



Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

PRODUTOS DE BORRACHA E PLÁSTICO

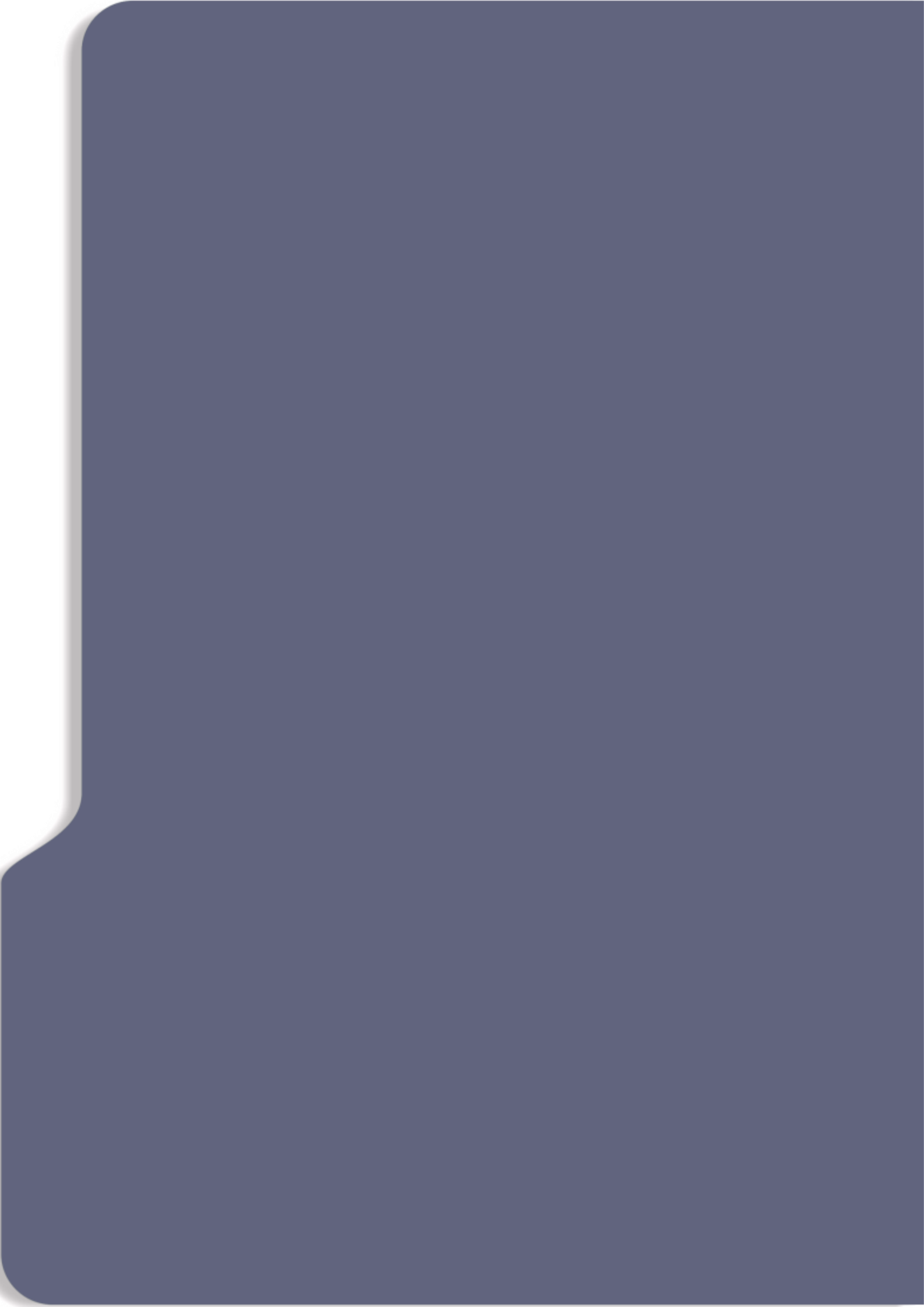
dossiê técnico

Madeira plástica

Apresenta informações técnicas sobre a fabricação e o uso de madeira plástica

Evelyn M. R. de Oliveira, Emilly M. R. de Oliveira e Raissa A. Costa
Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA

Maio/2013





Serviço Brasileiro de **Respostas Técnicas**

dossiê técnico

Madeira plástica

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



TÈCPAR



FIERGS SENAI



SENAI



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

Dossiê Técnico	OLIVEIRA, Evelyn Martins Reale de; OLIVEIRA, Emilly Martins Reale de; COSTA, Raissa Andrade Madeira plástica Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA 28/5/2013
Resumo	A madeira plástica é semelhante à madeira comum. Contudo, é fabricada a partir da reciclagem de vários tipos de plástico, sendo assim considerada uma solução 100% ecológica que respeita o meio ambiente, ajudando a eliminar o lixo plástico e desmatamento indevido de nossas florestas. Este dossiê aborda sobre as matérias-primas utilizadas, o processo de fabricação, a utilização, além das vantagens no uso dessa madeira.
Assunto	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO PARA OUTROS USOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE
Palavras-chave	<i>Aproveitamento de resíduo; compósito; equipamento; fabricação; fornecedor; madeira plástica; máquina; plástico; polímero; produção; reciclagem; tratamento de resíduo</i>



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que dado os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://www.respostatecnica.org.br>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	3
1.1 Panorama nacional do setor.....	4
1.2 Panorama internacional do setor.....	4
2 OBJETIVO.....	5
3 APLICAÇÕES.....	5
4 VANTAGENS.....	7
5 DESVANTAGENS.....	8
6 COMPOSIÇÃO.....	8
7 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS.....	10
8 PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	11
8.1 Coleta e separação.....	11
8.2 Moagem e segunda lavagem.....	13
8.3 Extrusão.....	13
8.4 Resfriamento e moldagem.....	13
9 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	14
9.1 Fornecedores de máquinas e equipamentos.....	16
10 FÁBRICAS BRASILEIRAS DE MADEIRA PLÁSTICA.....	17
11 NORMAS TÉCNICAS.....	18
12 LEGISLAÇÃO.....	18
12.1 Licenciamento ambiental.....	19
12.2 Indústria.....	19
12.3 Classificação da indústria.....	19
12.4 Legislações complementares e vigentes sobre o assunto.....	20
13 PATENTES RELACIONADAS.....	20
14 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	21
15 REFERÊNCIAS.....	22

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas da humanidade atualmente é a quantidade de resíduos sólidos gerados por cada indivíduo, diariamente. Buscar soluções criativas que sejam eficazes na reciclagem e reuso de parte desses resíduos torna-se cada vez mais urgente. Dados oficiais, mostram que, em média, no Brasil são descartados 250 mil toneladas de lixo diariamente, sendo que destes, cerca de 7,5 mil toneladas são compostas por plástico (AMBIENTE BRASIL, [200-?]; LIXO BRASILEIRO, 2011).

O Brasil é considerado um grande "reciclador" de alumínio, mas ainda reaproveita pouco os vidros, o plástico, as latas de ferro e os pneus que consome. Pesquisas indicam que cada ser humano produz, em média, um pouco mais de 1 quilo de lixo por dia. Atualmente, a produção anual de lixo em todo o planeta é de aproximadamente 400 milhões de toneladas. (AMBIENTE BRASIL, [200-?]; LIXO BRASILEIRO, 2011).

