ ) são os monómeros de base para a produção de SBR, sendo que a característica do produto varia à medida que aumenta o teor de estireno, que varia entre 40 a 85%, o produto da polimerização (SBR) assume mais a característica de produto termoplástico, pelo que este tipo se usa sempre combinado com SBR normal, obtendo-se, assim, maior facilidade de trabalho (GOMES, 2008). Ao ser vulcanizado adquire características de um composto termofixo, que atualmente tem principal destinação no aproveitamento energético. A queima não controlada pode causar poluição atmosférica. A maioria dos materiais termofixos pré-consumo, como os rejeitos de fabrica de calçados, são moídos ensacados e destinados para aproveitamento energético, a exemplo das fotos a seguir tiradas em Industria de calçado na Paraíba, onde a figura 03 ilustra o material rejeitado composto de calçado com defeito, e aparas de produção que são ensacados, posteriormente moídos e novamente ensacados (figura 04), para posterior uso como combustível em fornos de cimento.



Figura 03 -Material SBR, rejeitado por falha no processo antes de ser moído

Fonte : O Autor (2008)



Figura 04- Material de SBR moído, para ser usado como combustível.

Fonte : O Autor (2008)

A borracha dos pneus, também é hoje um resíduo que vem aumentando o volume dos resíduos sólidos urbanos. A borracha quando vulcanizada se torna um composto termofixo. A resolução CONAMA 301 obriga aos fabricantes e ou importadores de pneus a destinação adequada de 1 pneu inservível para cada 2 pneus fabricados ou importado.

Segundo Motta (2008) os pneus inservíveis podem seguir três caminhos: os pneus convencionais são destinados para as empresas que realizam a laminação e transformação da borracha em artefatos diversos, como solados, cintas de sofá, tapetes para carros etc; os pneus radiais, na maior parte das vezes, são triturados e depois encaminhados para empresas produtoras de cimento, para queima nos fornos de clínquer, ou para o Processo Petrosix® (unidade produtiva de Petróleo Brasileiro S.A (PETROBRAS) que processa xisto betuminoso para obtenção de petróleo bruto) que os co-processa; ou os pneus podem ser encaminhados para empresas regeneradoras de borracha, que os transforma em pó de borracha, embora sejam poucas as empresas que realizam este processo a partir dos pneus, pois a maior parte delas se abastece dos resíduos gerados pelo processo de raspagem dos pneus usados, realizados pelas empresas reformadoras.

O SBR vulcanizado pode ser usado como carga na confecção de tapetes de borracha, ou reaproveitado em parte no processo de produção de material virgem no caso do consumo pós industrial, porém o excesso do material reduz a qualidade do produto original, reduzindo sua resistência mecânica.

### **3.3.5.7 Material Plástico de embalagens longa vida.**

O material de embalagens longa vida é constituído de um material termoplástico, normalmente o polietileno em mistura com alumínio por processo de metalização sobre o filme plástico e também uma ou mais capa de papel.

A embalagem longa vida é composta por três materiais: papel, polietileno e alumínio, nas proporções, em peso, de 75%, 20% e 5%, respectivamente (CERQUEIRA, 2008).

De acordo com Cerqueira(2008, apud NEVES, 1999), a etapa primária da reciclagem é realizada em uma indústria papelreira, onde as embalagens são introduzidas em um hidrapulper para extração das fibras de papel, que fornecem alta qualidade aos insumos produzidos.

Alguns resíduos industriais, são formados por filmes de polietileno e alumínio sem o uso de papel, como é o caso de embalagens de pasta de dentes, de biscoito e outros, não sendo necessária a etapa primária. Após a retirada das fibras de papel, restam ainda as camadas de polietileno e alumínio para serem processadas. Este material é matéria-prima para a etapa secundária da reciclagem, onde se faz o beneficiamento destas camadas.

De acordo com Zuben e Neves (1999), uma alternativa para a etapa secundária da reciclagem das embalagens longa vida é a extrusão das camadas de polietileno / alumínio, que possibilita a produção de diversos materiais como brindes, coletores de lixo, base de vassouras, entre outros. Outra possibilidade é a produção de placas e telhas, objetivo deste trabalho.

As placas de resíduo plástico de material longa vida são confeccionadas por processo de prensagem térmica, onde sob pressão o material em mistura após moagem é prensado e moído próximo a temperatura de amolecimento do plástico e esfriado em formas diversas possibilitando a fabricação de material para construção de móveis, telhas, placas de sinalização, divisórias e outros. O uso sustentável, ou as possibilidades de uso sustentável das placas e das telhas são ilustrados no capítulo 05 nas Figuras 11 a 18.

As placas têm sido empregadas como matéria-prima alternativa na indústria moveleira e na construção civil. O mercado de telha é hoje uma opção de uso sustentável do resíduo, principalmente em prédios, áreas cobertas e propriedades rurais, apresentando a vantagem de ser um produto de maior resistência a quebra, ser um produto reciclável, apresentar maior absorção acústica, refletir a radiação solar melhorando o conforto térmico e ser mais leve que as telhas de fibrocimento.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a realização deste trabalho, foram efetuadas pesquisas bibliográficas na área de reciclagem de resíduos plásticos, visando exemplificar na pesquisa o processo de melhoria continua voltado ao reuso ou reciclagem de plásticos termofixos, e com base no desenvolvimento, já iniciado em trabalhos científicos realizados, se ampliar as formas de reutilização do resíduo, tendo o estudo inicial por base.

### **4.1 Escolha do trabalho base.**

O material de pesquisa escolhido para base deste estudo, baseou-se no trabalho de Bianchi et al (2006). No referido trabalho placas com mistura de polietileno e EVA (outro material termofixo), foram produzidas, e utilizadas na confecção de coletores urbanos. Partindo-se deste trabalho, se resolveu testar misturas de outro material termofixo. O Material escolhido foi o SBR, em função do grande volume gerado na região, sendo produzida em Campina Grande na Paraíba, cerca de 200 toneladas por dia de sandálias a base deste material,

### **4.2 Testes iniciais**

Com base nos desenvolvimentos já realizados, se procurou agregar as características de outras misturas de resíduos, já em utilização comercial no mercado (placas de mistura de alumínio e polietileno de resíduos de embalagem longa vida) e se agregar resíduos de material termofixo ( SBR), obtendo-se um novo produto com característica diversa.

Nos testes iniciais foi utilizado um material moído (Figura 05) com granulometria entre 1 a 5 mm de resíduo SBR (70% em peso) em mistura com polietileno (30% em peso) de granulometria entre 5 a 15 mm, sem utilizar o material longa vida.



Figura 05 – Material moído e misturado para confecção das placas.

Fonte: O Autor 2008.

