

Eco-Compósito de Madeira Plástica Produzido com Acabamento Rústico da Superfície por Gravação à Laser

Paulo Henrique Campos Prado Tavares (Ibmec) paulo.tavares@ibmec.edu.br

Ana Cláudia de Faria Andrade (Ibmec) anaclaudiadfandrade@gmail.com

Anna Paula Coelho Belém (Ibmec) annapaulacoelhobelem@yahoo.com.br

Mariana Rodrigues Dornellas (Ibmec) dornellasmr@gmail.com

Nayara Gonçalves Dantas Gomes (Ibmec) nayaragd@hotmail.com

Resumo:

O artigo retrata a fabricação de um eco-compósito de madeira plástica (MP) através da mistura de poliestireno (PS), pó de serra e pigmentos inorgânicos. O PS proveniente de copos plásticos descartados foi previamente amolecido com acetona e, posteriormente, misturado às partículas de madeira com granulometria controlada e aos pigmentos de óxidos de ferro, ambos classificados como rejeitos na indústrias moveleira e na mineração. A goma obtida foi colocada para secar em um molde de madeira e, posteriormente, as amostras foram cortadas, coladas em uma peça de madeira (suporte) e lixadas. As amostras receberam a gravação à laser de padrões de madeira rústica obtidos por tratamento das imagens encontradas na internet utilizando o software *Photograv®*. Após a gravação à laser e aplicação de um verniz de madeira em spray, as peças obtidas apresentaram um aspecto equivalente ao da madeira de demolição, apontando para a possibilidade de se substituir a madeira rústica em móveis e objetos de decoração, mitigando os impactos ambientais oriundos do descarte inadequado dos rejeitos usados como matéria-prima nesse estudo. O uso de insumos reciclados enquadra esse novo material em um cenário de produção mais limpa (P+L), indo de encontro a uma tecnologia sustentável capaz de mitigar relevantes impactos ambientais.

Palavras chave: Eco-compósito, Madeira plástica, Pó de serra, poliestireno, Design rústico.

Wood Plastic Eco-Composite with Rustic Finishing Produced by Surface Laser Engraving

Abstract:

This paper describes the manufacture of a wood plastic eco-composite by mixing polystyrene (PS), wooden powder and inorganic pigments. The PS from discarded plastic cups was previously softened with acetone and later mixed with controlled grain size wood particles and iron oxide pigments, both classified as waste in the furniture and mining industries. The obtained gum was placed to dry in a wooden mold and later the samples were cut, fixed to a wooden plate (base) and sanded. The samples received laser engraving of rustic wood patterns obtained by processing the images found on the internet using the *Photograv®* software. After the laser and application of a wood spray varnish, the composite samples showed a design equivalent to the rustic wood, indicating the possibility of replacing the rustic wood in furniture and decoration objects, reducing the environmental impacts due the inadequate disposal of waste materials used in this study. The use of recycled raw materials places this new material in a cleaner production scenario, reducing relevant environmental impacts by a sustainable technology.

Key-words: Eco-composite, Plastic wood, Wooden powder, Polystyrene, Rustic design.

1 Introdução

Segundo Silva *et al.* (2011), o *design* é um elemento de extrema importância para a criação da identidade visual e agregação de valor à produtos ou serviços, sendo caracterizado pela inovação, evolução tecnológica, rápida percepção da função, entre outros aspectos. Entretanto, a questão ambiental está profundamente inserida no desenvolvimento de produtos nos dias atuais. Implementa-se então, a conscientização entre o aspecto diferente do produto, inovações tecnológicas e o respeito ao meio ambiente e conservação dos recursos naturais.

Com esse pensamento, surge a era do *design* total, conhecida como o tempo em que as modificações e adaptações são intencionalmente produzidas para aparentarem um aspecto natural, extingue a fronteira entre o natural e artificial, de forma intencional pelo homem (CRUZ, 2002). Essa definição nos permite produzir um objeto com aspecto de uma matéria prima, porém não extraíndo-a de fato, e sim, produzindo um protótipo similar para a sua substituição, minimizando os impactos ambientais.