Segundo o site Ambiente Brasil ([200-?]), o Brasil possui um dos maiores remanescentes de florestas nativas no mundo (cerca de 5,1 milhões de quilômetros quadrados). O problema do desmatamento é mais um para incrementar a lista de problemas brasileiros que precisam de uma solução que seja interessante e ecologicamente sustentável, que desafogue o mercado da madeira e traga uma concorrência pra esse produto que movimenta milhões de reais todos os anos à custa do desmatamento.

A madeira plástica se aplica a esse quadro, se mostrando uma solução viável economicamente, competitiva e com vantagens em relação à madeira convencional. Pode ser classificada como uma tecnologia ambientalmente saudável, de acordo com o documento da Agenda 21 Global (BRASIL, 1995), que aborda esse sobre esse tipo de tecnologia como aquelas que:

[...] protegem o meio ambiente, são menos poluentes, usam todos os recursos de forma mais sustentável, reciclam mais seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável do que as tecnologias que vieram substituir (BRASIL, 1995).

Segundo Pinto (2007 apud PAULA; COSTA, 2008) foi na Europa que a ideia de madeira plástica surgiu pela primeira vez, por volta da década de setenta. No entanto, apenas no início dos anos noventa, nos EUA, é que o mercado aceitou algumas tecnologias que utilizavam plásticos reciclados em moldes que substituíam a madeira natural em deques e cercas. Os autores denominam madeira plástica reciclada (RPL), sigla que se origina do inglês *Recycled Plastic Lumber*. Outra nomenclatura para os perfis de madeira que eram fabricados a partir de plásticos reciclados ou composições de plástico com fibras de madeira é o WPC, cuja sigla provém do inglês *Wood polymer composites*.

A autora Hillig (2006) classifica a madeira plástica como um composto polimérico reforçado com madeira. No trabalho desenvolvido pela autora, os resíduos provenientes da indústria madeireira são compostos basicamente por serragem. Estes são utilizados numa mistura com polímeros diversos, com o objetivo de compor um novo material que possa ser aproveitado na fabricação de móveis. Surge-se, então, o composto madeira-plástico.

As madeiras plásticas podem ser definidas como “produtos manufaturados com conteúdo de plástico superior a 50% em massa e que possuem genericamente seção transversal retangular e apresentam dimensões típicas dos produtos de madeira industrializada.” (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007).

O avanço das pesquisas e das tecnologias fez com que o termo fosse aplicado às madeiras plásticas de outros formatos e com utilidades das mais diversas possíveis.

Esse dossiê surge da necessidade de dar uma noção geral do que é a madeira plástica para o empreendedor que estiver interessado em investir no produto, das suas vantagens e desvantagens, maquinários necessários para a produção e onde encontrá-los, além de ter o conhecimento de empresas referências no mercado, do panorama nacional e internacional e das legislações que vigoram para a implantação desse produto.

1.1 Panorama nacional

Ainda não existem números oficiais que retratem a situação da produção de madeira plástica no Brasil, mas sabe-se que são poucas as fábricas. A madeira natural ainda é de preferência dos consumidores, apesar de que, com o aumento do acesso às informações sobre as vantagens desse novo material e o potencial do mesmo façam com que o setor da indústria da madeira plástica siga em expansão (TRIGUEIRO; BOCARDI, 2012).

As fábricas de madeira plástica pioneiras no Brasil tem observado sua produção aumentar muito ao longo dos últimos anos. O leque de produtos é vasto e as aplicabilidades vão desde dormentes para ferrovias e tampas de bueiros, até moveis, cercas, bancos, espreguiçadeiras, lixeiras e até artefatos utilizados na construção civil (TRIGUEIRO; BOCARDI, 2012).

Dados veiculados pela mídia nacional mostram que as prefeituras de São Paulo e do Rio de Janeiro têm incentivado e efetuam compras de tampas de bueiros, e com isso, aquece esse setor do comércio e resolve um problema social relacionado ao furto das mesmas, uma vez que o ferro fundido (utilizado nas tampas antigas) possui um alto valor agregado no mercado (TRIGUEIRO; BOCARDI, 2012).

Além das tampas de bueiro, locais públicos como o Parque Nacional de Itatiaia investiram em bancos e três pontes construídas com o material. Um *shopping* no Estado do Rio de Janeiro possui bancos de madeira plástica na estrutura de sua praça, inclusive (TRIGUEIRO; BOCARDI, 2012).

Um valor aceitável, apresentado por várias pesquisas em concordância que foi mostrado pelo Jornal da Globo (TRIGUEIRO; BOCARDI, 2012) conclui que, em termos de preço, a madeira plástica ainda é, em média, 30% mais cara que a madeira tradicional, comparável ao preço das madeiras nobres, mas as vantagens desse material, que serão apresentadas posteriormente e a durabilidade do mesmo o tornam viável e competitivo.

No Brasil, o responsável pelas primeiras pesquisas sobre reciclagem do plástico, durante a década de 90, foi o Instituto de Macromoléculas Professora Eloísa Mano (IMA), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Este instituto realizou pesquisas nas áreas de propriedades físicas e mecânicas das madeiras plásticas, possuindo, inclusive uma marca registrada, o IMAWOOD® (HERMAIS, 2004; SBRT, 2005).

1.2 Panorama internacional

A madeira plástica surgiu na Europa na década de 70, mas teve seu mercado ampliado nos Estados Unidos que hoje são o maior mercado mundial da madeira plástica ou madeira

biosintética. O material já é utilizado em larga escala em projetos do governo, como na prefeitura de Los Angeles, e pela população em geral. No país, o mercado da madeira plástica já existe há aproximadamente 20 anos e o produto é usado em grande parte dos ambientes externos (O MERCADO..., 2010).

Existem várias evidências de que a madeira plástica conquistou o mercado americano. Isto se justifica pelo fato desse produto requerer menos manutenção, resistir ao mofo, não apodrecer e não se desgastar com sol e maresia. Cerca 35% das varandas e pátios dos Estados Unidos são feitos com madeira plástica. Apesar de uma varanda feita de madeira plástica custar cerca de três vezes mais na hora da compra, a madeira natural exige manutenção que é caro no país. Enquanto que a madeira plástica dispensa esse tipo de cuidado (TRIGUEIRO; BOCARDI, 2012).

2 OBJETIVO

O objetivo deste dossiê é tratar de como produzir a madeira plástica, prestando esclarecimento quanto a sua definição, sua composição, seu surgimento e processo de fabricação, além da indicação de fornecedores de máquinas e equipamentos, legislação e vantagens relacionadas.

3 APLICAÇÕES

A aplicabilidade da madeira plástica é bastante rica, podendo substituir a madeira natural de forma muito similar. Tem ganhado espaço na arquitetura, na construção civil e também na decoração de áreas externas. Produtos como mourões, cercas, currais, bancos de praça, postes, tábuas, painéis, ancoradouros, móveis, *pallets*, *piers*, portões, brinquedos de parque de diversões, são exemplos de algumas das suas diversas utilidades (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005; 2008c; 2008d).

Guamá et al. (2008) apontam várias aplicações, entre elas a produção de *decks* como um exemplo de aplicação que não só substitui a madeira tradicional como ainda apresenta vantagens. Um *deck* de madeira requer vedação, pintura, lixamento, além da substituição periódica de tábuas danificadas. Já o de madeira plástica não requer toda essa preparação, não solta farpas, não racha e não precisa de substituição.