No processo de fabricação das placas por prensagem térmica observou-se que em função da diferença de granulometria, o material de menor tamanho se depositava no fundo da mistura, produzindo placas de acabamento de qualidade inferior, em função da dispersão do material no meio.

Algumas peças fabricadas em função de umidade nas amostras de SBR, ficaram defeituosas, pelo aumento da pressão de vapor da água retida durante o processo de prensagem térmica (Figura 06).

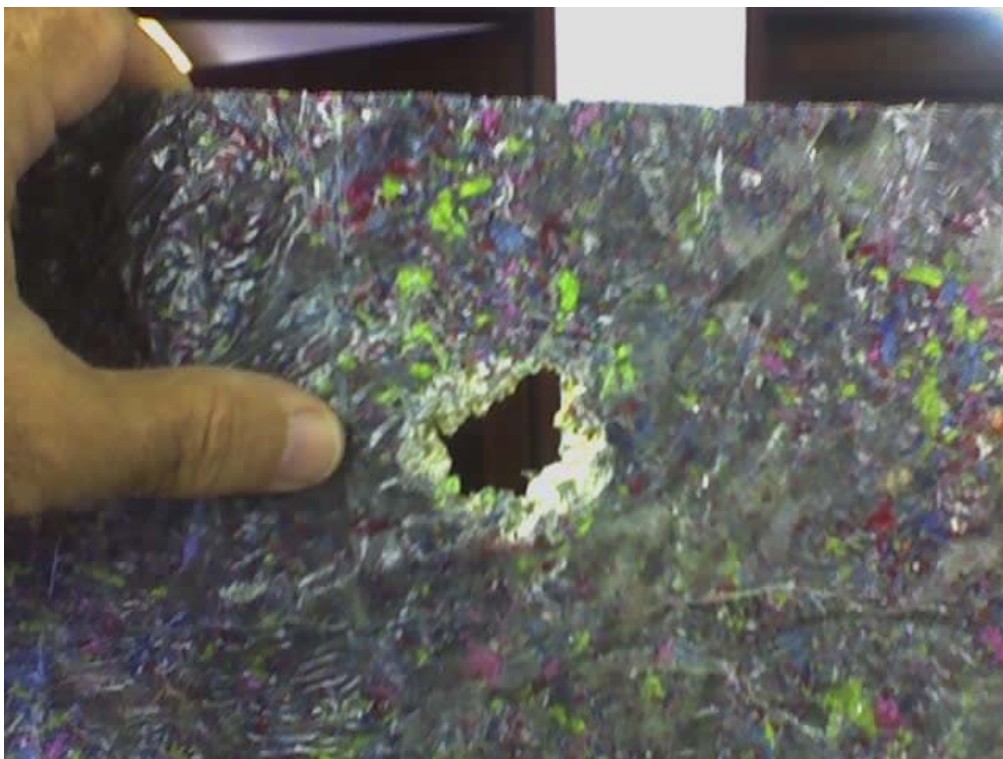


Figura 6 - Placa com defeito provocado pela presença de umidade.

Fonte: (O autor 2008).

#### **4.3 Confeção das placas mistas.**

Testes foram realizados com a intenção de resolver o problema do depósito do material granulado, se modificou a forma da produção da placa. Primeiro colocou-se sobre o molde o material longa vida, onde se utilizou 20% em peso de resíduo de embalagem longa vida (composto de polietileno e alumínio) moído. A segunda camada, composta de 49 % em peso de uma mistura de resíduo de sandália a base de SBR (borracha vulcanizada de estireno-butadieno) e 21% em peso de polietileno na composição; estas misturas foram separadas por um filme de polietileno, na face intermediária entre as duas camadas e foi colocado outro filme de polietileno por cima da camada da mistura, desta vez utilizando material menos úmido. Com o objetivo de se evitar material amolecido nas placas da prensa, elas foram separadas da mistura por um filme de polietileno tereftalato - PET (Figura 7).



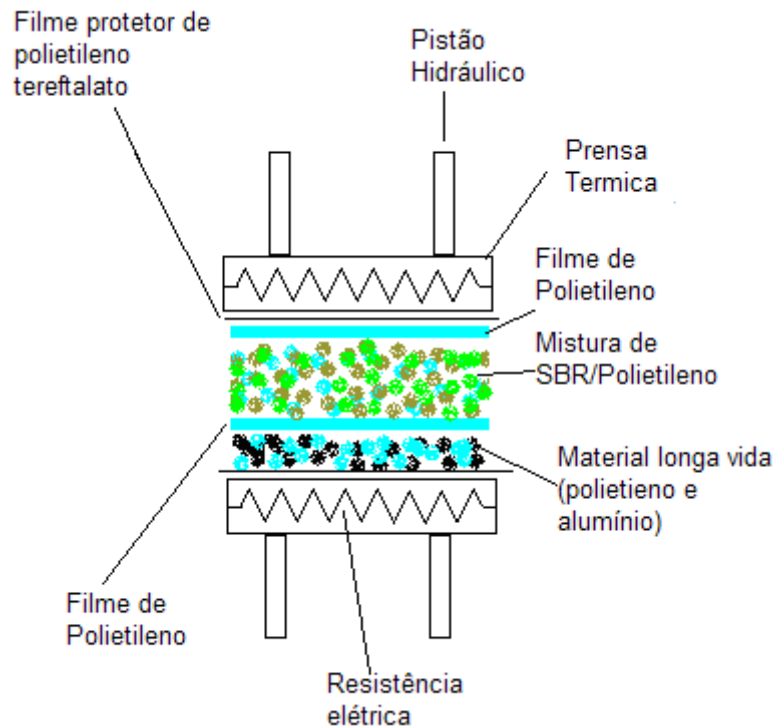


Figura 07 - Esquema de confecção da placas

Fonte: (O autor 2008)

Após este procedimento o material sofreu termo-prensagem em máquina de marca SIRMA a 100 lbs/pol. e aquecido à temperatura de  $157 \pm 1$  °C. Com este procedimento se obteve um material com dupla face homogêneo e com bom acabamento em um lado da placa um acabamento igual ao do material longo vida de 2 mm de espessura e na outra face o material SBR agregado ao polietileno em espessura de 8 mm (Figura 08)



Figura 08- Placas de dupla face confeccionada para os testes.

Fonte: O autor (2008).

Estudos de Resistência à tração foram realizados conforme norma europeia do Comitê Europeu de Normatização- CEN EN 310: 1993 – *Wood-based panels– Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength*,.