Atrelando o aspecto natural com a sustentabilidade, a Madeira Plástica (MP) tem se mostrado como uma solução viável e inovadora para o mercado possuindo uma ampla gama de utilizações (cercas, bancos, janelas, portas, painéis, decks para áreas de piscina, móveis, entre outros). A sua inserção no mercado é fácil e atende os requisitos necessários, podendo até mesmo superar as propriedades da madeira natural. Segundo Guimarães (2013), a madeira plástica também possui a vantagem de não apodrecer com o tempo, nem sofrer ação de umidade e pragas, parecendo sempre novo.

O presente trabalho pretende verificar a possibilidade de se obter peças compósitas de madeira plástica com *design* rústico através gravação à laser com padrões típicos aos encontrados em madeiras de demolição. Esses padrões serão extraídos de imagens encontradas na internet, como nós e fibras aparentes, e tratados com o software *Photograv®* para posterior gravação nas peças compósitas através do software *LaserCad®*. Para isso, serão obtidas amostras através da mistura do poliestireno pós-consumo com pó de serra e pigmentos inorgânicos, rejeitos gerados na indústrias moveleira e de mineração, respectivamente.

2 Referencial Teórico

2.1 Madeira

A madeira sempre foi para o homem fonte de matéria-prima para diversas utilidades, podendo ser utilizada desde um simples utensílio doméstico até uma estrutura predial. Hoje, mesmo com o advento de novas tecnologias, a madeira não deixou de ter um lugar de destaque, mostrando-se praticamente insubstituível para alguns segmentos e participando de uma parcela significativa no mercado mundial.

A produção mundial de madeira aproxima-se de 3,3 bilhões de m³ por ano. Seis países produzem mais da metade de toda a madeira do mundo. O Brasil é o quarto maior produtor mundial de madeira, participando com 6% do total. Grande parcela desta produção é destinada ao setor moveleiro. Segundo publicação do Jornal do Comércio publicado no site do SEBRAE (SEBRAE, 2006), o Brasil é responsável por 3% da produção mundial de móveis.

A indústria da madeira possui uma participação relevante para a economia mundial. Este desenvolvimento crescente do setor moveleiro vem fazendo com que o consumo de matéria-prima ambiental venha aumentando e, como consequência, os problemas ambientais.

Mancini (2001) afirma que no Brasil, a exploração de madeira apresenta vários problemas ambientais, sendo boa parte dela extraída de maneira ilegal. Além da extração ilegal, os resíduos gerados no processamento da madeira são outro problema ambiental. A lenha é o tipo de resíduo de madeira de maior representatividade, correspondendo a 71% da totalidade. Em seguida aparece a serragem com 22% e cepilhos com 7%. De acordo com Lima e Silva (2005), é fundamental que indústrias do segmento moveleiro tenham conhecimento do impacto ambiental causado por elas e busquem, assim, investir em tecnologias que prezem pelo meio-ambiente.

Muitos estudos estão sendo feitos a fim de minimizar os impactos causados por estas atividades. Dentre eles, o reaproveitamento destes resíduos através da concepção de um subproduto se apresenta como uma alternativa interessante para os empresários do setor pela capacidade de gerar receita para as indústrias e facilitar os processos de certificação ambiental. Existem diversas aplicações que podem ser dadas aos resíduos de madeira: na confecção de chapas e fibras na fabricação de aglomerados, chapas duras, MDF, dentre outras.

Além destas aplicações, os resíduos de madeira podem ser utilizados para geração de energia, com a queima direta em altos fornos, ou em forma de briquetes que é a compactação destes resíduos sendo os mesmos transformados em blocos permitindo uma queima uniforme além de facilitar o manuseio e o transporte. Atualmente, outras formas de aplicação vêm sendo estudadas como na construção civil juntamente com concreto na transformação de tijolos ecológicos, artesanato e, madeira plástica (MP) que é a mistura da madeira com polímeros (LIMA e SILVA, 2005).