No Brasil, há várias ferrovias que já utilizam dormentes de madeira plástica no lugar de dormentes de madeira natural danificados. As vantagens são semelhantes com as dos *decks* e características da madeira plástica: não racham, não trincam, permitem com que sejam feitas reentrâncias aumentando aderência, não conduzem eletricidade, absorvem vibrações preservando o material e a geometria da via, além de ser mais leve e impermeável à água e efeitos de pragas como toda madeira (GUAMÁ et al., 2008).

Na construção civil, pode ser utilizada em muitos espaços da obra, conforme Allpex Brasil (2012 apud SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2008a):

[...] para pilares e vigas de sustentação (de acordo com o estudo do projeto), fôrmas, escoramentos de escavações/taludes e pranchas para produção de blocos de concreto, sendo na maioria dos casos mais resistentes do que a madeira natural. Os perfis de madeira plástica também podem ser utilizados em aplicações externas tais como marcos de portas, esquadrias, *decks* de piscinas, pisos, plataformas marítimas, galpões industriais, andaimes e uma infinidade de outras aplicações (ALLPEX BRASIL, 2012 apud SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2008a).





Figura 1 – Exemplos diversos de aplicações da madeira plástica
 Fonte: (QUARTIM, 2012; SMART HAUS, 2012)

4 VANTAGENS

Dentre as vantagens da utilização das madeiras plásticas estão:

- Para limpá-las, utiliza-se água e sabão, apesar de suportarem a exposição a produtos químicos agressivos, como soda cáustica e solvente, sejam eles de uso doméstico ou profissional;
- Não precisam ser lixadas ou envernizadas, minimizando assim os custos com sua manutenção e a necessidade de acabamentos finais, uma vez que já são fabricadas pigmentadas;
- Quando em utilização, o material suporta pinturas, colas, enceramentos e pode ser aparafusada e manuseada com os mesmos equipamentos utilizados na manipulação da madeira natural;
- Não há perdas de matéria-prima na produção, uma vez que os resíduos são reaproveitados no início do processo;
- O plástico reciclado é a matéria-prima do produto e evita o corte de madeira natural, ou seja, um produto ecológico e sustentável;

- Não sofre a ação de corrosão e não é vulnerável a pragas;
- Umidade, mofo e fungos não infiltram;
- Não absorvem água;
- Mesmo com algum tempo de fabricação, não racham nem soltam farpas;
- Diferentes da madeira natural, não apodrecem;
- No momento do descarte pode ser reutilizada na fabricação de novas madeiras, sendo assim totalmente reciclável;
- Possui aparência muito similar à madeira natural;
- Seu material é isolante térmico;
- É durável, podendo ser utilizada por mais de 100 anos;
- Não é inflamável, pois na sua composição existe a presença de polietileno de alta densidade (PEAD), e também não propaga o fogo;
- Transfere calor com facilidade, no caso de exposição ao sol, esfria mais rápido que a madeira natural;
- Pode ser manuseada com as mesmas técnicas e ferramentas utilizadas para madeira natural, com certos limites na utilização do aplainamento e fresagem;
- Para a comercialização, os formatos são os mais diversos possíveis, como os convencionais (tábuas idênticas à madeira natural) ou em perfis L, U ou X, tubos arredondados ou quadrados ou ainda formatos perfis e formatos sob encomenda, já com texturas específicas (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007; 2008d; GUAMÁ et al., 2008; PLASTIVIDA, 2012; TRIGUEIRO; BOCARDI, 2012; KAKIZAWA, 2009; O MERCADO..., 2013; PRODUÇÃO..., 2007).

5 DESVANTAGENS

- O investimento inicial para produção é alto;
- A tecnologia de ponta envolvida não é tão facilmente acessível. Esse fator, à priori, faz com que esta tecnologia não esteja ao alcance de quem não possa ou não queira dispor de recursos ainda importantes;
- A utilização de plásticos reciclados na fabricação dos compósitos é uma desvantagem para quem venha a produzi-los, pois compromete a qualidade final do produto, perdendo propriedades mecânicas e diminuindo o leque de possibilidades de produção. Por isso, a incorporação de fibras torna-se interessante uma vez que são de baixo custo das fibras, sempre renováveis, e permitem um ganho nos preços que torna os produtos competitivos e compensa o produtor (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007; 2008d; GUAMÁ et al., 2008; PLASTIVIDA, 2012; TRIGUEIRO; BOCARDI, 2012; KAKIZAWA, 2009; O MERCADO..., 2013; PRODUÇÃO..., 2007).

6 COMPOSIÇÃO

Para produzir a madeira plástica são utilizados resíduos de vários tipos de plásticos, tratados de forma a serem processados e pigmentados para tornar sua aparência e utilidade semelhantes às da madeira. É muito comum a utilização de fibras naturais ou até mesmo

serragem da própria madeira para melhorar as propriedades físicas e químicas do produto final (AMARAL, 2009; SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2012c).

Os plásticos citados a seguir são os mais utilizados. Muitos deles possuem a identificação em seus rótulos e não causam problemas de liberação de gases tóxicos:

- PEAD: Polietileno de Alta Densidade: utilizados em garrafas de álcool, vinagre, de produtos químicos e de higiene e na confecção de engradado de cervejas;
- PEBD: Polietileno de Baixa Densidade: encontrados em embalagens de alimentos, sacos industriais e de lixo;
- PET: Polietileno Tereftalato: utilizados em embalagens de refrigerantes, sucos e alguns produtos de limpeza;
- PVC: Policloreto de Vinila: usados em calçados, tubos e conexões para água e em encapamentos de cabos elétricos;
- PP: Polipropileno: utilizados em potes de margarina e seringas descartáveis. (SPINACÉ; DE PAOLI, 2005 apud SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2005).



Figura 2 - Exemplos de plásticos encontrados em lixões que podem ser utilizados na fabricação de madeira plástica
Fonte: (RECICLAGEM..., [200-?]; SOLOSTOCKS, [200-?]; APARAS SÃO JUDAS, 2013)



Figura 3 - Símbolos padrão na identificação dos Plásticos
Fonte: (KAKIZAWA, 2009)

7 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS

Ao que se mostram à primeira vista, as madeiras plásticas tem um aspecto muito similar às madeiras naturais e trazem para o ambiente uma decoração rústica, podendo ser encontrada em diversos tons. Espécies naturais como tabaco, pau-brasil e outras são reproduzidas quase que perfeitamente. Em suas propriedades específicas, as madeiras plásticas também se mostram úteis em diversas aplicações e são reconhecidas por terem uma resistência à umidade bem melhor que as madeiras naturais e uma dureza que as torna compatíveis em diversas aplicações como tampas de bueiros, mourões, cercas etc. (AMARAL, 2009).

Segundo Molina, Carreira e Calil Júnior (2009), ao analisar perfis de madeira plástica através de ensaios de caracterização e encontrar os valores do módulo de elasticidade na flexão, das resistências à compressão, à tração e ao cisalhamento, além da densidade do material, a madeira plástica analisada se mostrou uma boa alternativa técnica, principalmente com relação às solicitações de tração normal e cisalhamento, quando comparada com as madeiras sólidas de coníferas e folhosas listadas na norma brasileira de madeiras NBR 7190/1997.

Os perfis analisados possuíam seção transversal retangular, com dimensões de 25 mm a 100 mm e comprimento de 3000 mm compostos por 60% a 70% de serragem, polímeros de polietileno, polipropileno, poliestireno e outros com características semelhantes agregados a uma carga vegetal (casca de arroz) na ordem de 30% a 40%, produzidos termoplasticamente por alta pressão (MOLINA; CARREIRA; CALIL JÚNIOR, 2009).