Com o objetivo de se verificar a resistência das placas a tração, foram realizados inicialmente, testes comparativos, entre o material longa vida e uma placa de compensado de madeira de mesma espessura. Posteriormente foram realizados testes comparativos entre as placas de material longa vida e as placas mistas produzidas, verificando teste de tração até ruptura conforme a Norma ASTM D638, no Departamento de Engenharia Mecânica da UFPE. Nestes testes foi utilizada uma máquina servo hidráulica de ensaio universal de tração marca Instron 8801- com capacidade até 100KN, em teste com tração de velocidade de 1 mm por minuto (Figura11). Com o resultado dos ensaios foi comparado as tensões de tração até ruptura do material com as placas de dupla face produzidas como descrito neste item, e material com espessura de 10 mm de uma placa de material reciclado de embalagem longa vida (100%). Os corpos de prova

comparativos (Figura 9) foram construídos com as mesmas dimensões, tendo largura perpendicular a força de tração de 12 mm e comprimento de 100mm.



Figura 9- Material para teste de tração.

Fonte: O Autor (2008).



Figura 10- Detalhe do teste, no momento de romper a amostra.

Fonte: O Autor (2008 )

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes realizados obtidos permitiram constatar, que as placas dupla-face desenvolvidas, possibilitaram o uso de um resíduo de baixo custo no mercado, por ser termofixo, na fabricação de peças diversas.

O resíduo de SBR como carga pode reduzir os custos das confecções das peças, e placas de dupla ou tripla face, possibilitando um melhor acabamento para aceitação no mercado de uso do material termofixo. Por outro lado as placas de dupla face comparadas com as de face única composta pela mistura com material termofixo e polietileno, demonstrou melhor possibilidade de se trabalhar a resistência da mistura ao se variar a espessura de cada camada, tendo como resultado, uma evolução a partir de um desenvolvimento iniciado e tornando a aplicação mais sustentável.

Os testes comparativos de resistência à flexão e absorção de água entre a placa de madeira de espessura de 11 mm e uma placa de mesma espessura de plástico reciclado com material longa vida apresentados nos anexo 1, 2 e 3 demonstraram que a madeira absorveu em média 52,1% de umidade com tensão média de ruptura de  $56 \pm 3,2$  MPa e módulo de elasticidade com  $5816 \pm 361$  MPa, quando tracionado no sentido paralelo às fibras externas da lâmina e tensão média de ruptura de  $42,9 \pm 11,6$  e  $4636 \pm 1087$  MPa, quando tracionado no sentido perpendicular às fibras externas da lâmina (anexos 1 e 2).

As placas plásticas confeccionadas com material longa vida apresentaram apenas 0,1 % de absorção de água com tensão média de ruptura de  $16,9 \pm 2,6$  e  $17,3 \pm 0,2$  MPa, modulo de elasticidade com  $774 \pm 208$  e  $740 \pm 25$  MPa quando tracionado no sentido maior da dimensão da placa. Quando tracionado no sentido

menor da dimensão da placa, a tensão média de ruptura medida foi de  $17,4 \pm 0,4$  MPa e  $18,0 \pm 0,6$  MPa e módulo de elasticidade entre  $765 \pm 48$  MPa e  $757 \pm 20$  MPa (anexos 3 e 4).

Os resultados demonstraram que houve uma queda tanto na tensão de ruptura, como no módulo de elasticidade (relação entre a tensão e a deformação que sofre o material) quando comparado com o compensado de madeira, apesar desta queda, existem campos diversos para uso do material, haja visto os resultados de resistência obtidos, especialmente se considerando a possibilidade de se poder variar a espessura da camada mais resistente, de acordo com a necessidade mecânica do produto final.

A pequena absorção de água pelo material longa vida, é uma vantagem, pois o material ao ser molhado não tem seu peso acrescido e a baixa higroscopicidade reduz o tempo de decomposição do produto.

É necessário se avaliar o uso do material que se destina à peça, materiais cerâmicos, por exemplo, tem tensão de ruptura variando entre 5 a 12 MPa, e absorção de água entre 12 a 22 %, por isto a produção de telhas produzidas com material de resíduos de embalagens longa vida, obteve boa aceitação no mercado, produzindo um material mais resistente a quebra e com características de isolamento térmico e acústico próprios do material plástico.

Quando comparada a resistência de tração, verificou-se uma queda de resistência de 9,12 MPa realizado em material termoplástico de resíduos de embalagem longa vida com 10 mm de espessura, para 4,24 e 4,92 MPa em material dupla face com 2 mm de material longa vida e outra camada com 8 mm de espessura de mistura de SBR e polietileno (conforme Figuras 9 e 10), representando uma queda de 50% na resistência do material puro e de maior aceitação no mercado, porém com a possibilidade de variação da camada de material longa vida e redução da camada de SBR, pode-se trabalhar a resistência

dos materiais de acordo com os requisitos da aplicação, lembrando da vantagem dos materiais usados, serem mais leves que a água.

Os testes realizados mostraram, que em função de sua resistência e baixa absorção de água, as placas de dupla ou tripla faces, podem ser usadas na fabricação de telhas, móveis, pisos, caixas para armazenar resíduos, divisórias de galpões, quadro de avisos, divisórias para construção civil e outras aplicações, em substituição ou em mistura com os materiais usados atualmente conforme Figuras 11 a 18. O material reciclado pode receber pigmento e ter coloração variada conforme foto a direita da figura 11.



Figura 11 –Telhas fabricadas com resíduo plástico, com carga de alumínio.

Fonte: O Autor (2008).



Figura 12 –Móveis fabricados com material longa vida.

Fonte: O Autor (2008),



Figura 13- Caixa para armazenar resíduo de lâmpada fluorescente.

Fonte: O Autor (2008).

Outro uso possível seria como piso externo oferecendo as vantagens de baixo aquecimento, em função do baixo poder calorífico do material que não se aquece muito na temperatura ambiente, além de proporcionar flexibilidade e isolamento térmico.



Figura 14- Piso externo fabricado com material longa vida.

Fonte: O Autor (2008).

As placas ainda podem ser usadas na fabricação de residências, almoxarifados, galpão e barracas usadas na construção civil, com a vantagem de se aproveitar o material na desmontagem, evitando a perda por quebra no desmonte.





Figura 15 -Galpões que são construídos com madeira e telhados de fibrocimento podem ser substituídos por material plástico reciclável.

Fonte: O Autor (2008).



Figura 16 –Quadro de aviso com material reciclável.

Fonte: O Autor (2008).



Figura 17- Divisória feita com material longa vida.

Fonte: O Autor (2008).



Figura 18 -Galpão feito com material plástico reciclável.

Fonte: O Autor (2008).

## 6. CONCLUSÃO

O resultado deste trabalho mostra que houve uma evolução no aproveitamento mais sustentável de um resíduo, que na maioria das vezes é lançado em aterro ou queimado como combustível.