2.2 Poliestireno

O poliestireno (PS) é um polímero formado pela repetição constante de um monômero conhecido por estireno, formando longas cadeias. Por ser um polímero termoplástico de baixo custo, o poliestireno é amplamente usado para confecção de copos descartáveis que são amplamente consumidos em locais com aglomeração de pessoas, como escolas, hospitais, repartições públicas e eventos. O descarte dos copos usados gera um grande volume de lixo plástico urbano. O poliestireno expandido (EPS), mais conhecido pela marca isopor®, também é um problema ambiental nas grandes metrópoles por ser amplamente utilizado nas embalagens (CHAGAS, BERRETTA-HURTADO *et al.*, 2011).

Atualmente, o descarte dos polímeros vem trazendo grandes problemas ambientais devido à lenta decomposição destes materiais, gerando desafios às comunidades científicas que buscam através de pesquisas no campo da reciclagem inserir novamente os polímeros como insumos na produção de novos materiais.

De acordo com a sua origem os plásticos descartados são classificados em:

- a) Pós-industriais: Os quais provêm principalmente de refugos de processos de produção e transformação, aparas, rebarbas, etc;
- b) Pós-consumo: São os descartados pelos consumidores, sendo a maioria proveniente de embalagens.

2.3 Compósito de Polímero e Madeira

O termo Madeira Plástica (MP) segundo a American Society for Testing and Materials, (ASTM, 2001), se aplica aos produtos manufaturados com conteúdo de plástico superior a

50% em massa e que possuem genericamente as dimensões típicas dos produtos de madeira industrializada. Existem dois tipos de madeira plástica (MP), que pode ser um compósito de plástico com pó de madeira ou apenas o plástico pigmentado (ZOCH, 2013).

Existem diferentes composições de MP no mercado mundial. Há basicamente uma divisão entre as empresas que produzem a madeira plástica a partir de polietileno de alta densidade (HDPE) e as que utilizam compósitos a base de resina plástica e fibra de madeira denominada Compósito de Madeira Plástica (CMP), em inglês WPC (Wood Plastic Polymer) (KOENIG; SYPKENS, 2002). Este último compõe o segmento com maior e mais rápido crescimento do mercado da madeira plástica, principalmente devido à necessidade de se reaproveitar o grande volume de resíduos gerados pelas indústrias de polímeros e de madeira. Além disso, ocorre uma notável melhoria nas propriedades físicas do compósito pela adição das fibras de celulose, as quais apresentam baixa densidade, disponibilidade em uma grande variedade de espécies, facilidade de modelamento em diversos formatos, bem como a criação de renda no campo sem necessariamente trabalhar com produtos alimentícios. O processamento da madeira tem sido insustentável gerando grandes quantidades de resíduos no setor (RODRIGUES e BELLOTE, 1998). As fábricas que trabalham com madeira se deparam com problemas de ordem ambiental, devido à grande quantidade de resíduos, aproximadamente entre 40 e 60% da matéria-prima utilizada, dependendo do processo adotado (FONTES, 1994).

Os polímeros utilizados nos CMP são os termoplásticos por serem amolecidos pelo aquecimento e solidificados pelo resfriamento, podendo ser reciclados, ou seja, remoldados mais vezes sem sofrer mudanças significativas nas suas propriedades (FIORI, 2008). Isso tornando o ciclo de vida deste compósito bastante favorável ao meio ambiente.

Embora também seja um termoplástico, o poliestireno (PS) tem sido pouco empregado como um insumo em CMP. Isso ocorre principalmente porque o processamento do CPM tem um controle constante térmico para evitar a degradação das fibras de celulose em torno de 200 a 220°C, restringindo o uso de termoplásticos como os estirênicos e as poliolefinas (ENGLISH *et al.*, 1996).

