



UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DA FABRICAÇÃO DE MDF NA PRODUÇÃO DE PAINÉIS DE FIBRAS

E. A. AFONSO¹, D. Z. SOUZA², J. R. D. FINZER³, D. M. FERNANDES⁴

^{1,2,3} Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química

RESUMO – *O crescimento da indústria moveleira na fabricação de móveis e a utilização de árvores para a formação de MDF (Medium Density Fiberboard) uma grande quantidade de resíduos são gerados ocorrendo assim um enorme desperdício da matéria prima. Os resíduos geram ambientalmente danos inerentes, como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Para aproveitar esses resíduos, objetivou-se desenvolver a produção de painéis de fibras, transformando os resíduos em produtos nobres. Os painéis resultantes do uso de resíduos dividem-se em duas classes, sendo eles os “prensados” e os “não prensados”. A necessidade de fabricação destes painéis veio devido ao aumento de imóveis que consequentemente ampliou os produtos das indústrias moveleiras. Assim, em meio aos estudos encontraram-se vários produtos naturais que podem ser usados como aglomerantes e que substituem os aglomerantes tóxicos, sendo os não tóxicos: proteína de soja, proteína de soja modificada com hidróxido de sódio, uréia e ácido sulfônico dodecilbenzeno de partículas de ligação (ZHONG, et.al, 2002). A proposta de elaboração de novos painéis irá usar o processamento de resíduos com utilização de resinas ou aglomeração natural com amido.*

1. INTRODUÇÃO

Painéis de partículas de madeira aglomerada são geralmente produtos fabricados com pequenos fragmentos de madeira ou outros materiais lignocelulósicos aglutinados com adesivos sintéticos ou outro aglomerante, sendo o conjunto prensado a quente, por tempo suficiente para que a cura da resina se efetue. No Brasil, a madeira para produção de painéis aglomerados vem de florestas plantadas e de empresas produtoras, e entre estas algumas utilizam madeira de pinus na sua linha de produção, outras empregam apenas eucalipto e algumas combinam pinus e eucalipto em proporções variáveis. No mundo, 50% das indústrias deste produto empregam madeira de coníferas como matéria-prima principal, e outras empregam mais de uma espécie de madeira em suas linhas de produção (BNDES, 2000).

Os painéis de madeira são um dos principais produtos criados a partir de florestas, destacando entre estes painéis, o MDP e o MDF, que possuem um grande crescimento em sua demanda (VIDAL; HORA, 2014). Entre os anos de 1997 e 2008, o consumo de painéis de MDF cresceu em média 11,8% (FREIRE; FIGUEIRÊDO; ROSA; JÚNIOR, 2015).



O Medium-density fiberboard (MDF) ou fibras de média densidade possui superfície plana com boa usinabilidade e uma aceitação abrangente de diversos acabamentos com revestimento, sendo um produto estável, homogêneo e uniforme (ESPINOSA; JR., 2000).

Para a produção de MDF, é comumente utilizada a resina formada por ureia e formaldeído (BOM, 2008). A resina uréia-formaldeído não é perigosa, porém, o formol presente nesta resina auxilia na toxicidade da mesma. Esta resina é considerada tóxica para organismos aquáticos, e seus perigos físico-químicos são associados a sua reatividade com ácidos e oxidantes fortes (KATSUKAKE, 2009).

A utilização do formaldeído é limitada, pois há formação de partículas de poeira durante o processo de usinagem e liberação de formaldeído em ambiente fechado, e desta forma, pode oferecer riscos à saúde (BOM, 2008).

No processo produtivo das indústrias moveleiras de base florestal, são gerados muitos resíduos. Muitas vezes, estes resíduos não são utilizados pelas suas indústrias de fabricação, e desta forma, são descartados em locais inadequados ou são incinerados (BRAND; KLOCK; MUÑIZ; SILVA, 2004). Quando é utilizada resina sintética no processo de fabricação de MDF, a sua reciclagem é prejudicada, e desta forma, o material possui o mesmo destino dos resíduos não utilizados (SEBRAE, 2013).

