

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

CRISTIANO PRADO ASSIS

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MDF E MDP UTILIZADOS
NA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

Itapeva – SP

2013

CRISTIANO PRADO ASSIS

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MDF E MDP UTILIZADOS
NA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

Trabalho de Graduação apresentado no Campus Experimental de Itapeva - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Juliana Cortez Barbosa

Itapeva - SP
2013

Assis, Cristiano Prado

A848e Estudo comparativo entre MDF e MDP utilizados na indústria
moveleira / Cristiano Prado Assis. -- Itapeva, SP, 2013
41 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia
Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de
Itapeva, 2013

Orientador: Prof.^a Dr.^a Juliana Cortez Barbosa

Banca examinadora: Prof.^a Dr.^a Cristiane Inácio de Campos, Prof.^a
Elen Aparecida Martines Morales

Bibliografia

1. Painéis de madeira - Qualidade. 2. Indústria de móveis. 3.
Mobiliário. I. Título. II. Itapeva - Curso de Engenharia Industrial
Madeireira.

CDD 674.83

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca - UNESP, Câmpus de Itapeva

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MDF E MDP, UTILIZADOS
NA INDÚSTRIA MOVELEIRA.**

CRISTIANO PRADO ASSIS

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO REQUISITO
COMO PARTE PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE **GRADUADO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA

Prof. Dr. Carlos Alberto Oliveira de Matos
Coordenador de Curso

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a Juliana Cortez Barbosa

Orientador – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof.^a Dr.^a Cristiane Inácio de Campos

Banca Examinadora – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof.^a Dr.^a Elen Aparecida Martines Morales

Banca Examinadora – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Dedicatória: Dedico este trabalho a Deus, por abençoar minha vida todos os dias. Aos meus pais, irmãos e minha namorada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que me ofereceu a importante missão de viver e a oportunidade de sonhar.

Agradeço aos meus pais, Sandra e Cláudio, por todo amor, dedicação e educação que fazem de mim o ser que sou. Por todo esforço e apoio para minha formação pessoal, profissional e meu sucesso. Os quais amo e sou grato por tudo.

Agradeço meus irmãos Matheus e Marcelo por todo apoio e por todos os momentos de vida. Por fazerem parte de meu crescimento e por me ensinarem com seus passos.

Agradeço a todos meus parentes, tios e tias, primos e primas, que me apoiaram.

Agradeço minha namorada Aline, por todo amor, dedicação, incentivo e pela capacidade de despertar em mim a vontade de viver cada dia melhor.

Agradeço a todos os amigos, amigas e colegas de faculdade que tive a oportunidade de conhecer, conviver e aprender com seus erros e acertos.

Agradeço todos os professores que transmitiram seus ensinamentos, momentos de paciência e dedicação para minha formação.

Agradeço minha professora orientadora Prof.^a Dr.^a Juliana, pelo ensinamento durante o curso, pela paciência no auxílio, desenvolvimento e correção deste trabalho.

Agradeço minha banca examinadora, Prof.^a Dr.^a Cristiane e Prof.^a Dr.^a Elen, pelo apoio, ensinamento e dedicação durante o curso e no aprimoramento de meu trabalho.

Epígrafe

"Ambição é o caminho para o sucesso.
Persistência é o veículo no qual se chega lá."

Bill Eardley

RESUMO

Cada vez mais o mercado moveleiro encontra-se mais competitivo. O setor da construção civil apresenta-se em crescimento, principalmente devido às linhas de créditos existentes e incentivos fiscais estabelecidos pelo governo, auxiliando o impulso para compra de imóveis, materiais de construção e móveis. Fatores que favorecem e fortalecem o crescimento do setor. Com alta demanda do mercado mobiliário, maior exigência por qualidade e crescente avanço tecnológico, pesquisas são desenvolvidas frequentemente, em busca de soluções em melhoria de processo e características do produto, com foco na produção de materiais menos nocivos ao meio ambiente, disposição de matéria-prima de menor custo, melhorias no processo produtivo e desenvolvimento de produtos de alto custo-benefício.

A presente pesquisa aborda o estudo comparativo entre dois materiais largamente utilizados na fabricação de móveis. O MDF (*Medium Density Fiberboard*) e MDP (*Medium Density Particleboard*). O assunto estabelece o foco na produção de móveis, apresentando e confrontando dados coletados, de três empresas produtoras dos painéis, entre características físicas e mecânicas dos materiais, apresentando também alguns dos principais fatores de influência na qualidade dos painéis, suas funcionalidades e aplicações em móveis.