Pode ser visto uma evolução, com foco em resolução técnica de um problema ambiental, baseado em um processo de melhoria continua

O resíduo de material termofixo pode ser usado na confecção de novas peças úteis em mistura, reduzindo custos em relação as alternativas de utilização dos termoplásticos puros, mais valorizados atualmente.

O desenvolvimento de técnicas de aproveitamento de resíduo como o indicado neste trabalho, pode reduzir o volume de plásticos termofixos depositado nos aterros sanitários, como também abrir novas possibilidades para uso de outros materiais termofixos, ou mesmo outros tipos de resíduos.

A priorização de atividades ligadas ao desenvolvimento de tecnologias voltadas à sustentabilidade, se aprimoradas de forma contínua, podem gerar empregos e benefícios sociais, além de reduzir os impactos ambientais.

## **7. RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

Considerando o estudo realizado sugere-se verificar o comportamento de resíduo classe I, agregado a estrutura plástica, em busca de soluções para destinação ou armazenagem destes materiais, haja visto sua resistência, seu longo tempo de decomposição, sua baixa absorção à água e suas características químicas.

Trabalhos onde se possa verificar a atenuação de ruído é uma característica que pode ser explorada, no caso de uso do material reciclado na fabricação de barreiras acústicas, divisórias ou residências.

## 8. REFERÊNCIAS.

ABRE – Associação Brasileira de Embalagens – **Reciclagem no Brasil e no Mundo**. Disponível em [http://74.125.113.132/search?q=cache:CKiL3HK0BLoJ:www.abre.org.br/meio\\_reci\\_brasil.php+destino+dos+residuos+solidos+urbanos+abre&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=1&gl=br](http://74.125.113.132/search?q=cache:CKiL3HK0BLoJ:www.abre.org.br/meio_reci_brasil.php+destino+dos+residuos+solidos+urbanos+abre&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=1&gl=br). Acesso em: 13 de set 2008.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – **Panorama dos resíduos sólidos em 2007**. Disponível em <[http://www.abrelpe.org.br/noticia\\_destaque\\_panorama.php](http://www.abrelpe.org.br/noticia_destaque_panorama.php)>. Acesso em: 11 de ago. de 2008

BIANCHI et al. **Desenvolvimento de Coletores Urbanos a partir da mistura PE/EVA**. 17º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

BRACELPA- Associação Brasileira de Celulose e Papel –**Relatório Estatístico 2007/2008**–disponível em <<http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/anual/rel2007.pdf>>. Acesso em 11 de ago. de 2008

CARASCHI, J.C.; LEÃO, A.L. **Avaliação das propriedades mecânicas dos plásticos reciclados provenientes de resíduos sólidos urbanos**. Acta Scientiarum. Maringá, v. 24, n. 6, p. 1599-1602, 2002.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem – **Evolução da Coleta Seletiva e Reciclagem no Brasil**. Brasília, 2007. 35p.

CERQUEIRA, M. H. **Placas e telhas produzidas a partir da reciclagem do polietileno/alumínio presentes nas embalagens tetra pak**. Disponível em <<http://www.feb.br/intec/casaecologica2.doc>> . Acesso em: 12 de mar. de 2008.

CIMINO, M. A.; Zanta, V. M. **Gerenciamento de Pneumáticos inservíveis (GPI): Análise Crítica de Ações Institucionais e Tecnológicas para Minimização.** Engenharia sanitária e ambiental . Vol.10 - Nº 4 - out/dez 2005, 299-306.

CMMR. Centro Mineiro de Referência em Resíduo. **Metal-Faça a sua parte.** Disponível em: < <http://www.cmrr.mg.gov.br/interna.aspx?id=105>>. Acesso em: 13 de Nov. de 2008.

CONNOR, S. **Why plastic is the scourge of sea life**, 5/02/2008. Portal The independent. Disponível em < <http://www.independent.co.uk/news/science/steve-connor-why-plastic-is-the-scourge-of-sea-life-778017.html>>. Acesso em: 13 de out. 2008.

BUDZIAK, C,R, et al. **Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira** Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Quím. Nova vol. 27 nº.3 São Paulo Mai/jun 2004.

FUNASA –Fundação Nacional de Saúde – **Manual de Saneamento-** Ministério da Saúde, 4ª Edição. Brasília, 2006, 408p.

GARCIA, R.;FURTADO, J. **Relatório Setorial Final –Reciclagem.** FINEP Financiadora de Estudos e Projetos. 30 jan 2008. Disponível em < [http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio\\_setorial\\_final/relatorio\\_setorial\\_final\\_impressao.asp?lst\\_setor=403](http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial_final/relatorio_setorial_final_impressao.asp?lst_setor=403)>. Acesso em: 20 nov. 2008.

GOMES, M. M. **Borracha de Butadieno Estireno (SBR).** Portal da industria da Borracha. Disponível em < <http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-butadieno-estireno.php>>. Acesso em: 13 de mai. de 2008.

GORNI, A. A. **Aproveitamento de plástico pós-consumo na forma de combustível para altos-fornos e Coquearias.** Revista Plástico Industrial, Jan. 2006, pág. 84-100.

HECK, N.C. **Metalurgia Extrativa dos Metais Não-Ferrosos I -DEMET - ENG06631- UFRGS -2004.**

HENRIQUES, R. M. **Aproveitamento energético de Resíduos sólidos urbanos: Uma abordagem Tecnológica.** Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2004.

IBDA- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. **Asfalto de Borracha utilizado para repavimentar vias.** Disponível em < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=163>>. Acesso em: 13 de ago. 2008a.

IBDA- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. **Sustentabilidade para o mercado de construção.** Disponível em < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=236>>. Acesso em: 13 de ago. 2008b..

IBDA- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Contribuindo com a sustentabilidade: **indústria cimenteira transforma pneus e resíduos em cimento.** Disponível em < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=347>>. Acesso em: 13 de ago. 2008c.

IBGE.- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Diretoria de Pesquisas. Departamento de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro, 2002.

IBS- Instituto Brasileiro de Siderurgia. **Relatório de Sustentabilidade 2008,** disponível em < [http://www.ibs.org.br/downloads/relat\\_sust\\_ibs\\_2008.pdf](http://www.ibs.org.br/downloads/relat_sust_ibs_2008.pdf)>. Acesso em: 13 de nov. de 2008.

IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo. **Ensaio Físicos e Mecânicos em Placas nº 99.689-205.868.** Laboratório de Madeira e produtos derivados, mai. 2008.

IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo. **Ensaio físicos e mecânicos em painel de madeira compensada no 99691-205.** Laboratório de Madeira e produtos derivados, mai. 2008.

JUCA, j.F.T. **Destinação final dos Resíduos Sólidos no Brasil: Situação atual e Perspectivas.** 10 ° SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Braga, Portugal – 16 a 19 de Setembro de 2002.