Estas indústrias possuem dificuldades no descarte de resíduos sólidos, principalmente os resíduos de painéis de madeira. Desta forma, visando à redução dos impactos ambientais causados por estes resíduos, o reaproveitamento dos mesmos seria uma vantagem, pois podem ser usados em outro processo produtivo (WILDNER, 2015).

Com o intuito de reduzir a preocupação com os fatores de riscos associados, utiliza-se uma resina a base de amido. Os materiais a base de amido estão melhorando o impacto ambiental na construção a um curto prazo, e estes, possuem grande potencial para ser usados em todo o mundo, devido à fonte local de amido, de resíduos e fibras de resíduos em diversos países (ABBOTT; CONDE; DAVIS; WISE, 2012).

2. PAINÉIS DE MADEIRA

A principal matéria prima utilizada pela indústria moveleira no Brasil é a madeira, seja na forma maciça e/ou reconstituída (painéis de MDF – Medium Density Fiberboard - aglomerado, compensado), compreendendo cerca de 80% do volume total demandado por este setor (Nahuz, 2005). Diferentemente da madeira maciça, os painéis de madeira reconstituídos apresentam substâncias químicas que vão desde os adesivos (colas) utilizados no processo de formação destes, quanto a produtos utilizados para dar maior resistência e estética aos móveis. Assim, para melhor qualidade dos painéis de madeira, existe um o Programa Setorial da Qualidade onde o objetivo é elaborar mecanismos específicos que garantem que os painéis de madeira comercializados no Brasil apresentem desempenho satisfatório, atendendo às necessidades dos usuários e não prejudicando a isonomia competitiva entre fabricantes (ABIPA, 2014).

O Paineis de fibra de madeira é um material manufaturado a partir do refinamento das fibras lignocelulósicas, sendo que a adesão primária se processa através de entrelaçamento das fibras e pelas propriedades adesivas de alguns componentes químicos da madeira como a lignina (MALONEY, 1996)



O produto é fabricado a partir de fibras lignocelulósicas combinadas com uma resina sintética ou outro aglutinante adequado. Os painéis são compactados para uma densidade de 31 a 50 lb / ft³ (496.572 kg/m³ a 800.923 kg/m³), em prensa quente por um processo em que substancialmente, a ligação entre as fibras é formada pelo adesivo adicionado. Outros materiais podem ser adicionados durante a fabricação para melhorar certas propriedades (MALONEY,1996). Iwakiri (2005) define como painéis de fibras de média densificação, os painéis produzidos a partir de fibras de madeira coladas normalmente com resina uréia – formaldeído e consolidados através de prensagem a quente. O MDF tem um aspecto compacto que lhe aproxima da madeira maciça. Isto ocorre devido ao tamanho de seus componentes, as fibras, componentes básicos da madeira, do tamanho de um cabelo humano, todas similares, bem como a sua alta densidade sob alta pressão (GAY, P. et al. , 2001).

Existem diversos tipos de painéis de madeiras, e por isso usa-se classificação entre eles. Primeira, é a densidade: que varia entre baixa, média e alta. Onde a baixa é até 0,59 g/cm³ (590 kg/m³), a média entre 0,60 g/cm³ (600 kg/m³) a 0,79 g/cm³ (790 kg/m³) e alta acima de 0,80 g/cm³(800 kg/m³).

Além da classificação e verificação de qualidade, muitas organizações, consumidores e até mesmo indústrias estão em crescente conscientização em relação a sustentabilidade. Neste aspecto, dentre diversas metodologias utilizadas para analisar o perfil ambiental de produtos, processos e serviços, Löfgren, Tillman e Rinde (2011) categorizam a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como a metodologia mais importante na gestão ambiental industrial moderna. A ACV vem sendo aplicada em diversos setores e ramos da indústria mundial e tornou-se elemento-chave para desenvolver ações na esfera ambiental (GUINÉE, 2011). Nos setores de produtos de origem florestais, em especial o de painéis de madeira, os estudos de ACV são relativamente novos e arquitetam um importante campo da ciência onde a aplicação da ACV permite avaliar impactos, propor alternativas para melhora de desempenho ambiental de diferentes sistemas de produção ou fases do ciclo de vida, conhecer informações ambientais ainda desconhecidas, e voltar estudos científicos para áreas mais impactantes (GONZÁLEZ-GARCIA et al., 2009a; JEFFERIES et al., 2012)