Por toda versatilidade apresentada por este produto, Pires *et al.* (2007) informam que a madeira plástica deve substituir em quase a sua totalidade a madeira de origem arbórea, sendo desenvolvida em função dos seus vários campos de aplicação. Entre eles pode-se destacar: as áreas de construção civil, agropecuária, indústria de móveis, transportes rodoviários e ferroviários e setores de: transmissão de energia, de embalagens para transporte e armazenamento de carga, de embalagens pesadas para transporte de máquinas e produtos diversos destinados à exportação. Segundo Arruda (2007), as vantagens em relação à madeira natural são:

- a) Não é atacada por cupins ou fungos;
- b) Não absorve umidade;
- c) Resistente a agentes químicos em geral e a raios UV;
- d) Baixo consumo energético em sua produção;
- e) Resistente à água salgada e à deterioração ambiental;
- f) Não requer elementos de proteção como seladoras e vernizes;
- g) Fácil instalação e permite uso de pregos e parafusos;
- h) Não apresenta nós nem farpas;
- i) Aceita o uso de ferramentas de corte manual;
- j) Pode apresentar perfis com formatos diversificados;
- k) É reciclável;

l) Possui menor custo de manutenção de rotina.

2.4 Desenvolvimento Sustentável e Produção mais Limpa (P+L)

O desenvolvimento sustentável (DS) foi definido pela World Commission on Environmental Development, durante a Assembleia Geral das Nações Unidas, como: “o desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de encontrar suas próprias necessidades” (UNITED NATIONS, 1987). Portanto, o DS visa o crescimento econômico, porém gerando o mínimo possível de poluentes e preservando ao máximo os recursos naturais. Pode ser classificada como uma tecnologia ambientalmente saudável, de acordo com o documento da Agenda 21 Global, que aborda 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 (NASCIMENTO, CASAGRANDE *et al.*, 2005).

Dentro do contexto do desenvolvimento sustentável, paralelamente à responsabilidade social corporativa, a ecoeficiência, a análise do ciclo de vida e aos sistemas de gestão certificáveis, a P+L pode ser definida como uma ferramenta voltada para o aprimoramento de processos produtivos e serviços, mitigando os impactos ambientais e riscos ocupacionais dos funcionários, de modo a promover uma busca por maior sustentabilidade. A P+L torna as operações mais eficientes e desempenha um importante papel na busca por certificações das empresas, melhorando sua credibilidade no mercado e tornando suas operações mais lucrativas e ambientalmente corretas. (ALMEIDA e GIANNETTI, 2006). De acordo com Araújo (2002), apesar dos benefícios evidentes, a implementação da P+L em algumas empresas geralmente enfrenta alguns obstáculos, como as parcerias ainda insuficientes entre o setor produtivo e as universidades, a resistência à mudança, a falta de conscientização dos gestores, a falta de políticas nacionais que incentivem a P+L, além das barreiras econômicas.

3 Materiais e Métodos

O poliestireno (PS) pós-consumo usado como matriz aglutinante no compósito de MP foi obtido de copos usados e descartados. O rejeito de pó de serra utilizado na produção dos compósitos é proveniente de dois tipos de madeira, cedro e pinus, processadas em uma madeireira de Belo Horizonte. Os diferentes tipos de madeira visam obter compósitos com diferentes padrões de cor, uma vez que o cedro possui uma coloração bege rosada e o pinus é branco-amarelado. As duas faixas granulométricas foram obtidas com um conjunto de peneiras, sendo que o fino possui tamanho de partícula inferior a 0,5 mm, enquanto o pó grosso apresenta partículas entre 1,0 e 2,0 mm. Para atribuir o padrão de madeira vermelha, foi utilizado um rejeito gerado no beneficiamento do minério de ferro por flotação, rico em partículas de óxido de ferro.

Os copos foram devidamente higienizados com água e sabão neutro para remover possíveis resíduos e microrganismos do material e, posteriormente, solubilizados em um recipiente hermeticamente fechado contendo acetona (P.A.). A goma polimérica obtida foi armazenada até o momento da sua utilização. As peças de MP foram construídas misturando-se de forma manual a goma de poliestireno ao pó de serra e ao pigmento, no caso dos compósitos avermelhados, até que uma massa homogênea fosse obtida. Para a conformação do material foi utilizado um processo de prensagem em molde poroso de madeira para absorção do solvente e secagem. Após a secagem, o compósito foi desmoldado e cortado em quadrados de aproximadamente (3cm x 3cm), os quais foram fixados em uma peça de madeira usando cola