O estudo apresenta o alto potencial de utilização do MDP (*Medium Density Particleboard*) em projetos de móveis, bem como o MDF (*Medium Density Particleboard*), favorecendo as condições finais do projeto, resultando em melhor aproveitamento de cada material, evitando desperdício e aumento de custo desnecessário.

Atualmente, são desenvolvidos diversos projetos de móveis em MDP e MDF, onde não há relevância sobre suas características em relação às suas limitações. Muitos desses móveis são projetados sem que haja um estudo específico do melhor uso e posicionamento de cada material, com melhor aproveitamento, favorecendo a real garantia do projeto, principalmente os móveis desenvolvidos exclusivamente para cada ambiente. A falta de conhecimento técnico, por falta de treinamento de profissionais e necessidade em produzir para gerar receita, em muitos casos, juntamente com o desconhecimento por parte dos consumidores em relação aos produtos, favorece para que os móveis não atendam às reais expectativas buscadas pelos clientes, levando em alguns casos, a desqualificar o material, indevidamente, proveniente ao seu mau uso.

O caso presente refere-se à desqualificação dada ao MDP em muitos casos, devido à falta de informação e profissionais não qualificados a desenvolver projetos de móveis de padrão exclusivo.

Palavras-chave: Durabilidade, Qualidade, MDF, MDP, Móveis.

ABSTRACT

Increasingly, the furniture market is competitive. The construction industry presents itself in growth, mainly due to the lines of existing incentives and tax credits established by the government, assisting the impulse to purchase real estate, building materials and furniture. Factors that promote and strengthen the sector's growth. With high demand from the furniture market, demand for higher quality and increasing technological advances, research is often undertaken in search of solutions for process improvement and product features, focusing on the production of materials less harmful to the environment, provision of raw press to lower cost, improve the production process and product development of cost-effective.

This research focuses on the comparative study between two materials widely used in furniture manufacturing. MDF (*Medium Density Fiberboard*) and MDP (*Medium Density Particleboard*). The subject provides the focus in furniture production, presenting and comparing data collected from three companies producing panels between physical and mechanical characteristics of the materials, also presenting some of the main factors of influence on the quality of the panels, their features and applications on mobile.

The study shows the high potential of using the MDP (Medium Density Particleboard) in furniture designs, as well as MDF (Medium Density Particleboard), favoring the final terms of the project , resulting in better utilization of each material , avoiding waste and increase unnecessary cost .

Currently, several projects are developed in MDP and MDF furniture, where there is no relevance to their characteristics regarding their limitations. Many of these furnishings are designed without a specific study of the best use and positioning of each material, with better utilization , favoring collateral design , especially furniture designed exclusively for each environment . The lack of technical knowledge, lack of professional training and the need to produce to generate revenue, in many cases , together with the lack of consumers for products , favors for mobile does not meet the real expectations sought by customers leading in some cases to disqualify the material unduly from its misuse .

This case refers to disqualification given to MDP in many cases due to lack of information and unqualified to develop furniture designs unique default .

Keywords: Durability , Quality , MDF , MDP , Furniture.

LISTA DE FIGURA

	Página
Figura 1 – Histórico de produção e consumo de painéis reconstituídos no Brasil, (2000- 2011).....	15
Figura 2 – Capacidade nominal brasileira de MDF (mil/m ³) (2000-2014).....	16
Figura 3 – Capacidade nominal brasileira de MDP (mil/m ³) (2000-2014).....	17
Figura 4 – Importação, exportação e consumo interno de MDF em m ³ (2005 a 2012).	17
Figura 5 – Importação, exportação e consumo interno de MDP em m ³ (2005 a 2012).	17
Figura 6 – Classificação dos produtos à base de madeira.....	19
Figura 7 – Painel de MDP (<i>Medium Density Particleboard</i>)	23
Figura 8 – Painel de MDF (<i>Medium Density Fiberboard</i>)	24

LISTA DE TABELA

TABELA 1 – Resistências físicas e mecânicas dos painéis MDF e MDP.....	34
--	----