Ainda vale ressaltar que apesar da grande fabricação nacional, existem também grandes riscos na produção destes. As atividades da indústria madeireira, quando não realizadas de maneira correta, criam impacto não só na natureza, mas também na qualidade de vida do homem. Os agentes ambientais originados por essas atividades englobam todos os grupos de risco: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e acidentes. A execução destas atividades, desde a extração até o beneficiamento da madeira, está associada os mais variados tipos de acidentes e, desta forma, pode-se observar que se apresenta como atividade de risco (SOBIERAY et al., 2007).

No processo de fabricação do MDF são formados finos que seriam resíduos, sendo estes resíduos reaproveitados. Por isso, para não contaminar o solo e a água, evidenciou-se, ainda, que o gerenciamento destes resíduos vem sendo efetuado de diferentes formas, através da sua venda ou simples doação. Dentre as formas mais comuns de reaproveitamento verificadas, está à queima em caldeiras de biomassa, e a aplicação como condicionador de solo misturado com cinza e lodo industrial (compostagem). Como na natureza nada se perde tudo se transforma hoje em dia as indústrias madeireiras estão utilizando todos os tipos de resíduos industriais, tanto para venda a terceiros como para o próprio consumo.



Por tanto, para a indústria brasileira a maior transformação que deverá ocorrer é a utilização crescente do eucalipto em segmentos como madeira serrada e painéis de fibra, como MDF. O consumo projetado de madeira industrial, para 2020, será superior a 280 milhões de m³. Desse total, a maior parte (49%) será representada pela madeira de eucalipto. A madeira de pinus representará aproximadamente 31% do consumo total e a tropical, os 21% restantes. O consumo se concentrará nas Regiões Sul e Sudeste do País e no que concerne às madeiras de espécies plantadas (pinus e eucalipto), o setor de celulose e papel continuará a ser o principal demandante (REMADE, 2017).

O MDF é um produto homogêneo, uniforme, estável, de superfície plana e lisa que oferece boa trabalhabilidade, alta usinabilidade para encaixar, entalhar, cortar, parafusar, perfurar e moldurar, além de apresentar ótima aceitação para receber revestimentos com diversos acabamentos.

Dentre as várias vantagens que justificam o emprego dos painéis de MDF, pode-se destacar a boa resistência específica, elevada disponibilidade de matéria-prima, associada ao aspecto renovável da fonte, reciclabilidade e menor demanda energética para a produção, transporte e instalação.

A maioria dos defeitos inerentes à anatomia da madeira, como nós, presença de medula, grã desalinhada e tensões de crescimento, podem ser eliminados durante o processo de fabricação dos painéis obtendo-se um produto final com características dependentes apenas das variáveis envolvidas no processo de fabricação. Além disso, outras propriedades desejáveis podem ser possibilitadas ao material, como por exemplo, resistência ao fogo e a biodeterioração, expandindo a gama de aplicações do produto. O processo de produção de MDF inclui:

- a) Descascamento - para a obtenção de fibras, o tamanho da tora não influencia, podendo apresentar dimensões mais limitadas.
 - b) Fragmentação - após o descascamento, as toras passam por uma operação de fragmentação, onde são gerados cavacos ou partículas com uso de picadores.
 - c) Classificação dos cavacos - No processo produtivo, não é possível obter cavacos de tamanhos uniformes. Com esta irregularidade dimensional dos cavacos, os maiores são separados por baterias de peneiras, e em seguida, retornam ao picador.
 - d) Armazenamento de cavacos - são armazenados em silos com volume equivalente a 24 horas de operação. Como na maioria das vezes os cavacos ficam expostos à atmosfera ambiental, antes do processamento é feita uma seleção por peneiras.
 - e) Lavagem de cavacos - os cavacos são lavados para retirar a areia (sílica) da madeira, que prejudica a qualidade final do produto;
 - f) Tratamento de cavacos - nesta etapa os cavacos são amolecidos para facilitar a operação do desfibrador na formação da polpa, reduzindo seu consumo energético.
 - g) Desfibramento - as fibras podem ser obtidas por desfibradores mecânicos ou por meio de técnicas de aumentos de pressão, que é um método menos utilizado.
 - h) Mistura de resina - adicionada à resina, o catalisador e, em alguns casos, certos aditivos, e mistura-se com a matéria-prima. As resinas mais utilizadas são à base de uréia-formaldeído, melanina-uréia-formaldeído e tanino-formaldeído.
 - i) Secagem das fibras - o elevado teor de umidade das fibras acarreta uma série de problemas quando a manta é formada e prensada a quente.
-



- j) Armazenamento das fibras - o silo de fibras, também chamado de tanque "pulmão", tem a função de acumular um volume adequado de fibras para a formação das mantas (entrelaçamento), sem que ocorra uma provável interrupção em função de distúrbios na linha de escoamento das fibras.
- k) Produção do colchão de fibras - colchão a seco formado a partir de uma suspensão das fibras ao ar. A altura do colchão é delimitada por um cilindro dentado acoplado a um tubo seccionador de fibra excedente.
- l) Seccionamento - o sistema de seccionamento muda conforme o tipo de linha de formação, que é o conjunto de equipamentos cujas operações dão a forma final ao MDF. Quando o processo de secagem é intermitente, a manta é cortada por lâminas circulares não-dentadas e, em seguida, encaminhada às operações de pré-prensagem e prensagem a quente.
- m) Prensagem - a pré-prensagem evita possíveis desmanchamentos e deslizamentos das fibras da manta durante a prensagem a quente. Para cada sistema de prensagem, existe um tipo de linha de formação.
- n) Resfriamento - é efetuado para evitar variações dimensionais da chapa após o aquecimento. Normalmente, são resfriadas à temperatura ambiente, protegidas das intempéries, onde o tempo depende do tipo de linha de formação utilizada.

Corte, lixamento e revestimento - o corte é feito procurando estabelecer a medidas dos painéis de MDF, conforme padrões estabelecidos. O lixamento está diretamente relacionado à preparação da superfície das chapas, para acabamentos finais (ENGENHARIA DA MADEIRA, 2017).

3. RESINA À BASE DE AMIDO

A resina é constituída por ureia e formaldeído para a confecção de MDF (BOM, 2008). A uréia-formaldeído possui a vantagem em relação ao seu custo, porém possui baixa resistência a umidade (IWAKIRI; ANDRADE; JUNIOR; CHIPANSKI; PRATA; ADRIAZOLA, 2005). O uso do formaldeído é restrito devido à preocupação em oferecer riscos à saúde. Estes riscos são agravados pelas numerosas partículas de poeira formada durante a usinagem e a liberação do formaldeído em meio fechado (BOM, 2008).

O formaldeído está sendo relacionado como um carcinógeno humano nasal, que pode acarretar em câncer de nasofaringe e do seio, e pode estar relacionado a leucemia (ABBOTT *et al.*, 2012).

Nesse sentido faz-se necessário o desenvolvimento de novos produtos, como é o caso do estudo proposto por Bradi *et al.* (2006), tendo avaliado a influência da mistura de óleo vegetal em matriz poliuretana na resistência mecânica de painéis de fibra. As análises realizadas possibilitaram concluir que é possível a utilização de misturas de óleo vegetal em matriz poliuretana na relação de 35:65 (em peso) para confecção de painéis de fibras com qualidade satisfatória. José e Beraldo (2006) também avaliaram o desempenho físico e mecânico de painéis de partículas de bambu com resina poliuretana à base de óleo de mamona. Os resultados obtidos comprovaram a potencialidade para uso industrial dos materiais fabricados.