Os resultados revelaram que a madeira plástica em questão foi classificada na classe de resistência C25 das coníferas e à classe C20 em relação às dicotiledôneas. Com relação à resistência específica, a madeira plástica foi equiparável às dicotiledôneas C20 (MOLINA; CARREIRA; CALIL JÚNIOR, 2009).

Ao considerar à resistência ao cisalhamento, o comportamento da madeira plástica foi homogêneo nas três direções ortogonais do material e ruptura do tipo dúctil. Nas coníferas e dicotiledôneas, a ruptura, no caso da solicitação ao cisalhamento, é do tipo frágil, sendo que na primeira, a resistência do cisalhamento foi cerca de três vezes maior que a resistência dessas últimas (classe C20). Sendo assim, em situações críticas em relação ao cisalhamento, indica-se o uso de madeira plástica. Outros valores como densidade são apresentados na pesquisa que é de 930 kgf/m³ (MOLINA; CARREIRA; CALIL JÚNIOR, 2009).

Amaral (2009) realizou um experimento utilizando madeira plástica produzida pela utilização de plásticos pós-consumo (PEAD, PP e PET) e farinha de casca de arroz, nas proporções 60/40 e 70/30. Foram avaliadas as propriedades térmicas, mecânicas e físicas para verificar

qual das combinações matriz x carga possuíam os melhores índices nas propriedades analisadas. A autora concluiu que para projetos que desejem uma maior estabilidade térmica e maior barreira à umidade, a melhor composição é matriz de PEAD e carga de PET. Já os projetos que requeiram uma maior capacidade de absorção de energia no impacto, a melhor composição é a matriz de PEAD e carga de PP, que confere ao material uma maior dureza e é mais resistente à deformação.

Estudos de umidade, densidade, compressão e flexão da madeira plástica feita apenas com plásticos foram realizados por Kakizawa (2009), seguindo a norma NBR7 190/1997 e os valores ABNT, além de comparar com os valores de madeiras naturais, evidenciando que:

- Após quase um mês dentro da água, a madeira plástica reteve uma quantidade muito pequena de líquidos (cerca de 4,78%), permitindo concluir que ela é praticamente impermeável e resistente à água;
- A madeira-plástica possui a densidade semelhante à madeira natural Angelim segundo dados fornecidos pela ABNT;
- O ensaio mostrou uma resistência um pouco abaixo da madeira natural Mandioqueira, sendo, no entanto, muito menor que os resultados do Angelim, devido aos vários tipos de compósitos provenientes do lixo. O experimento indica também que se o material fosse mais homogêneo, talvez o resultado tivesse sido melhor;
- O ensaio mostrou uma resistência abaixo das madeiras naturais devido aos compósitos serem de materiais reciclados e principalmente de plásticos. Devido ao plástico ser um material flexível, houve uma grande flexão da peça no momento do ensaio (KAKIZAWA, 2009).

Nesse trabalho há a ressalva de que não foram misturados materiais fibrosos, que aumentariam a quantidade de fibras no material e melhorariam os resultados de flexão e resistência (KAKIZAWA, 2009).

8 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Os processos de fabricação podem chegar a 60% do custo total de um compósito e por isso recebem uma atenção maior, na intenção de aperfeiçoar as etapas e causar menor impacto no preço final do produto.

8.1 Coleta e separação

A primeira etapa para a produção da madeira plástica é a coleta da matéria-prima: lixo plástico. A princípio pode ser utilizado qualquer tipo de plástico, contudo os mais utilizados são os citados anteriormente (AMARAL, 2009; PAULA; COSTA, 2008; SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2008c).

Amaral (2009) e Paula e Costa (2008) afirmam que o aproveitamento do lixo pode ser um pequeno problema inicial, uma vez que no Brasil não há a cultura da reciclagem internalizada. No caso do reaproveitamento com a produção de madeira, é importante que esses plásticos sejam oriundos de uma coleta seletiva, pois desta forma, eles já vêm mais limpos.

No Brasil, são produzidas 210 mil ton de plástico por ano. Segundo a Plastivida (2012), a distribuição de municípios que realizavam reciclagem e coleta seletiva no Brasil por região estava da seguinte forma:

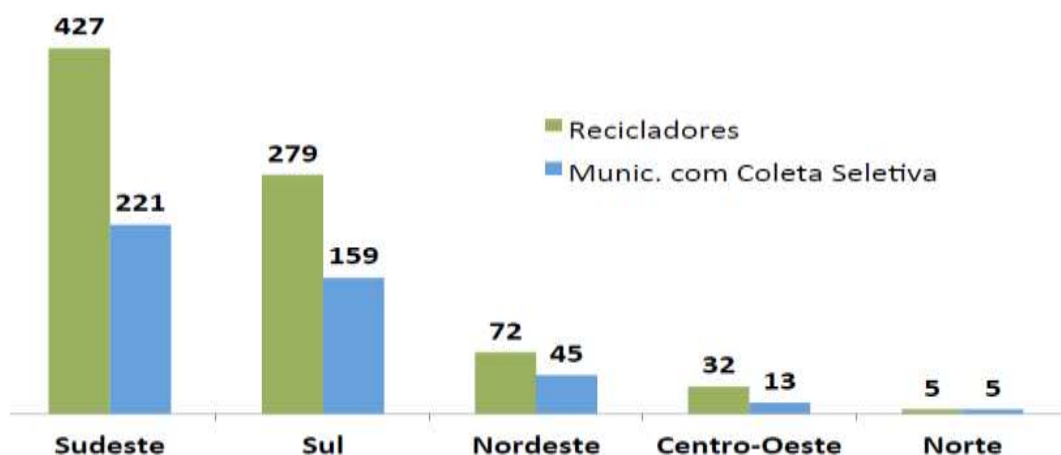


Gráfico 1 - Distribuição de Empresas Recicladoras e municípios que fazem coleta seletiva no Brasil
Fonte: (PLASTIVIDA, 2012)

As pesquisas da Plastivida (2012), no entanto, mostram que a reciclagem tem ganhado força no país. Em 2011, cerca de 22% dos plásticos gerados foram reciclados. Houve um ganho considerável comparado ao ano anterior que reciclou apenas 19,4% do plástico gerado.