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVO.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1. Mercado Brasileiro de painéis de madeira industrializadas	13
3.2. Características dos painéis de madeira	17
3.3. Painéis de madeiras utilizados na produção de móveis.....	17
3.3.1. Painéis de madeira reconstituída	18
3.3.1.1. MDP (<i>Medium Density Particleboard</i>)	19
3.3.1.2. MDF (<i>Medium Density Fiberboard</i>)	21
3.4. Fatores de influência na qualidade dos painéis de madeira.....	22
3.5. Propriedades físicas e mecânicas dos painéis.....	26
3.5.1 Densidade	27
3.5.2. Inchamento	29
3.5.3. Resistência ao arrancamento de parafusos	29
3.5.4. Resistência à tração	30
3.6.5. Resistência a flexão	30
4. METODOLOGIA	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÃO	35

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
-------------------------------------	-----

1. INTRODUÇÃO

“Em função da disponibilidade e características físico-mecânicas, a madeira foi um dos primeiros materiais a ser utilizada pela humanidade e mesmo após o aparecimento de materiais sintéticos, ela continua a ser empregada como matéria-prima para inúmeros fins” (JUVENAL e MATTOS, 2002).

Segundo Iwakiri (2005), devido a problemas com escassez da madeira de qualidade para produção de painéis compensados, foram desenvolvidos os painéis de madeira particulada, durante a Segunda Guerra Mundial na Alemanha, utilizando-se das diversas formas de madeira para produção de painéis como fonte alternativa.

Com a necessidade de substituição à madeira maciça, cessar o corte ilegal da madeira, os painéis foram desenvolvidos, com base em suas características, aperfeiçoadas e implantadas em processo industrial.

Com o avanço da tecnologia, os materiais foram aperfeiçoados quanto a características físicas, químicas e mecânicas, resultando melhores condições em relação as suas funcionalidades.

Diante a um crescimento do mercado imobiliário o setor industrial de painéis de média densidade passou a expandir suas unidades devido ao aumento expressivo de sua demanda. Os benefícios gerados com incentivos do governo auxiliaram o desenvolvimento do mercado imobiliário e, juntamente, impulsionou com mais força o setor moveleiro.

Atualmente, são diversos os tipos de painéis existentes no mercado, utilizados na produção de móveis, sendo que cada um apresenta suas características de uso exclusivo e específico para determinada função, apresentando melhores resultados quando executados de forma correta, favorecendo seu rendimento e promovendo aumento de seu consumo.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo confrontar informações e estabelecer comparações entre dois materiais atualmente utilizados na fabricação de móveis, o MDF (*Medium Density Fiberboard*) e MDP (*Medium Density Particleboard*) em relação às resistências mecânicas à tração perpendicular, flexão estática, ao arrancamento de parafusos de topo e resistência física ao inchamento. O conteúdo consiste em dados coletados das empresas, Eucatex, Duratex e Masisa. Apresenta também o potencial de utilização do MDP (*Medium Density Particleboard*) na produção de móveis, respeitando suas limitações em relação a suas características e promovendo o benefício de seu uso no custo final do projeto.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. MERCADO BRASILEIRO DE PAINÉIS DE MADEIRA INDUSTRIALIZADAS

Segundo o Anuário Estatístico da ABRAF (2012), os painéis de madeira de MDF, MDP, OSB e chapas de fibras, caracterizados como painéis de madeira industrializados, apresentam aumento crescente de seus consumos, devido ao aumento de renda dos consumidores e a expansão do setor da construção civil.