Assim, foi criado também um novo produto a base de madeira semelhante ao MDF, onde é utilizado resina a base de amido a partir de fontes naturais, incluindo batatas. Esta nova resina faz



com que evite o uso de UF (uréia-formaldeído), e desta forma, há uma menor despreocupação com os fatores de risco associados. (ABBOTT, 2013).

Os materiais à base de amido estão melhorando o impacto ambiental na construção a um curto prazo (ABBOTT; CONDE; DAVIS; WISE, 2012). Quando comparado ao MDF existente, este novo material possui maior facilidade em sua fabricação, pois os componentes são facilmente pré-misturados e apenas definidos com aplicação de calor e pressão dando forma aos painéis de MDF (ABBOTT, 2013).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para estudo prévio desse trabalho, foram utilizados resíduos de madeira fornecidos pela empresa Duratex para a produção da chapa de MDF.

Amido de milho comercializado.

Óleo vegetal para untar a prensa manual.

Bandeja de alumínio 150 x 300 mm;

beckers de 600 mL para preparo da solução de amido de milho;

Barra magnética (5 x 15 mm) para homogeneizar a solução;

Termômetro (0 a 100°C) para controle de temperatura;

Dessecador com uso de dessecante sílica gel;

Proveta de 100 mL;

Bastão de polietileno;

Espátula;

O processo de produção da placa residual de MDF foi realizado no laboratório da Universidade de Uberaba, Campus Aeroporto / UNIUBE.

Com auxílio de dois beakers foi pesado 450 g de água destilada em cada, com uma massa total de água de 900 g que foi levada para aquecimento.

Em seguida foram pesados 56 g de amido de milho para preparar a resina de adesão onde foram adicionados 28 g em cada Becker que estava em aquecimento e agitação mantido até a diluição de todo amido à temperatura de 65° C a 77°C.



Figura 1: Gelatinização do amido de milho. Fonte: Autora 2017.

As análises físico-químicas de pH e a densidade da resina de amido de milho foram realizadas.

Para o preparo da placa residual, pesou-se 200 g de serragem e separado em uma forma para receber a resina de adesão.

Imediatamente após o acondicionamento da mistura, iniciou-se a pré-prensagem a frio para retirada do excesso de água, e em seguida, levou-se para estufa de secagem à temperatura a 80°C.

Após misturar a serragem com a resina, preparou-se o colchão para ser prensado, na prensa colocou-se 755,5 g da mistura serragem e resina (água e amido) para produzir a placa de MDF.



Figura 2: Mistura de fibra resina de adesão. Fonte: Autora 2017.

Após 23 horas de secagem inicial ocorreu a prensagem da placa de MDF e em seguida retornou a prensa para estufa em temperatura de 110°C.



Já se passado 24 horas da primeira prensagem, retirou-se a placa de MDF da prensa manual e retornando-a para a estufa somente a placa de MDF.

Novamente após 24 horas, encerrou-se o processo de secagem com peso constante da placa produzida de MDF.



Ao finalizar o processo de produção da chapa de MDF, o corpo de prova foi submetido a alguns testes físicos-mecânicos.

A densidade foi determinada sobre o corpo prova, determinando-se as suas dimensões e massa. A partir da Equação 1 apresentada a seguir:

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow d = \frac{m}{A_{base} \times h} \times 10^6 \quad (1)$$

Na qual:

d = densidade (Kg/m³)

m = massa do corpo de prova (g)

Área da base do corpo de prova = A_{base} = (Comprimento x Largura) (mm)

h = Espessura do corpo de prova (mm)

A análise de teor de umidade tem o objetivo de definir a quantidade de água contida num corpo-de-prova. Para este ensaio, foi medida a massa do mesmo corpo-de-prova, antes e após. A Equação 2 mostra o cálculo do teor de umidade.

$$U = \frac{m_i - m_f}{m_f} \times 100 \quad (2)$$

Na qual:



U = Teor de umidade da chapa base seca (%)
 m_i = massa inicial do corpo de prova (g)
 m_f = massa final do corpo de prova (g).