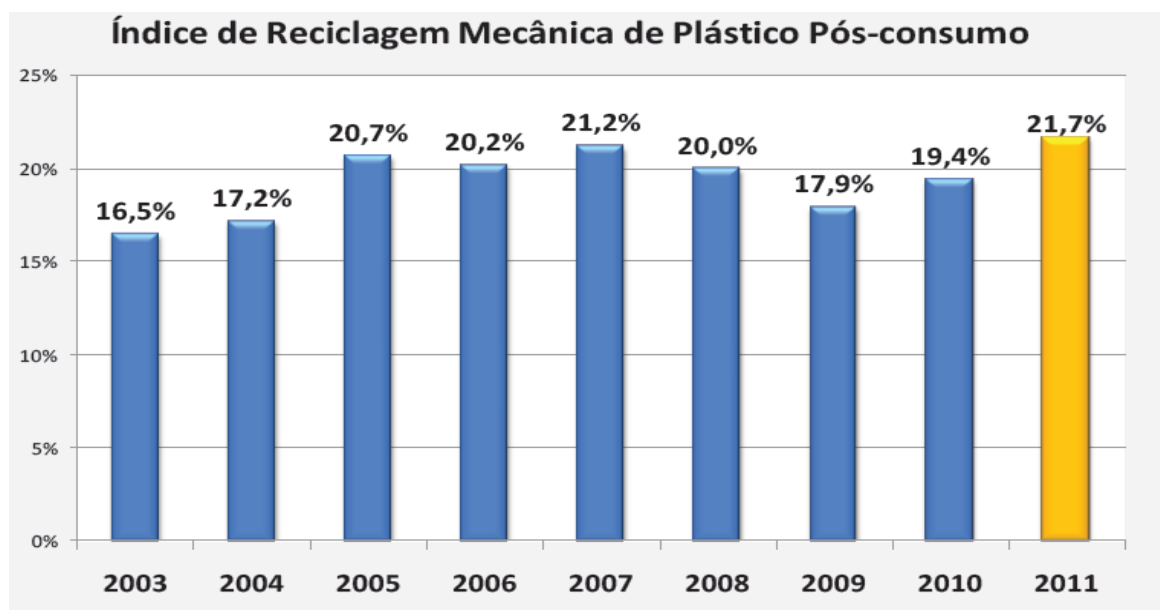


Gráfico 2 - Índices de Reciclagem Mecânica de Plástico no Brasil
Fonte: (PLASTIVIDA, 2012)

Nesta etapa também pode ser realizada a separação dos plásticos dos resíduos gerados na coleta e ainda a eliminação de contaminantes através de técnicas simples, como separação por densidade. Esses procedimentos podem ser feitos no local da reciclagem, no ponto de geração ou em usinas de triagem (AMARAL, 2009; GUAMÁ et al., 2008).

Guamá et al. (2008) descrevem que depois de coletado e limpo, o plástico é separado por gênero (branco e colorido). Essa separação acontece uma vez que existem dois tipos de perfil de madeira no mercado. Os perfis de cores claras utilizam o plástico branco e os perfis de cores escuras o plástico colorido.

8.2. Moagem e segunda lavagem

Em seguida, o plástico é lavado e moído, formando grânulos (*pallets*) e lavado novamente, caso seja necessário (AMARAL, 2009; KAKIZAWA, 2009; SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007; PAULA; COSTA, 2008; HILLIG, 2006).

8.3. Extrusão

A terceira etapa consiste no reprocessamento do plástico. Os grânulos são levados para uma máquina chamada extrusora onde serão fundidos e homogeneizados. Existem diversos tipos e tamanhos de extrusora (SBRT, Silva, 2008). Os pigmentos e as cargas são geralmente adicionados durante o processo de fundição, mas também podem ser colocados junto com os grânulos. A extrusora opera em variadas faixas de temperatura especificadas de acordo com o tipo de plástico utilizado (AMARAL, 2009; KAKIZAWA, 2009; SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007; PAULA; COSTA, 2008; HILLIG, 2006).

O processo de extrusão tem sido mais explorado desde a década de 80, apesar de ser conhecido desde o século XVIII. O número de plásticos que podem ser extrudados aumenta continuamente em virtude da versatilidade do processo (AMARAL, 2009; KAKIZAWA, 2009; SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007; PAULA; COSTA, 2008; HILLIG, 2006).

O processo em si consiste na transformação, sob condições específicas, em um material com forma e seção transversal pré-definidas, através do forçamento do material em questão por um orifício. Os mecanismos de extrusão são diversos, como cilindros, bombas etc. (AMARAL, 2009; KAKIZAWA, 2009; SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007; PAULA; COSTA, 2008; HILLIG, 2006).

Para isso, segundo Amaral (2009 apud FISHER, 1964), o equipamento deve ser capaz de gerar pressão suficiente de forma contínua e uniforme no material, e em alguns casos deve ter também meios de provocar fusão e o amolecimento ou de, outra forma, tornar o material capaz de ser extrudado.

A madeira plástica do tipo WPC tem sido manufaturada em extrusoras do tipo mono-rosca, dupla-rosca cônica e paralela; dupla-rosca contra-rotativas e co-rotativa e extrusoras em série. O processo visa alimentar a fibra e o polímero, promover mistura suficiente a fim de dispersar a fibra de forma eficaz e uniforme no polímero e então pôr a mistura na forma de perfis contínuos, com geometria desejada. Além da configuração da extrusora, as condições de processamento também são determinantes das características finais dos produtos de madeira plástica do tipo WPC (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007; 2008b).

8.4. Resfriamento e moldagem

O material que sai da extrusora passa por um sistema de refrigeração, e é puxado por um “puxador”, resultando na madeira plástica. Essa madeira é posteriormente cerrada, cortada, parafusada em móveis, bancos, *decks*, nas mais diversas aplicações (AMARAL, 2009; SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007).

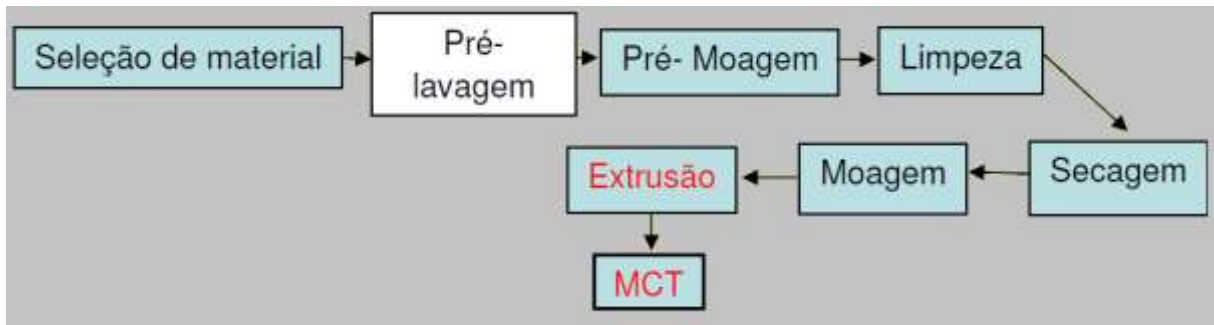


Figura 4 – Fluxograma do processo de fabricação de materiais compósitos
 Fonte: Adaptado de (AMARAL, 2009)

9 MÁQUINÁRIO UTILIZADO

Os tanques, granuladores, lavadores e secadores de plástico e a extrusora podem ser encontrados entre os fornecedores apresentados logo mais a seguir (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007).



Figura 5 – Tanque
 Fonte: (KIE, 2013)



Figura 6 – Granulador
Fonte: (PRIMOTÉCNICA, [200-?])



Figura 7 – Lavadora e Secadora
Fonte: (KIE, 2013)



Figura 8 – Extrusora
 Fonte: (KIE, 2013)

9.1 Fornecedores de máquinas e equipamentos

Ability Equipamentos

Tel.: (19) 3405-3420 / (19) 9215-0164

E-mail: ability.ind@terra.com.br / ability@ability.ind.br

Site: <www.ability.ind.br>

Bausano

End.: Rua Ferreira Viana, 576, Socorro, São Paulo – SP. CEP: 04.761-010.

Tel.: (11) 5611-8981

E-mail: info@bausanodobrasil.com

Site: <www.bausanodobrasil.com>

Carnevali

End.: Avenida Guinle, 160, Guarulhos – SP. CEP: 07.221-070.