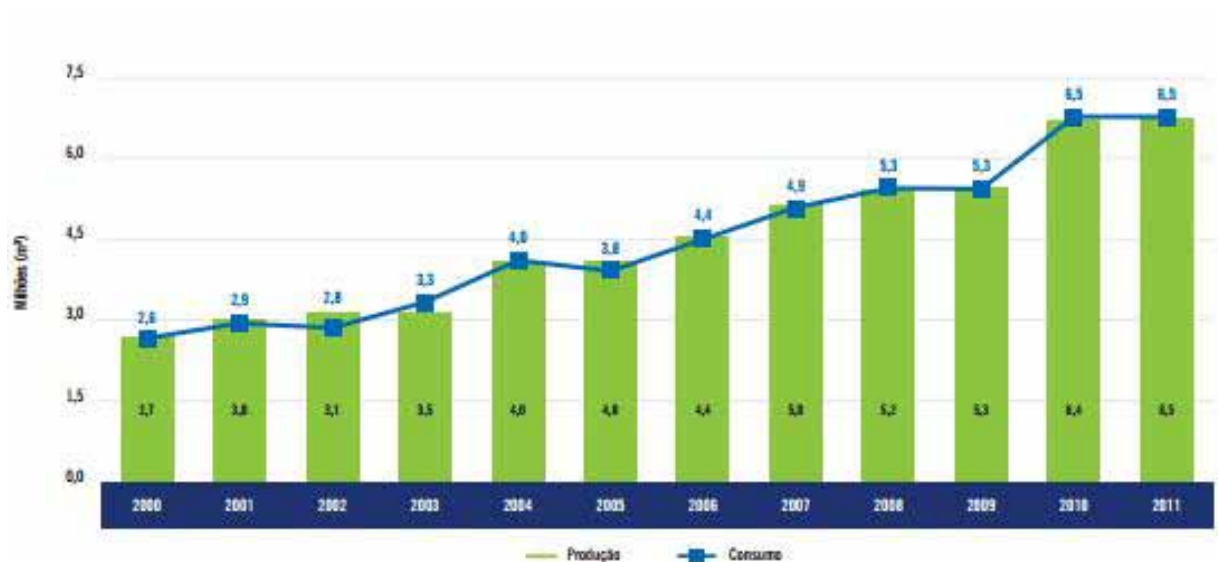
Os gêneros de madeira mais plantados, no Brasil, para produção desses painéis são principalmente, o *Pinus* e *Eucalyptus*, consideradas espécies de crescimento rápido (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS, 2006).

As indústrias de painéis de madeira estão diretamente ligadas à situação econômica do país, favorecendo o aumento do consumo de bens duráveis, bem como a expansão do mercado imobiliário. Com o aumento do consumo de produtos dos setores envoltentes com os painéis de madeira industrializadas, há um aumento também na produção desses painéis, devido à necessidade de fabricação de produtos, pelas indústrias, resultando em crescimento mútuo (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF 2012).

O consumo anual de painéis de madeiras teve um incremento médio de 8,7% a.a. com crescimento de 2,6 milhões, para 6,5 milhões de toneladas no período dos anos de 2000 à 2011. Da mesma forma a produção anual de painéis de madeira industrializada teve um crescimento médio, nos últimos 12 anos (2000-2011), de 8,3% a.a., com aumento que passou de 2,7 milhões para 6,5 milhões de toneladas. Sendo assim, no ano de 2011, a crise financeira internacional teve grande participação no impacto nos resultados na exportação de móveis, comparado ao ano de 2010, no qual, não houve crescimento da produção e consumo nacional do setor e somente permaneceu estático em seus resultados. Os dados de produção, de

2010 a 2011, e consumo de painéis de madeira em milhões de m³, foram iguais a 6,5 milhões de m³ e pode ser visualizado na Figura 1. A desvalorização do dólar impediu o interesse pela importação de móveis, devido à inviabilidade, comprometendo o crescimento do consumo desse produto no mercado interno, ocasionado por ações anti-inflacionárias (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF 2012).

Figura 1- Histórico de produção e consumo de painéis reconstituídos no Brasil.



Fonte: Anuário Estatístico da ABRAF (2000; 2012).

Conforme o Anuário Estatístico da ABRAF (2012), o governo movimentou um estímulo para a indústria de móveis e de painéis de madeira, nos anos de 2010 e 2011, aplicando redução no imposto sobre produto industrializado (IPI), favorecendo o crescimento do setor. A redução favoreceu todo setor de móveis de painéis de madeira industrializada, com alíquotas de IPI, que passaram de 10% para 5%, estimulando crescimento, principalmente dos móveis produzidos com painéis de MDF e MDP, os quais são mais comercializados com fins moveleiros.

Conforme dados do Anuário Estatístico da ABRAF (2012), o setor mobiliário faturou em 2010 o equivalente a 29,7 bilhões de reais, dados da associação das indústrias do mobiliário (ABIMÓVEL), mesmo com os fatores que não favoreceram o crescimento da produção e consumo dos painéis de madeira no país. O setor apresentou um crescimento de 13,4% em relação ao ano de 2009. Outro fator responsável em agregar ao estímulo de crescimento para o setor foi dado pelo programa Minha Casa, Minha Vida, do governo, que estimou altas expectativas para o ano de 2012, com o crescimento da indústria da construção civil ainda maior, dado pelo aumento de renda média da população e conseqüentemente, o aumento do consumo de móveis residenciais.