JUCA, j.F.T. et al **Diagnóstico de Resíduos Sólidos no Estado de Pernambuco** 28 ° Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancão, México – 27 a 31 de Outubro de 2002.

KIPPER, L. M. **Ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos.** Tese de Doutorado, UFSC. Florianópolis, 2005.

MACHADO, A.A.-**Estudo da Contaminação por Resíduos Sólidos na Ilha do Arvoredo: Principal Ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA), SC.** Tese de graduação. UFRG, Rio Grande, RS, 2006.

MANO, E, B –**Introdução a Polímeros-** Editora Edgard Blucher LTDA- São Paulo, 2ª edição 1986- 111p.

MARAGNO, E. S. et al **O Uso da Serragem no Processo de Minicompostagem.** Eng. Sanit. Ambient., Dez 2007, vol.12, no.4, p.355-360.



MARKS, K ; HOWDEN, D. Portal The independent. **The world's rubbish dump: a garbage tip that stretches from Hawaii to Japan**, 5/02/2008. Disponível em <<http://www.independent.co.uk/environment/the-worlds-rubbish-dump-a-garbage-tip-that-stretches-from-hawaii-to-japan-778016.html>>. Acesso em: 13 de out. 2008.

MATTEI,G; ESCOSTEGUY, P.A.V. **Composição gravimétrica de resíduos sólidos aterrados**. Engenharia sanitária e Ambiental, Vol.12 - Nº 3 - jul/set, 2007, 247-251. Disponível em [http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v12n03/101\\_05.pdf](http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v12n03/101_05.pdf). Acesso em: 11 de ago. de 2008.

MONTEIRO,P.H.J. Avaliação dos resultados da Pesquisa Nacional sobre Saneamento Básico-PNSB 2000- IBGE- 2002.

MOORE, C.J. et al **A Comparison of Plastic and Plankton in the North Pacific Central Gyre** . Marine Pollution Bulletin, Volume 42, Issue 12, Dec 2001, Pages 1297-1300.

MOTTA, Flávia G. **A cadeia de destinação dos pneus inservíveis – o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico-** Ambiente & Sociedade, Campinas v. XI, n. 1, p. 00-00, jan.-jun. 2008.

NASCIMENTO, A. M. et al **.Reciclagem de Lixo e Química Verde**. Curso de Formação Continuada, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. UFRJ. RJ .Jul/out 2005.

NEVES, F. L. **Novos desenvolvimentos para reciclagem de embalagens longa vida**. Disponível em < <http://www.afcal.pt/destinoFinal/NovosDesenvolvimentos/Reciclagem.pdf>>. Acesso em: 12 de mar. de 2008.

PORTAL IPT. **Plástico Biodegradável**. Disponível em <http://www.ipt.br/atividades/inovacao/exemplos/plastico/definicao/>>. Acesso em: 13 de jul. 2008.

PORTAL PLASTVAL. **Valorização dos resíduos de plástico.** Disponível em <http://www.plastval.pt/index.asp?info=reciclagem/valorizacao>. Acesso em: 13 de out. 2008.

PLASTIVIDA. Instituto Socio Ambiental dos Plásticos –**Pesquisa de Mercado de Reciclagem.** Disponível em: < [http://www.plastivida.org.br/reciclagem/pes\\_mercado03 .htm](http://www.plastivida.org.br/reciclagem/pes_mercado03.htm) > . Acesso em: 20 ago. 2008.

PORTAL RECICLAGEM.NET. **Reciclar metais.** Disponível em:< [http://www.compam.com.br/re\\_metal.htm](http://www.compam.com.br/re_metal.htm)>. Acesso em: 10 de set. de 2008.

PORTAL RECICLÁVEIS. **Identificação prática dos plásticos.** Disponível em:< <http://www.reciclaveis.com.br/mercado/idenplas.html>>. Acesso em: 10 de set. de 2008.

PRADO, I,N, et al. **Níveis de Substituição da Silagem de Milho pela Silagem de Resíduo Industrial de Abacaxi sobre o Desempenho de Bovinos Confinados.** R. Brasileira de Zootecnia., v.32, n.3, p.737-744, 2003.

ROMANSINI,S.R.M. **O Catador de Resíduos Sólidos Recicláveis no Contexto da Sociedade Moderna.** Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005.

UNIFEB. Centro universitário da fundação educacional de Barretos - **Características de um Projeto Habitacional Eco-eficiente.** Projeto casa Eco II. Disponível em :< <http://www.feb.br/intec/casaecologica2.doc>> . Acesso em: 11 de ago. de 2008.

VIEIRA, C. M. F et al.. **Massas cerâmicas para telhas: características e comportamento de queima.** Cerâmica **49** (2003) 245-250.

VON ZUBEN, F.; NEVES, F. L. **Reciclagem do alumínio e polietileno presentes nas embalagens cartonadas tetra pak.** Disponível em < [http://www.afcal.pt/destinoFinal/Reciclagem\\_Poli\\_Alu.pdf](http://www.afcal.pt/destinoFinal/Reciclagem_Poli_Alu.pdf)>. Acesso em: 12 de mar. de 2008.

**ANEXOS**

Anexo 1 - Teste de Tração e absorção de água realizado em placa de madeira de 11 mm de espessura.



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Laboratório de Madeira e Produtos Derivados

## RELATÓRIO TÉCNICO Nº 99 691 – 205

### Ensaio físico e mecânico em painel de madeira compensada

**Centro de Tecnologia de Recursos Florestais  
Laboratório de Madeira e Produtos Derivados**

**Cliente: Ecolit Indústria Comércio de Sucatas e Telhas Plásticas Ltda.**

**Maio/2008**

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. – IPT  
Av. Prof. Almeida Prado, 532 – Butantã – 05508-901- São Paulo – SP – Tel: (11) 3767-4000 – [www.ipt.br](http://www.ipt.br)  
Serviço de Atendimento ao Cliente – SAC – Tel: (11) 3767-4126, 3767-4456 e 3767-4744 – Fax(11) 3767-4002 – [sac@ipt.br](mailto:sac@ipt.br)

## RESUMO

O cliente encaminhou a este Instituto uma amostra de painel de madeira compensada plastificado composto por 7 lâminas, com espessura de 15 mm e dimensões planas de 2220 mm x 1115 mm, que foi codificada no IPT como AM-08-14. Para este material foram solicitados os ensaios de determinação da absorção de água e resistência à flexão estática.