Tel.: (11) 2413-3811

Site: <<http://www.carnevali.com>>

Fragmaq

End.: Rua José Bonifácio, 1925, Serraria, Diadema – SP. CEP: 09.980-150.

Tel.: (11) 4056-8057 / (11) 4056-5426

Fax: (11) 4056-7890

E-mail: fragmaq@fragmaq.com.br

Site: <<http://www.fragmaq.com.br>>

Kie – Equipamentos Para Reciclagem

End.: Rua Silvério Finamore, 1357, Bairro Leitão, Louveira – SP. CEP: 13.290-000.

Tel.: (19) 87034100 / (19) 3878-1592

Fax: (19) 3878-2277

E-mail: maquinas@kie.com.br

Site: <<http://www.kie.com.br>>

Primotécnica, Mecânica e Eletricidade Ltda.

End.: Estrada do Guaraciaba, 359, Sertãozinho, Maúa – SP. CEP: 09.370-840.

Tel.: (11) 4543-6733

Fax: (11) 4543-6945

Site: <<http://www.primotecnica.com.br/index.php>>

WG Máquinas Para Reciclagem de Plástico

End.: Rua Lazinho Antônio de Oliveira, 598, Santa Rosa de Viterbo – SP. CEP: 14.270-000.

E-mail: vendas@wgmaquinas.com.br

Site: <<http://www.wgmaquinas.com.br>>

10 FÁBRICAS BRASILEIRAS DE MADÉIRA PLÁSTICA

No sentido de listar algumas fábricas de madeira plástica no país, segue abaixo o contato de empresas influentes no setor:

Ecoblock Indústria e Comércio Ltda.

End.: Avendia Perimetral, 2901, Distrito Industrial Vale do Jatobá, Vila Pinho, Belo Horizonte – MG. CEP: 30.6270-020.

Tel.: (31) 3385-9994

Fax: (31) 3385-9994

E-mail: coordenacaoendas@ecoblock.ind.br

Site: <<http://www.ecoblock.com.br>>

EcoWood Rio

End.: Avenida Calombé, 4045, Chácara Rio Petrópolis/Duque de Caxias/Rio de Janeiro – RJ. CEP: 25.240-130.

Tel.: (21) 2776-4410

E-mail: ecowoodrio@ecowoodrio.com.br

Site: <<http://www.ecowoodrio.com.br>>

Logiscal – Produtos Logísticos

Tel.: 4003-0031 (Capitais e regiões metropolitanas) / 0800-591-9009 (Demais localidades)

E-mail: comercial@logiscal.com.br

Site: <<http://www.logiscal.com.br>>

Policog Cogumelo

End.: Avenida Brasil, 44879, Campo Grande, Rio de Janeiro – RJ. CEP: 23.078-001.

Tel.: (21) 3691-2553

Fax: (21) 3408-9030 / (21) 3408-9040

E-mail: policog@cogumelo.com.br

Site: <<http://www.cogumelo.com.br/policog/index.html>>

PolyRio Polímeros Ltda.

End.: Avenida Presidente Tancredo Neves, 3503, Marajoara, Japeri – RJ. CEP: 26.410-050.
 Tel.: (21) 3408-9000
 Fax: (21) 2664-8255
 Site: <<http://www.polyrio.com.br>>

Reciplast

End.: Rua Joaquina de Jesus, 472, Parque Santo Agostinho, Guarulhos – SP.
 CEP: 07.140-233.
 Tel.: (11) 2402-4230
 E-mail: atendimento@reciplast.org
 Site: <<http://www.reciplast.org>>

Wisewood Soluções Ecológicas S/A

End.: Avenida Osvaldo Berto, 405, Itatiba – SP. CEP: 13.255-405.
 Tel.: (11) 4594-5813
 E-mail: comercial@wisewood.com.br
 Site: <<http://www.wisewood.com.br>>

11 NORMAS TÉCNICAS

As normas técnicas relacionadas foram publicadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. São elas:

- NBR 7190: fornece informações sobre o Projeto de Estruturas de Madeira que podem auxiliar os estudos das propriedades físicas, químicas e térmicas e classificação das madeiras (ABNT CATÁLOGO, 2012);
- NBR 13230: fornece informações sobre a classificação dos plásticos, os códigos e os testes que podem ser feitos nesse tipo de material (ABNT CATÁLOGO, 2012).

12 LEGISLAÇÃO

Durante a produção da madeira plástica são utilizados, na maior parte, subprodutos de plásticos. Por causa disso, as legislações consideradas, são, sobretudo, relacionadas ao manuseio e a reciclagem do mesmo, pois a utilização de madeira é pouca. As questões de licenciamento ambiental, por sua vez, estão mais envolvidas com os processos industriais geradores de resíduos e que possam provocar danos ao meio ambiente, através de processos de extração da biota remanescente ou a alteração dela (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2012b).

A princípio, a geração de resíduos na produção de madeira plástica é mínima ou mesmo nula, uma vez que o resíduo da madeira plástica pode ser reinserido no processo para a produção de mais madeira, portanto para avaliar ou não se vai ser necessário a obtenção de licenciamento ambiental, recomenda-se consultar as instituições relacionadas apresentadas logo mais a seguir, de forma a ajudar no processo de implantação e regularização do empreendimento (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2012b).

Recomenda-se, ainda, a leitura atenta da legislação para política de reciclagem de materiais.

A Lei Estadual nº 1.220/2003 de Rondônia dispõe sobre uma política estadual de reciclagem de materiais (RONDÔNIA, 2003):

Art. 1º A política estadual de reciclagem de materiais tem o objetivo de incentivar o uso, a comercialização e a industrialização de materiais recicláveis, tais como:

III - plásticos, garrafas plásticas e vidros;

Art. 2º Compete ao Poder Executivo, para a consecução da política de que trata esta Lei:

I - apoiar a criação de centros de prestação de serviços e de

comercialização, distribuição e armazenagem de materiais recicláveis;

II - incentivar a criação de distritos industriais voltados para a indústria de materiais recicláveis;

III - incentivar o desenvolvimento ordenado de programas municipais de reciclagem de materiais;

IV - promover campanhas de educação ambiental voltadas para a divulgação e valorização do uso de materiais recicláveis e seus benefícios;

V - incentivar o desenvolvimento de materiais descartáveis ou recicláveis; e

VI - promover, em articulação com os municípios, campanhas de incentivos à realização de coletas seletivas de lixo.

Art. 3º Os benefícios de que trata esta Lei serão concedidos exclusivamente aos usuários, produtores e comerciantes cadastrados na Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEDAM, responsável pela coordenação e implantação dos objetivos previstos no Art. 2º desta Lei (RONDÔNIA, 2003).

12.1 Licenciamento ambiental

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 237/1997 (BRASIL, 1997) alerta quais atividades ou empreendimentos estão sujeitos a licenciamento ambiental e entre eles (SBRT, Freire, 2012):

- Fabricação de laminados plásticos;
- Fabricação de artefatos de material plástico (BRASIL, 1997).

12.2 Indústria

Na Lei nº 6.938/1981, o anexo VIII classifica as indústrias de produtos de matéria plástica como indústrias de baixo impacto ambiental (BRASIL, 1981).

12.3 Legislações complementares e vigentes sobre o assunto

- Resolução CONAMA nº 281/2001, que dispõe sobre modelos de publicação de pedidos de licenciamento (BRASIL, 2001).

Cabe ao empreendedor a busca de legislações estaduais em vigor.