Segundo ABIPA (2013), a capacidade instalada brasileira, que em 2010, foi de 9,1 milhões de m³ passa para 10,9 milhões m³ em 2013 e conta com investimento de U\$ 1,2 bilhão, para o período de 2010/2014. O país possui uma extensão de 800 mil hectares de florestas plantadas, de pinus e eucalipto, com 260 mil hectares de preservação permanente e geram em média 30 mil postos de trabalho diretos e indiretos.

Conforme dados da Associação Brasileira das Indústrias de Painéis de Madeira (ABIPA), apresentados nas Figuras 2 e 3, referente às capacidades nominais dos painéis de MDF e MDP entre 2000 e 2014 e as Figuras 4 e 5 mostram os dados de importação, exportação e consumo interno dos painéis em m³, no período de 2005 a 2012.

Figura 2. Capacidade nominal brasileira de MDF (mil/m³) (2000-2014).



Fonte: ABIPA.

Figura 3. Capacidade nominal brasileira de MDP (mil/m³) (2000-2014).



Fonte: ABIPA.

Figura 4. Importação, exportação e consumo interno de MDF em m³ (2005 a 2012).

MDF (m) ³					
Ano	Produção	Importação	Exportação	Consumo Interno	Capacidade Nominal Instalada em mil m ³
2005	1.407.730	165.600	159.810	1.413.520	1.700,000
2006	1.695.359	238.800	73.300	1.860.859	1.800,000
2007	1.879.072	200.300	42.190	2.037.182	2.357,000
2008	2.073.796	215.900	26.800	2.262.896	2.547,000
2009	2.394.677	121.542	32.838	2.483.381	3.685,000
2010	3.036.337	162.247	24.445	3.174.139	4.193,000
2011	3.039.644	181.675	49.513	3.171.806	4.860,000
2012	3.678.407	91.758	115.693	3.654.472	5.125,000

Fonte: ABIPA

Figura 5. Importação, exportação e consumo interno de MDP em m³ (2005 a 2012)

MDP® (m) ³					
Ano	Produção	Importação	Exportação	Consumo Interno	Capacidade Nominal Instalada m ³
2005	2.048.957	78.400	25.750	2.101.607	2.800,000
2006	2.198.216	64.700	76.670	2.186.246	2.900,000
2007	2.557.141	28.080	37.390	2.547.831	3.085,000
2008	2.617.066	42.520	26.640	2.632.946	3.265,000
2009	2.488.915	36.271	25.761	2.499.425	4.020,000
2010	3.017.902	15.388	16.235	3.017.055	4.544,000
2011	3.069.718	1.470	23.993	3.047.195	4.790,000
2012	3.260.646	2.699	30.612	3.232.733	4.790,000

Fonte: ABIPA

Em reflexo a qualidade dos painéis de madeira, da evidente competitividade do setor florestal e da aceitação dos produtos nacionais, o setor brasileiro de painéis de madeira apresenta-se com muita vitalidade. O fator importante para o setor refere-se ao aumento de plantios florestais, a modernização de processos, dados pelo apoio financeiro do BNDES nas implantações, favorecendo o crescimento e maior entendimento do setor (BIAZUS, DA HORA, LEITE, 2010, p. 50).