Ensaio de absorção de água acontece por imersão em água destilada por 2 horas. Para este ensaio, foi medida a massa dos corpos-de-prova, antes e após imersão em água. A absorção foi determinado pela Equação 3.

$$Aw = \frac{(m_f - m_i)}{m_i} \times 100 \quad (3)$$

Na qual:

Aw = Absorção (%)
 m_i = massa inicial do corpo de prova (g)
 m_f = massa final do corpo de prova (g)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma produção de 755,5 g da mistura serragem e resina (água e amido) (umidade): teve-se uma perda no processo de prensagem de 13,56 g de (serragem + amido). Assim com a água evaporada no processo de secagem o peso da mistura caiu para 589,36 g (H₂O + amido + serragem). Logo no final da secagem, placa MDF (produzida) obteve-se 152,58 g (serragem + amido).

Por tanto a massa da água pesada inicialmente (900 g) somada com a massa da serragem (200g) e juntamente com a massa do amido (56g) obtieue-se no total de massa inicial 1156 g. Subtraindo com a massa da produção, a placa de MDF no processo final foi de 400,5 g.

A sobra do processo foi secada até umidade zero para quantificar a massa de serragem que não entrou no processo. Assim 400,5g da mistura serragem e resina (água e amido) (umidade), passou pelo processo de secagem onde perdeu 49,55 g de serragem + amido, resultando então 350,95 g de H₂O + amido.

Com relação à metodologia usada, foi possível determinar alguns parâmetros essenciais para o tipo de material projetado.

Variáveis	Unidade	Adesivo de amido de milho
pH	-	5,9

Tabela 1: Adesivo de amido de milho.



No.	Comprimento mm	Largura mm	Espessura mm	Peso g	Densidade Kg/m ³	Peso por superfície Kg/m ²	Peso 2 h g	Peso 24 h g	Absorção 2 h %
1	44,12	34,66	26,00	16,81	422,80	10,99	39,46		134,74

Tabela 2: Valores completos de Densidade e Absorção.

UMIDADE						
No	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Peso (g)	Peso seco (g)	Umidade (%)
1						16,79

Tabela 3: Umidade.

A análise do adesivo de amido realizada para determinar o parâmetro e as características da matéria-prima de adesão das fibras de madeira, analisando o resultado do pH, pode-se observar que está bem próximo comparando com outras resinas utilizadas pelas indústrias de MDF.

5. CONCLUSÃO

No processamento de serragem de madeira obtiveram-se resultados, os quais mostram um indicador de que a tecnologia pode ser aplicada na utilização de outros resíduos, como o de MDF e MDP, que são materiais provenientes da madeira. Resultando assim em um indicativo de que o amido é um material com perspectivas adequadas para fabricação de painéis utilizando resíduos de MDF.

Os ensaios realizados na placa de fibra de madeira apresentou-se a densidade de 422,80 Kg/m³ e teor de umidade 16,79 %,. A partir destes resultados, verificou-se a possibilidade de produzir chapa de madeira de média densidade, pois a viabilidade da produção em escala laboratorial mostra que é possível uma implementação em escala industrial.

O amido de milho após gelatinização volta ao estado cristalino após ocorrência da retrogradação, possibilitando que no painel confeccionado as fibras de madeira formaram um estrutura rígida. A placa produzida com adesivo de amido de milho obteve características no qual, os resultados foram aproximados ao exigido nas especificações normativas, resultados nos quais foram semelhantes aos parâmetros característicos do MDF e MDP.

6. REFERÊNCIAS

ABBOTT, A. P.; CONDE, J. P.; DAVIS, S. J.; WISE, W. R. **Starch as a replacement for urea-formaldehyde in medium density fibreboard.** Set, 2012. Disponível em: <[https://correio.usp.br/service/home/~/~starch-as-a-replacement-for-urea-formaldehyde-in-](https://correio.usp.br/service/home/~/~starch-as-a-replacement-for-urea-formaldehyde-in)



medium-density-fibreboard.pdf?auth=co&loc=pt_BR&id=32721&part=2>. Acesso em: 4 de julho de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PAINÉIS DE MADEIRA – ABIPA. **Programa setorial da qualidade de painéis de partículas de madeira (MDP) e painéis de fibras de madeira (MDF)**. Relatório setorial n° 008, abril 2014.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Produtos florestais**. Área de operações industriais – gerência setorial 1, 2000.