12.4 Instituições relacionadas

Associação Brasileira da Indústria do Plástico – ABIPLAST

End.: Avenida Paulista, 2439, 8º Andar, Cj. 81/82, São Paulo – SP. CEP: 01.311-936.

Tel.: (11) 3060-9688

E-mail: abiplast@abiplast.org.br

Site: <<http://www.abiplast.org.br>>

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis – IBAMA

Tel.: (61) 3316-1245

E-mail: residuos.sede@ibama.gov.br

Site: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento>>

Secretária de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM

Tel.: (69) 3216-1059 / (69) 3216-1045

Site: <<http://www.sedam.ro.gov.br>>

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE

Tel.: (69) 3210-2547 / (69) 3213-4785

Site: <<http://www.sebrae.com.br>>

12.5 Bancos financiadores de pequenas e microempresas

Banco Nacional do Desenvolvimento – BNDES

Tel.: (69) 3216-3400 / (69) 3216-3432

Site: <<http://www.bndes.gov.br>>

13 PATENTES

Como as aplicações são as mais diversas e as composições podem variar em taxas de incorporação de fibras ou os tipos de plásticos utilizados, existem inúmeras patentes de produtos que tem relação com a madeira plástica, sugerindo então uma busca mais criteriosa uma vez que o quadro abaixo não esgota as possibilidades de produtos que utilizam madeira plástica como matéria-prima:

Processo	Depósito	Título
PI0800755-1	26/03/2008	FORMULAÇÃO DE MATERIAL E PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MADEIRA PLÁSTICA
PI0314345-7	29/08/2003	LUBRIFICANTE ANTIMICROBIANO PARA COMPOSITOS DE MADEIRA FIBRA-PLÁSTICA
PI9601009-6	08/03/1996	MADEIRA PLÁSTICA
PI7606227-9	17/09/1976	APERFEIÇOAMENTOS NAS MAQUINAS SECCIONADORAS DE PAINÉIS DE MADEIRA E/OU DE MATERIAPLÁSTICA OU DE OUTRO MATERIAL
PI1002114-0	30/06/2010	MODELO DE BRAÇO DE INSTRUMENTO MUSICAL PARA APRENDIZAGEM
PI1002123-0	21/05/2010	APLICAÇÃO DE COMPOSITO MADEIRA/PLÁSTICO EM ELETRODOMÉSTICOS LINHA BRANCA
MU8802069-0	16/09/2008	TIJOLO PLÁSTICO PARA LAJES E SUPORTE DE REFORÇO E FIXAÇÃO
MU8801854-7	25/08/2008	DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVA INTRODUZIDA EM MOLDURA PLÁSTICA INJETADA
PI0800755-1	26/03/2008	FORMULAÇÃO DE MATERIAL E PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MADEIRA PLÁSTICA
PI0800571-0	11/02/2008	PROCESSO DE PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO COM HOT STAMPING EM PEÇAS DE MADEIRA DESTINADAS PARA CONTRUÇÃO CIVIL
PI0703795-3	28/08/2007	PELICULADOR A BASE DE ÁGUA
PI0701377-9	10/04/2007	MADEIRA DURA
PI0700934-8	12/03/2007	BANHEIRINHO PARA CÃES E GATOS
MU8700305-8	07/03/2007	SISTEMA POPULAR DE COLETA SELETIVA DE LIXO
PI0604553-7	09/11/2006	PROCESSO PARA RECICLAGEM QUÍMICA DE RESÍDUOS DE MADEIRA OU DE DERIVADOS DE MADEIRA POR PREPARO DE COMPOSITO E RESPECTIVO EQUIPAMENTO PARA SUA REALIZAÇÃO
PI0313909-3	09/12/2003	PALLETE DE MADEIRA REVESTIDO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE
PI0304023-2	17/10/2003	MÉTODO DE OBTENÇÃO DE PEÇAS PLÁSTICAS IMITANDO MADEIRA E PEÇAS PLÁSTICAS IMITANDO MADEIRA OBTIDAS
PI0314345-7	29/08/2003	LUBRIFICANTE ANTIMICROBIANO PARA COMPOSITOS DE MADEIRA FIBRA-PLÁSTICA
MU8101389-2	13/06/2001	DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVA INTRODUZIDA EM VEÍCULO MÓVEL DE DIVULGAÇÃO
MU8001853-0	25/08/2000	DISPOSIÇÃO INTRODUZIDA EM CRUZETA PARA USO EM REDES ELÉTRICAS
PI9903671-1	04/05/1999	SARRAFOS TÁBUAS E MADERITES METÁLICO 2.001/2

Quadro 1 - Patentes relacionadas a compósitos de madeira/plástico
 Fonte: (INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL, 2012)

Conclusões e recomendações

A utilização das madeiras plásticas, que é ampla em países como os EUA, vem crescendo com força no mercado brasileiro, fato que é justificado pelas inúmeras vantagens apresentadas ao longo desse dossiê. A falta de informação da população acaba sendo um dos grandes gargalos para um crescimento ainda mais acelerado desse setor, mas o maior acesso da população e dos governos locais a informações sobre o material e os produtos que dele podem ser gerados ampliará com certeza o mercado no sentido de que mais pessoas se interessam e acabam por adquirir o produto ao considerar a análise custo-benefício.

A grande diversidade de setores nos quais a madeira plástica pode ser utilizada mostra o potencial desse mercado nos dias atuais em que se torna cada dia mais imperativo o uso de soluções mais viáveis ambientalmente e ecologicamente, aliado ainda ao fato de que esse produto reaproveita uma enorme quantidade de lixo plástico, que é uma das grandes questões de aproveitamento de resíduos.

As diferentes propriedades que este material consegue aliar, tão similares à madeira natural e a aplicação em projetos arquitetônicos, dentre outras, se tornam uma solução interessante para produtos que possuam relevante resistência com leveza, ambientação rústica e durabilidade.

Recomenda-se a visualização do vídeo “Fabricação de Madeira Plástica”, disponível no *link* <<http://youtu.be/26Cbx8kcmz4>>, para uma melhor visualização do processo abordado nesse dossiê. Além da consulta de outras respostas contidas no banco de informações do SBRT, que também podem ajudar no sentido de agregar outros pontos de vista aos tópicos discutidos.

Com relação às legislações e normas técnicas, sugere-se sempre ao leitor realizar busca nos *sites* da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT <<http://www.abnt.org.br>> e do Inmetro <<http://www.inmetro.gov.br>>, a fim de verificar novas legislações pertinentes ao produto de engenharia em questão e a possível fabricação com madeira plástica.

O SBRT não se responsabiliza pelos serviços a serem, prestados pelas entidades / profissionais indicados ao longo texto. A responsabilidade pela escolha, o contato e a negociação caberão totalmente ao cliente, já que o SBRT apenas efetua indicações de fontes encontradas em provedores públicos de informação.

Referências

ABNT CATÁLOGO. **Norma técnica**. [São Paulo], 2012. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

AMARAL, G. A. **Estudo da Influência da natureza das cargas nas propriedades da madeira plástica**. 2009. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24743/000747660.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 24 maio 2013.

AMBIENTE BRASIL. **Reciclagem de plástico**: classificação dos plásticos, tipos de reciclagem. [S.l.], 2011. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html>. Acesso em: 24 maio 2013.

APARAS SÃO JUDAS. **Produtos**. Diadema, 2013. Disponível em: <<http://www.aparassaojudas.com.br/pt-br/products>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-7190: Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938compilada.htm>. Acesso em: 20 mar. 2013.