**Atenção:** Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

## RELATÓRIO TÉCNICO Nº 99 691 – 205

**Título: Ensaio físicos e mecânicos em painel de madeira compensada.**

### 1 INTRODUÇÃO

O cliente encaminhou a este Instituto, em 18 de março de 2008, uma amostra de painel compensado de madeira conforme a codificação e características dimensionais apresentadas no Quadro 1. Para este material foram solicitados os ensaios de determinação da absorção de água e de flexão estática.

**Quadro 1 – Codificação e características dimensionais dos painéis.**

Código do cliente	Código IPT	Número de lâminas	Espessura (mm)	Dimensões planas (mm)
Compensado de madeira plastificado	AM-08-14	7	15	2220 x 1115

### 2 ENSAIO

O ensaio para a determinação da absorção de água foi realizado conforme a Norma NBR 6470/82 – Telha de fibrocimento – Determinação da absorção de água – Método de ensaio, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O ensaio para a determinação da resistência e módulo de elasticidade à flexão estática foi realizado baseado na norma CEN EN 310: 1993 – *Wood-based panels– Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.*

### 3 RESULTADOS

Os resultados dos ensaios de determinação da absorção de água e de flexão estática são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Atenção:** Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.



**Tabela 1** - Ensaio de determinação da absorção de água - Amostra AM-08-14.

Corpo-de-prova	Teor de umidade (%)
Comprimento na direção paralela às fibras externas	59,4
Largura na direção paralela às fibras externas	44,8
<b>Média</b>	<b>52,1</b>

Obs.: C.V. = Coeficiente de variação.

**Tabela 2** - Ensaio de resistência à flexão estática - Amostra AM-08-14

Corpo-de-prova	Tensão de ruptura	Módulo de elasticidade
	(MPa)	(MPa)
<b>Paralela (1)</b>		
1	54,6	5691
2	53,0	5409
3	57,5	6181
4	61,1	6282
5	57,2	5858
6	52,6	5472
<b>Média</b>	<b>56,0</b>	<b>5816</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>3,2</b>	<b>361</b>
<b>Perpendicular (2)</b>		
1	62,4	4162
2	38,6	4062
3	51,3	6548
4	32,6	3559
5	34,7	5252
6	37,9	4235
<b>Média</b>	<b>42,9</b>	<b>4636</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>11,6</b>	<b>1087</b>

OBS.: (1) Corpo-de-prova cujo comprimento é paralelo às fibras das lâminas externas.

(2) Corpo-de-prova cujo comprimento é perpendicular às fibras das lâminas externas.

**Atenção:** Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

## 4 OBSERVAÇÕES

"Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente aos espécimens ensaiados. Os resultados deste documento não podem ser utilizados para fins promocionais. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente sem nenhuma alteração."

São Paulo, 20 de maio de 2008.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS FLORESTAIS  
Laboratório de Madeira e Produtos Derivados

CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS FLORESTAIS

Eng. Civil Dr. Takashi Yojo  
Supervisor de Ensaio  
CREA nº 64.838/D – RE nº 3668.1

Biólogo Mestre Geraldo José Zenid  
Diretor interino  
CRB nº 01410/84 - RE nº 3178.1

CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS FLORESTAIS  
Laboratório de Madeira e Produtos Derivados

Mestre em Ciência e Tecnologia de Madeiras  
Maria José de A. C. Miranda  
Responsável pelo Laboratório  
CRA nº 15245 - RE nº 6121.8

## EQUIPE TÉCNICA

### Laboratório Madeira e Produtos Derivados

Takashi Yojo – Engenheiro

Paulo de Assis – Técnico

João Batista Purga - Técnico

### Apoio Administrativo

Valéria de Oliveira - Secretária

**Atenção:** Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Anexo 2 - Teste de Tração e absorção de água realizado em placa de material longa vida de 11 mm de espessura



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Laboratório de Madeira e Produtos Derivados

## RELATÓRIO TÉCNICO Nº 99 689 – 205

### Ensaio físico e mecânico em placas

Centro de Tecnologia de Recursos Florestais  
Laboratório de Madeira e Produtos Derivados

**Cliente: Ecolit Indústria Comércio de Sucatas e Telhas Plásticas Ltda.**

**Maio/2008**

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. – IPT  
Av. Prof. Almeida Prado, 532 – Butantã – 05508-901- São Paulo – SP – Tel: (11) 3767-4000 – [www.ipt.br](http://www.ipt.br)  
Serviço de Atendimento ao Cliente – SAC – Tel: (11) 3767-4126, 3767-4456 e 3767-4744 – Fax(11) 3767-4002 – [sac@ipt.br](mailto:sac@ipt.br)

## RESUMO

O cliente encaminhou a este Instituto uma amostra de duas placas denominadas pelo cliente como ecológicas, com espessura de 11 mm e dimensões planas de 2 m x 1 m, que foi codificada no IPT como AM-08-12. Para este material foram solicitados os ensaios de determinação de absorção de água e resistência à flexão estática.

**Atenção:** Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

**RELATÓRIO TÉCNICO Nº 99 689 – 205****Título: Ensaios físicos e mecânicos em placas.****1 INTRODUÇÃO**

O cliente encaminhou a este Instituto, em 18 de março de 2008, uma amostra com duas placas denominadas pelo cliente como ecológicas, conforme a codificação e características dimensionais apresentadas no Quadro 1. Para este material foram solicitados os ensaios de determinação da absorção de água e de flexão estática.

**Quadro 1** – Codificação e características dimensionais da amostra.

<b>Código do cliente</b>	<b>Código IPT</b>	<b>Número de placas</b>	<b>Espessura (mm)</b>	<b>Dimensões planas (m)</b>
Placa ecológica	AM-08-12	2	11	2 x 1

**2 ENSAIO**

O ensaio para a determinação da absorção de água foi realizado conforme a Norma NBR 6470/82 – Telha de fibrocimento – Determinação da absorção de água – Método de ensaio, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O ensaio para a determinação da resistência e módulo de elasticidade à flexão estática foi realizado baseado na norma CEN EN 310: 1993 – *Wood-based panels– Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.*

**3 RESULTADOS**

Os resultados dos ensaios de determinação da absorção de água e de flexão estática são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Atenção:** Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

**Tabela 1 - Ensaio de determinação da absorção de água - Amostra AM-08-12.**

Corpo-de-prova	Absorção de água (%)	
	Placa 1	Placa 2
Comprimento na direção da placa	0,1	0,2
Largura na direção da placa	0,1	0,1
<b>Média</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>

**Tabela 2 - Ensaio de resistência à flexão estática - Amostra AM-08-12**

Corpo-de-prova	Tensão de ruptura (MPa)		Módulo de elasticidade (MPa)	
	Placa 1	Placa 2	Placa 1	Placa 2
<b>Paralela (1)</b>				
1	18,3	19,3	851	774
2	16,6	18,9	738	700
3	17,7	20,0	879	739
4	18,4	18,9	900	734
5	18,6	17,9	828	653
6	18,0	17,4	891	767
<b>Média</b>	<b>17,9</b>	<b>18,7</b>	<b>848</b>	<b>728</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>60</b>	<b>45</b>
<b>Perpendicular (2)</b>				
1	18,5	18,4	757	784
2	17,4	19,7	813	775
3	16,5	15,2	819	595
4	18,1	18,7	838	1002
5	17,6	18,2	793	678
6	16,0	18,1	789	692
<b>Média</b>	<b>17,4</b>	<b>18,0</b>	<b>802</b>	<b>754</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,9</b>	<b>1,5</b>	<b>28</b>	<b>140</b>

**OBS.:** (1) Corpo-de-prova cujo comprimento é paralelo a maior dimensão da placa.

(2) Corpo-de-prova cujo comprimento é perpendicular a maior dimensão da placa.