BOM, R. P. **Cadeira de painéis de madeira. Processo produtivo de painéis MDF**, Centro universitário de União da Vitória, União da Vitória-PR, 2008.

BRAND, M. A.; KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; SILVA, D. A. Avaliação do processo produtivo de uma indústria de manufatura de painéis por meio do balanço de material e do rendimento da matéria-prima. **Rev. Árvore**, vol.28 n.4, Viçosa, 2004.

ESPINOSA, M. M.; JR, C. C. **Statistical Fatigue Experiment Design in MediumDensityFiberboard**. 2000. Mat. Res. v.3 n.3. Instituto de física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

FREIRE, A. L. F., FIGUEIRÊDO, M. C. B., ROSA, M. F., JÚNIOR, C. P. A. Impactos ambientais de painéis de madeira e derivados - Uma revisão de literatura. **Rev. Espacios**, Vol. 36 (N° 10), p. 3, 2015.

IWAKIRI, S.; ANDRADE, A. S.; JUNIOR, A. A. C.; CHIPANSKI, E. R.; PRATA, J. G.; ADRIAZOLA, M. K. O. **Produção de painéis aglomerados de alta densificação com uso de resina melamina-uréia-formaldeído**. Cerne, Lavras, v. 11, n. 4, p. 323-328, 2005.

KATSUKAKE, A. **Uma revisão sobre resina Uréia-Formaldeído (R-UF) empregada na produção de Painéis de Madeira Reconstituída**. 2009. Monografia de Conclusão de Curso. Faculdade de ciências, Departamento de química, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

MALONEY, T. M. The family of wood composite materials. **Forest Products Journal**, Madison, v. 46, n. 2, p.19-26. 1996.

NAHUZ, M. A. R. **Resíduos da indústria moveleira: a cadeia produtiva de móveis no Brasil**. São Paulo: IPT, 2005. (Divisão de Produtos Florestais).

Revista da Madeira (REMADE). Descascamento de toras de Eucaliptos. **Rev. da madeira**, ed. n° 131, 2012. Disponível em:

<http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1604&subject=Toras&title=Descascamento%20de%20toras%20de%20eucaliptos>.

Revista da Madeira (REMADE). Desdobro. **Rev. da madeira**, ed. n° 68 , 2002. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=265&subject=Desdobro&title=Desdobro>.

Revista da Madeira (REMADE). Processo produtivo de chapa de fibra de média densidade (MDF). **Rev. da madeira**, ed. n° 71, 2003. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=330&subject=MD>.

Revista da Madeira (REMADE). Painéis facilitam usinagem na fabricação moveleira. **Rev. da madeira**, ed. n° 109, 2007. Disponível em: <



http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1180&subject=Pain%E9is-MDF&title=Pain%E9is%20facilitam%20usinagem%20na%20fabrica%E7%E3o%20moveleira%3Cb%3E%3C/b%3E.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (**SEBRAE**). Disponível em: <<http://www.sebraeminasdesign.com.br/blog/novo-mdf-que-utiliza-amido-de-batata-promete-revolucao-no-setor-moveleiro>>. Acesso em: 4 de julho de 2017.

SILVA, S.A.M.; CHRISTOFORO, A.L.; PANZERA, T.H.; LAHR, F.A.R. **Painéis MDF produzidos com resina poliuretana à base de óleo de mamona**. Vértices, Campos dos Goytacazes/ RJ, v.15, n. 1, p. 7-20, jan./abr. 2013.

VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. Panorama de mercado: painéis de madeira. **BNDES Setorial**, 40, p. 323-384, 2014.

WILDNER, M. V. Reaproveitamento de resíduos da indústria moveleira para aplicação em novos produtos de mobiliário. **UNIVATES**, Lajeado, 2015. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/867/1/2015MarcusViniciusWildner.pdf>>. Acesso em: 4 de julho de 2017.