_____. Congresso. Câmara dos Deputados. Transferência de tecnologia ambientalmente saudável, cooperação e fortalecimento institucional. In: _____. **Conferência das nações unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento**: Agenda 21. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995. Disponível em:

<<http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/7706/agenda21.pdf?sequence=2>>.

Acesso em: 24 maio 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre licenciamento ambiental. Brasília, 1997. Disponível em:

<http://www.cati.sp.gov.br/Cati/servicos/dcaa/legislacao_ambiental/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONAMA%20237_1997%20-%20Licenciamento%20Ambiental.pdf>. Acesso em:

20 mar. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 281, de 12 de julho de 2001**. Dispõe sobre modelos de publicação de pedidos de licenciamento. Brasília, 2001. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=279>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

FABRICAÇÃO de madeira plástica. [Rio de Janeiro]: Globo News, [200-?]. Disponível em:

<<http://youtu.be/26Cbx8kcmz4>>. Acesso em: 19 mar. 2013.

GUAMÁ, F. F. M. C. et al. Lixo plástico: de sua produção até a madeira plástica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_077_542_11394.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

HERMAIS, C. A. Eloisa Mano e seus oitenta anos. **Polímeros**, São Carlos, v. 14, n. 4, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282004000400003>>. Acesso em: 19 mar. 2013.

HILLIG, E. **A viabilidade técnica de produção de compósitos de polietileno (HDPE) reforçados com resíduos de madeira e derivados das indústrias moveleiras**. 2006. 193 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_dr/2006/t200_0243-D.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Busca**: patentes. Rio de Janeiro, 13 nov. 2012. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/portal/artigo/busca_patentes>. Acesso em: 19 mar. 2013.

KAKIZAWA, M. W. **Madeira plástica**. 2009. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade da Amazônia, Belém, 2009. Disponível em: <http://www.unama.br/novoportal/ensino/graduacao/cursos/engenhariacivil/attachments/artic/e/126/madeira_pl%C3%A1stica.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

KIE: equipamentos para reciclagem. **Produtos**. [Louveira], 2013. Disponível em: <<http://www.kie.com.br>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

LIXO brasileiro. **Sua Pesquisa**. [S.I.], 2011. Disponível em: <<http://www.suapesquisa.com/ecologiasaude/lixo.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

MOLINA, J. C.; CARREIRA, M. R.; CALIL JÚNIOR., C. Análise do comportamento mecânico de perfis retangulares de madeira plástica (*Wood Plastic Composite*). **Minerva**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 47-57, jan./abr. 2009. Disponível em: <[http://www.fipai.org.br/Minerva%2006\(01\)%2006.pdf](http://www.fipai.org.br/Minerva%2006(01)%2006.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2013.

O MERCADO aquecido da madeira plástica. **Mundo Sustentável**. [S.I.], 12 maio 2010. Disponível em: <<http://www.mundosustentavel.com.br/2010/05/o-mercado-aquecido-da-madeira-plastica>>. Acesso em: 17 mar. 2013.

PAULA, R. M.; COSTA, D. L. Madeira plástica: aliando tecnologia e sustentabilidade. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 8., São José dos Campos, 2008. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2008. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosEPG/EPG01083_04_O.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

PLASTIVIDA. **Monitoramento dos Índices de Reciclagem Mecânica de Plástico no Brasil (IRmP) 2011**. [São Paulo], nov. 2012. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/pdfs/IRmP/Apresentacao_IRMP2011.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

PRIMOTÉCNICA: mecânica e eletricidade. **Granuladores**: linha PGS. Mauá, [200-?]. Disponível em: <<http://www.primotecnica.com.br/granuladores-pgs.php>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

PRODUÇÃO de compósitos de plástico com madeira. **Revista da Madeira**, [S.I.], n. 101, jan. 2007. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1021&subject=E%20maiss&title=Produ%E7%E3o%20de%20comp%F3sitos%20de%20pl%E1stico%20com%20madeira>. Acesso em: 19 mar. 2013.

QUARTIM, E. Madeira plástica feita com embalagens. **Embalagem Sustentável**. [S.I.], 23 fev. 2012. Disponível em: <<http://embalagensustentavel.com.br/2012/02/23/madeira-plastica>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

RECICLAGEM com garrafa PET. **Ecologia Online**. [S.I.], [200-?]. Disponível em: <<http://www.ecologiaonline.com/reciclagem-com-garrafa-pet>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

RONDÔNIA. Lei Estadual nº 1.220, de 22 de setembro de 2003. Dispõe sobre a política Estadual de reciclagem de materiais. Porto Velho, 2003. Disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br/images/stories/leis_ambientais_estaduais/DLFE-155.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Compósitos de madeira-plástico. Resposta Técnica elaborada por: “Mirian de Almeida Costa”. Brasília: CDT/UnB, 2008a. (Código da Resposta: 11841). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

_____. **Compostos termoplásticos de madeira.** Resposta Técnica elaborada por: “Lorena de Oliveira Silva”. Brasília: CDT/UnB, 2008b. (Código da Resposta: 26604). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

_____. **Fornecedores de composto de madeira plástica.** Resposta Técnica elaborada por: “Valério Freitas dos Santos”. Porto Alegre: SENAI/RS, 2012a. (Código da Resposta: 21593). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

_____. **Legislação para a indústria de madeira plástica.** Resposta Técnica elaborada por: “Ingrid de Souza Freire”. Brasília: CDT/UnB, 2012b. (Código da Resposta: 23935). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

_____. **Madeira-plástica.** Resposta Técnica elaborada por: “Glecimar Fabrin Pozza”. Salvador: IEL/BA, 2008c. (Código da Resposta: 9903). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

_____. **Madeira plástica.** Resposta Técnica elaborada por: “Sonia Maria Marques de Oliveira”. Curitiba: TECPAR, 2005. (Código da Resposta: 409). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

_____. **Madeira plástica.** Resposta Técnica elaborada por: “Sonia Maria Marques de Oliveira”. Curitiba: TECPAR, 2007. (Código da Resposta: 5913). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

_____. **Madeira plástica na construção civil.** Resposta Técnica elaborada por: “Valério Freitas dos Santos”. Porto Alegre: SENAI/RS, 2012c. (Código da Resposta: 21076). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

_____. **Madeira-plástico.** Resposta Técnica elaborada por: “Mirian de Almeida Costa”. Brasília: CDT/UnB, 2008d. (Código da Resposta: 12550). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

SMART HAUS. Madeira plástica. Blumenau, [200-?]. Disponível em: <<http://www.smarthaus.com.br/produtos/madeira-plastica>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

SOLOSTOCKS. Saco plástico de alta densidade e de baixa densidade: PEAD, PEBD e PP. [S.I.], 2013. Disponível em: <<http://www.solostocks.com.br/venda-produtos/plasticos-derivados/outros-plasticos-derivados/saco-plastico-de-alta-densidade-e-de-baixa-densidade-pead-pebd-pp-1158622>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

TRIGUEIRO, A.; BOCARDI, R. Madeira plástica evita derrubada de árvores para fabricar móveis. **Jornal da Globo**, Rio de Janeiro, 21 set. 2012. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2012/09/madeira-plastica-evita-derrubada-de-arvores-para-fabricar-moveis.html>>. Acesso em: 20 mar. 2013.





Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas
www.respostatecnica.org.br