de madeira de contato. A peça obtida nivelada em uma lixadeira para corrigir as pequenas diferenças de espessura das amostras de MP e deixar a superfície plana para o recebimento dos feixes de laser. O acabamento final das peças foi feito da seguinte forma: inicialmente algumas fotos de madeira rústica foram encontradas através do *google* imagens e baixadas no computador. O software *Photograv®* converteu o formato do arquivo imagem para o formato de arquivo usado pela impressora laser, através do software *LaserCad®*. Com isso a gravação foi feita com uma máquina de corte à laser da marca ECNC e o acabamento final foi atingido aplicando-se um verniz spray para madeiras.

4 Resultados e Discussão

Algumas peças inacabadas de compósito plástico obtidas estão mostradas na figura 1. É possível notar que o tipo de madeira influencia a coloração da peça. A tonalidade mais clara foi obtida com o pinus e a mais escura com o cedro. Uma proporção volumétrica de pó de serra em relação ao poliestireno próxima de (40:60) se mostrou mais adequada para obtenção de compósitos com aspecto equivalente ao da madeira natural. Além disso, ficou evidente a importância de se fazer um *blend* com quantidades iguais de pó de serra com granulometrias fina e grossa. O pó mais fino atua como pigmento, evitando que o compósito tenha aparência plástica, enquanto o pó mais grosso atribui a textura de fibras de madeira à superfície. Assim como a madeira natural sem acabamento, as peças não apresentam a estética adequada para serem usadas diretamente para a fabricação de algum móvel ou peça de decoração.



Figura 1 – peças inacabadas de madeira plástica após a secagem

O resultado obtido após a colagem e lixamento das peças está na figura 2. Foi necessário fazer o desbastamento com a lixa a uma velocidade menor do que a utilizada para a madeira natural. O calor gerado nessa etapa pode aquecer excessivamente o plástico, podendo derretê-lo ou até mesmo degradá-lo, prejudicando o aspecto final do produto. Esse comportamento diferente do compósito, explicado pela baixa temperatura de fusão do poliestireno, é um importante fator limitador que deve ser sempre observado no processamento desse tipo de compósito. Estudos futuros que foquem em melhorar essa característica devem ser realizados. Talvez o lixamento à úmido e a adição de cargas minerais inorgânicas apropriadas ao possam

resolver esse problema.



Figura 2 – lixamento da peça e remoção do plástico derretido formado nas bordas

Na sequência, as peças lixadas receberam a gravação à laser. No primeiro teste percebeu-se a necessidade de suavizar, isto é, diminuir a concentração dos defeitos (veios e sulcos) obtidos nas fotos da internet, usando o *Photograv®*. A peça obtida sem a aplicação desse filtro está sendo mostrada na figura 3, ficando evidente que a aplicação concentrada do laser criou uma superfície excessivamente queimada, descaracterizando o resultado desejado de madeira de demolição.



Figura 3 – superfície queimada pela aplicação de feixes de laser em excesso

Utilizando o *Photograv®*, dois padrões obtidos em imagens da internet foram devidamente atenuados e a imagem resultante foi convertida para que o *LaserCad®* fizesse a gravação na superfície. O primeiro padrão apresentava sulcos longitudinais bastante pronunciados e o segundo padrão um nó com marcas concêntricas que gradualmente se tornavam paralelas. O resultado obtido antes da aplicação do verniz está mostrado na figura 4.