**Atenção:** Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

## 4 OBSERVAÇÕES

"Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente aos espécimens ensaiados. Os resultados deste documento não podem ser utilizados para fins promocionais. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente sem nenhuma alteração."

São Paulo, 20 de maio de 2008.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS FLORESTAIS  
Laboratório de Madeira e Produtos Derivados

CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS FLORESTAIS

Eng. Civil Dr. Takashi Yojo  
Supervisor de Ensaio  
CREA nº 64.838/D – RE nº 3668.1

Biólogo Mestre Geraldo José Zenid  
Diretor interino  
CRB nº 01410/84 - RE nº 3178.1

CENTRO DE TECNOLOGIA DE RECURSOS FLORESTAIS  
Laboratório de Madeira e Produtos Derivados

Mestre em Ciência e Tecnologia de Madeiras  
Maria José de A. C. Miranda  
Responsável pelo Laboratório  
CRA nº 15245 - RE nº 6121.8

## EQUIPE TÉCNICA

### Laboratório Madeira e Produtos Derivados

Takashi Yojo – Engenheiro

Paulo de Assis – Técnico

João Batista Purga - Técnico

### Apoio Administrativo

Valéria de Oliveira - Secretária

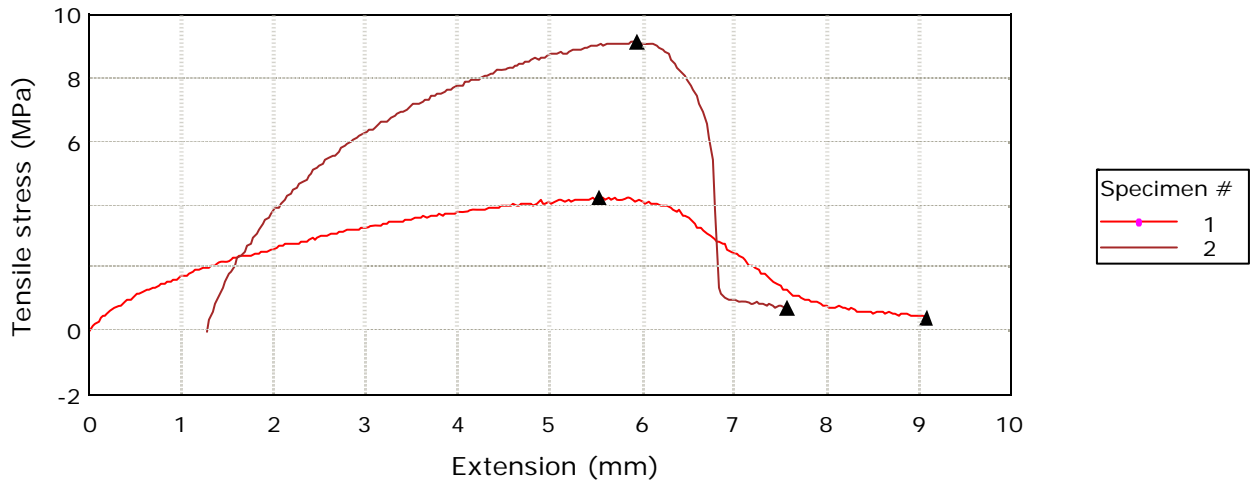
**Atenção:** Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório Técnico, impresso em papel com a marca d'água IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.



Anexo 3 - Teste comparativo de tração de material longa vida e placa de  
dupla face de mesma espessura

Ensaio de Tração de Material plástico Reciclado dupla face (SBR+ polietileno+ material longa vida )curva 1 contra material plástico feito com residuo de plástico de material longa vida puro- curva 2

Specimen 1 to 2



	Tensile stress at Break (Standard) (MPa)	Modulus (E-modulus) (GPa)	Energy at Break (Standard) (J)	Maximum Load (N)
1	0,41	-----	3,26	593,61
2	0,68	-----	5,31	> 1276,18
	0,54	-----	4,29	934,90
Standard Deviation	0,19062	-----	1,44903	482,64885

	Tensile strain at Break (Standard) (%)	Load at Break (Standard) (N)	Tenacity at Break (Standard) (N/tex)	Tensile extension at Break (Standard) (mm)
1	10,07	56,89	0,57	9,07
2	7,00	94,63	0,95	6,30
	8,54	75,76	0,76	7,68

	Tensile strain at Break (Standard) (%)	Load at Break (Standard) (N)	Tenacity at Break (Standard) (N/tex)	Tensile extension at Break (Standard) (mm)
Standard Deviation	2,17327	26,68738	0,26687	1,95593

	Time at Break (Standard) (sec)	Energy at Maximum Load (J)	Extension at Maximum Load (mm)	Tenacity at Maximum Load (N/tex)
1	544,00	2,21	5,53	5,94
2	378,00	4,27	5,50	12,76
	461,00	3,24	5,52	9,35
Standard Deviation	117,37972	1,45438	0,02612	4,82649

	Tensile extension at Maximum Load (mm)	Tensile strain at Maximum Load (%)	Tensile stress at Maximum Load (MPa)	Time at Maximum Load (sec)
1	5,53	6,15	4,24	332,00
2	4,67	5,19	9,12	280,00
	5,10	5,67	6,68	306,00
Standard Deviation	0,61261	0,68069	3,44749	36,76955

	True strain at Maximum Load (%)	True stress at Maximum Load (MPa)	True strain at Break (Standard) (%)	True stress at Break (Standard) (MPa)
1	5,97	4,50	9,60	0,45
2	5,06	9,59	6,77	0,72
	5,51	7,04	8,18	0,59
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	0,64419	3,59739	2,00248	0,19514

	Differential strain at Maximum Load (%)	X-Intercept at Modulus (E-modulus) (%)	Tenacity at Yield (Offset 0.2 %) (gf/tex)	Tensile extension at Yield (Offset 0.2 %) (mm)
1	0,00	-----	-----	-----
2	0,00	-----	-----	-----
	0,00	-----	-----	-----
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	0,00025	-----	-----	-----