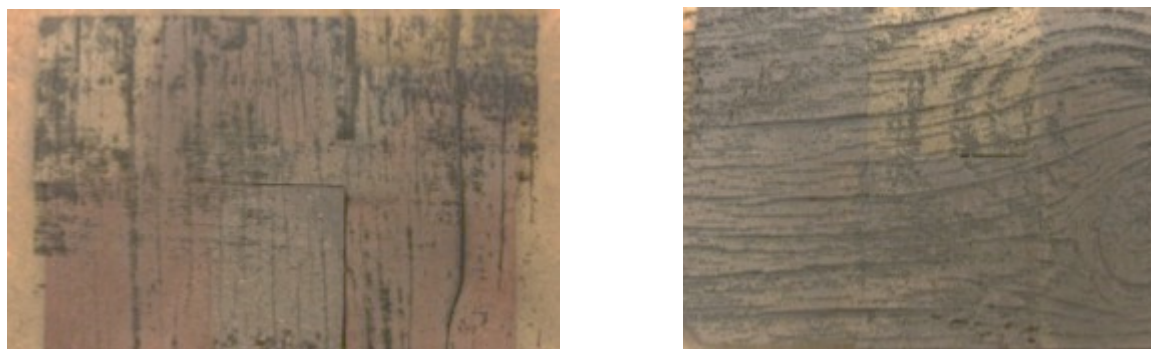


Figura 4 – peças obtidas após a gravação à laser. Padrão com sulcos longitudinais (esquerda) e com o nó da madeira (direita)

Por fim, após a aplicação do verniz de madeira em *spray* e a colocação de uma moldura acrílica espelhada, o *design* final de madeira rústica das peças foi alcançado (Figura 5).

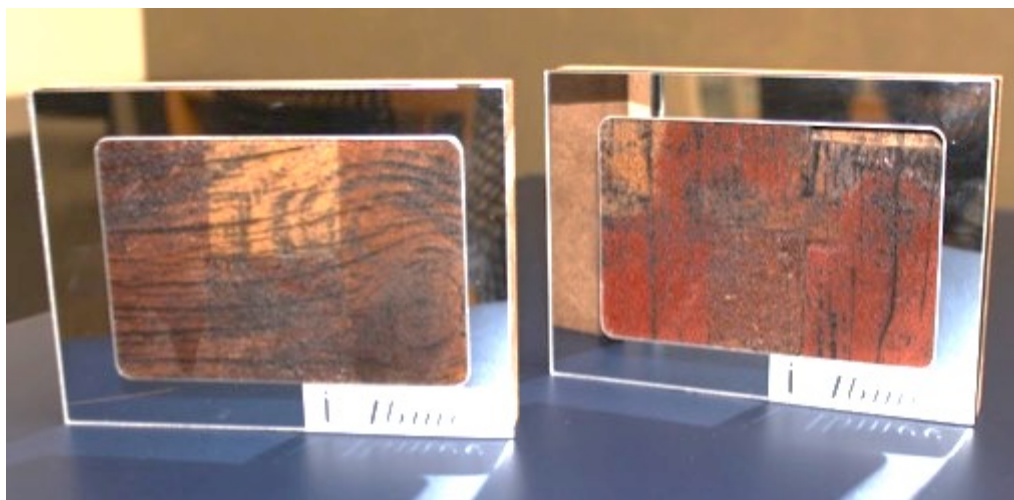


Figura 5 – Compósito plástico de madeira rústica após acabamento final

O resultado final, mesmo antes da aplicação do verniz, foi bastante satisfatório e sinaliza para diferentes formas de aplicação das peças, como em móveis e painéis de decoração. Ficou comprovada a viabilidade de obter, através de uma P+L e sustentável, peças de *design* rústico, equivalente aos encontrados em madeiras de demolição, misturando-se o poliestireno com partículas de madeira e pigmentos inorgânicos encontrados em rejeitos de mineração e gravando-se a superfície obtida com laser. Diante do resultado positivo, os estudos terão continuidade visando dois focos principais. O primeiro será a realização de ensaios mecânicos e o estudo da trabalhabilidade do material, para verificar a possibilidade de substituição da madeira natural em aplicações que exijam maior resistência mecânica. O segundo será reproduzir as imperfeições típicas das madeiras de demolição no molde usando o laser.

Assim, pretende-se que as peças já saiam do molde com o aspecto desejado, diminuindo drasticamente os custos com a gravação à laser e trazendo rapidez ao processo, o que poderá viabilizar a fabricação de peças em escala.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Escola de Design da UEMG pelo empréstimo da máquina de corte à laser e dos softwares necessários para a conversão e tratamento das imagens. O grupo também agradece a contribuição do professor Dr. Carlos Alberto da Silva Miranda (UEMG/Ibmec) no tratamento das imagens e operação do equipamento. Por último, agradecemos ao Ibmec/MG pela ajuda financeira e disponibilização de sua infraestrutura de laboratórios e insumos necessários para fabricação das amostras.

Referências

ALMEIDA, C. M. V. B.; GIANNETTI, B. F. *Ecologia industrial: Conceitos ferramentas e aplicações*. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 109 p.

ARAÚJO, A. F. *A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de construção civil*. 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

ARRUDA, R. A. *Avaliação de Possível Obtenção de Créditos de Carbono Através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo a Partir de Madeira Plástica de Polietileno e Fibra de Coco*, Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2007.

ASTM. 2001. *D6662 (Standard specification for polyolefin-based plastic lumber decking boards)*. 2001. p. 14.

CHAGAS, F. H. C., BERRETTA-HURTADO A. L., GOUVÊA C. A. K. *Logística Reversa: Destinação dos Resíduos de Poliestireno Expandido (Isopor®) Pós- Consumo de uma Indústria Catarinense*, 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/1/Chagas_FHC%20-%20Paper%20-%206A1.pdf> Acesso em 16 set. 2017.

CRUZ, MARIA TERESA. *O artificial ou a era do design total*. Revista On Line de Arte, Cultura e Tecnologia, n. 7, 2002.

ENGLISH, B., CLEMONS, C.M., STARK, N., AND SCHNIEDER, J.P. *Waste-wood derived fillers for plastics*. 1996. pp. 282–291. Forest Products Laboratory.

FIORI, M A. *Desenvolvimento e avaliação de compósitos do tipo polímero-madeira com propriedades biocidas*. Florianópolis : s.n., 2008. p. 16. Tese de Doutorado, Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina.

FONTES, P J P. *Auto-suficiência energética em serraria de Pinus e aproveitamento dos resíduos*. Curitiba : s.n., 1994. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

GUIMARÃES, L.F.C. *Avaliação dos aspectos técnicos e econômicos na produção da madeira plástica por meio da utilização de materiais recicláveis*. Abril de 2013.

KOENIG, K M E SYPKENS, C W. *Wood and Wood Products*. 2002.

LIMA, E G E SILVA, D A. 2005. *Resíduos gerados em indústrias de móveis de madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas-PR. Floresta*. 25 de 05 de 2005, Vol. 35, 1. [Online] [Citado em: 15 de 11 de 2008.] Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewFile/2434/2036>. Acesso em 10 set. 2017.

MANCINI, LEONARDO. *Madeira sem Lei*. 2001. [Online] Disponível em: http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./florestal/index.html&conteudo=./florestal/artigos/madeira_lei.html. Acesso em 05 set. 2017.

NASCIMENTO, G.; CASAGRANDE JR, E. F.; DA SILVA, M. C. *Contradições entre tecnologia, inovação e sustentabilidade: uma análise da Agenda 21*. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/grupos/tema/61contrad_tecno_agenda-2021.pdf>. Acesso em 04 set. 2017.

RODRIGUES, C M E BELLOTE, A F J. *Efeito da aplicação de resíduos da indústria de papel e celulose nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, na nutrição e biomassa do Pinus taeda L.* 1998.

SEBRAE. 2006. [Online] 2006. Disponível em <http://www.sebrae-sc.com.br/novos_destaquos/oportunidade/default.asp?materia=12268>. Acesso em 15 set. 2017.

SILVA, JOSÉ PAULO MEDEIROS DA ET AL. *A gestão do design como diferencial de qualidade nas indústrias moveleiras do Alto Uruguai Gaúcho*. 2011.

UNITED NATIONS - UN.UN DOCUMENTS COOPERATION CIRCLES GATHERING. *A Body Of Global Agreements. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>> Acesso em: 17 set. 2017.

ZOCH V.P. *Produção e Propriedades de Compósitos Madeira-Plástico Utilizando Resíduos Minimamente Processados*. Fevereiro de 2013.