	Tensile stress at Yield (Offset 0.2 %) (MPa)	Energy to X-Intercept at Modulus (E-modulus) (J)	Y-Intercept at Modulus (E-modulus) (MPa)	Strain 1 at Break (Standard) (%)
1	-----	-----	-----	0,001
2	-----	-----	-----	-0,000
	-----	-----	-----	0,000
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	-----	-----	-----	0,00077

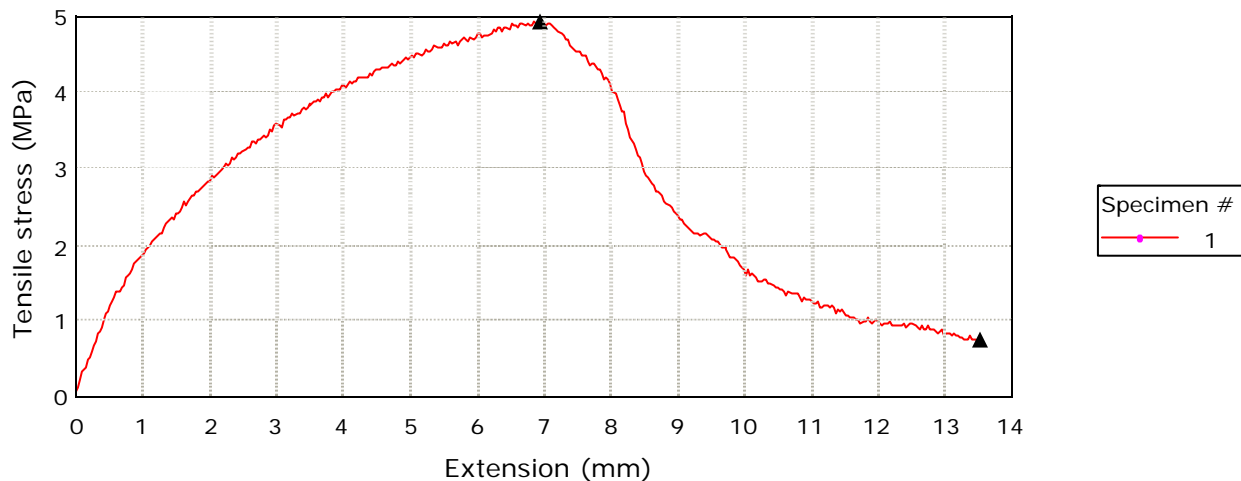
	Strain 1 at Maximum Load (%)	Strain 1 at Yield (Offset 0.2 %) (%)	Tensile strain at Yield (Offset 0.2 %) (%)	Displacement (Strain 1) at Maximum Load (mm)
1	0,001	-----	-----	0,000
2	0,000	-----	-----	0,000
	0,000	-----	-----	0,000
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	0,00025	-----	-----	0,00003

	Displacement (Strain 1) at Break (Standard) (mm)	Extension at Break (Standard) (mm)	Displacement (Strain 1) at Yield (Offset 0.2 %) (mm)
1	0,000	9,067	-----
2	-0,000	7,131	-----
	0,000	8,099	-----
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	0,00008	1,36943	-----

Anexo 4- Teste de tração realizado em placa de dupla face

Ensaio de Tração em material dupla face (1 face de 2 mm com material longa vida e outra de 8 mm de mistura 70/30 SBR e polietileno).

Specimen 1 to 1



	Tensile stress at Break (Standard) (MPa)	Modulus (E-modulus) (GPa)	Energy at Break (Standard) (J)	Maximum Load (N)
1	0,73	-----	5,27	689,29
	0,73	-----	5,27	689,29
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	-----	-----	-----	-----

	Tensile strain at Break (Standard) (%)	Load at Break (Standard) (N)	Tenacity at Break (Standard) (N/tex)	Tensile extension at Break (Standard) (mm)
1	15,04	102,65	1,03	13,54
	15,04	102,65	1,03	13,54

	Tensile strain at Break (Standard) (%)	Load at Break (Standard) (N)	Tenacity at Break (Standard) (N/tex)	Tensile extension at Break (Standard) (mm)
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	-----	-----	-----	-----

	Time at Break (Standard) (sec)	Energy at Maximum Load (J)	Extension at Maximum Load (mm)	Tenacity at Maximum Load (N/tex)
1	812,00	3,36	6,97	6,89
	812,00	3,36	6,97	6,89
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	-----	-----	-----	-----

	Tensile extension at Maximum Load (mm)	Tensile strain at Maximum Load (%)	Tensile stress at Maximum Load (MPa)	Time at Maximum Load (sec)
1	6,97	7,74	4,92	418,00
	6,97	7,74	4,92	418,00
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	-----	-----	-----	-----

	True strain at Maximum Load (%)	True stress at Maximum Load (MPa)	True strain at Break (Standard) (%)	True stress at Break (Standard) (MPa)
1	7,46	5,30	14,01	0,84



	True strain at Maximum Load (%)	True stress at Maximum Load (MPa)	True strain at Break (Standard) (%)	True stress at Break (Standard) (MPa)
	7,46	5,30	14,01	0,84
Standard Deviation	-----	-----	-----	-----

	Differential strain at Maximum Load (%)	X-Intercept at Modulus (E-modulus) (%)	Tenacity at Yield (Offset 0.2 %) (gf/tex)	Tensile extension at Yield (Offset 0.2 %) (mm)
1	0,00	-----	-----	-----
	0,00	-----	-----	-----
Standard Deviation	-----	-----	-----	-----

	Tensile stress at Yield (Offset 0.2 %) (MPa)	Energy to X-Intercept at Modulus (E-modulus) (J)	Y-Intercept at Modulus (E-modulus) (MPa)	Strain 1 at Break (Standard) (%)
1	-----	-----	-----	-0,001
	-----	-----	-----	-0,001
Standard Deviation	-----	-----	-----	-----

	Strain 1 at Maximum Load (%)	Strain 1 at Yield (Offset 0.2 %) (%)	Tensile strain at Yield (Offset 0.2 %) (%)	Displacement (Strain 1) at Maximum Load (mm)
1	0,000	-----	-----	0,000
	0,000	-----	-----	0,000
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	-----	-----	-----	-----

	Displacement (Strain 1) at Break (Standard) (mm)	Extension at Break (Standard) (mm)	Displacement (Strain 1) at Yield (Offset 0.2 %) (mm)
1	-0,000	13,536	-----
	0,000	13,536	-----
S t a n d a r d  D e v i a t i o n	-----	-----	-----

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)