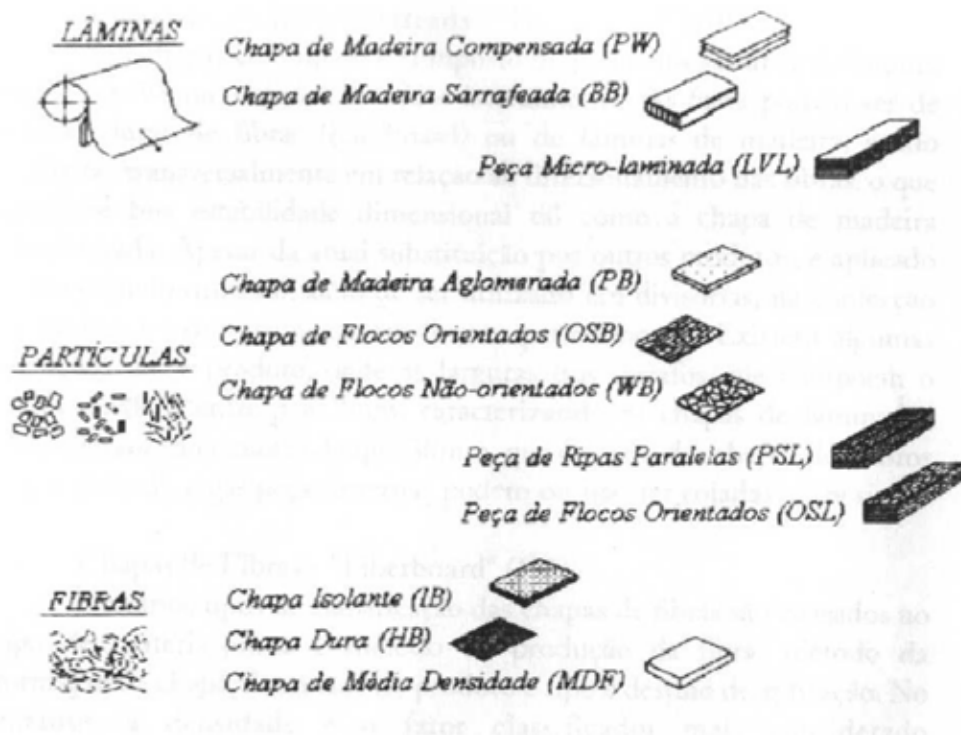
Conforme o Anuário Estatístico da ABRAF (2008; 2012), a redução das taxas de juros, o aumento da renda dos consumidores e a busca diária por fontes de recursos renováveis, visando sustentabilidade, direcionam o mercado da construção civil e o setor mobiliário a gerarem altas expectativas de demanda, estando elas em constantes melhorias em seus processos industriais e qualidade de seus produtos. O uso de fontes alternativas como forma de desenvolvimento de novas tecnologias são fatores decisivos para o desenvolvimento do setor.

3.2. CARACTERÍSTICA DOS PAINÉIS DE MADEIRA

Os painéis são fabricados a partir de madeira em diferentes condições de desagregação, sendo cada material característico para sua funcionalidade. Em sua fabricação, alguns desses painéis recebem quantidade necessária de resina em sua composição, sob a ação de pressão e temperaturas específicas, para fixação necessária do material (BIAZUS, DA HORA, LEITE, 2010, p. 49).

Segundo Gonçalves (2000), os produtos à base de madeira podem ser classificados em função do material lenhoso na produção de peças e painéis, diferenciada pelos tipos mais comuns de matérias-primas, sendo elas: lâminas, partículas e fibras de madeira, conforme apresentadas na Figura 6.

Figura 6. Classificação dos produtos à base de madeira.



Fonte: GONÇALVES (2000).

Conforme o Programa Setorial Da Qualidade De Painéis Partículas De Madeira (Mdp) e Painéis De Fibras De Madeira (Mdf) da ABIPA (2013), “Os painéis MDF, de acordo com a norma *ABNT NBR 15316:2009 - Chapas de fibras de média densidade*, são classificados por densidade, aplicação e condição de uso.”

a) Classificação dos painéis MDF por densidade:

- HDF: $\geq 800 \text{ kg/m}^3$
- *Standard*: $> 650 \text{ kg/m}^3$ e $< 800 \text{ kg/m}^3$
- *Light*: $> 550 \text{ kg/m}^3$ e $\leq 650 \text{ kg/m}^3$
- *Ultra light*: $> 450 \text{ kg/m}^3$ e $\leq 550 \text{ kg/m}^3$

b) Classificação dos painéis MDF por aplicação:

- Uso geral;
 - Uso estrutural.
- c) Classificação dos painéis MDF por condição de uso:
- Condição seca;
 - Condição úmida.

Segundo o Programa Setorial Da Qualidade De Painéis Partículas De Madeira (MDP) e Painéis De Fibras De Madeira (MDF) da ABIPA (2013), “os painéis MDP, de acordo com o *Projeto de Norma ABNT 31:000.18 - Painéis de partículas de média densidade*, são classificados pela aplicação e condição de uso:”

- P2 – Painéis para uso interno em condições secas;
- P3 – Painéis não estruturais para uso em condições úmidas;
- P4 – Painéis estruturais para uso em condições secas;
- P5 – Painéis estruturais para uso em condições úmidas;
- P6 – Painéis estruturais para uso em condições severas de carga, em condições secas;
- P7 – Painéis estruturais para uso em condições severas de carga, em condições úmidas.

Segundo a NBR 14810-2/2006, as chapas de aglomerado devem ser classificadas com referência à sua densidade, geometria de partículas, natureza do adesivo e outras características complementares. As partículas do aglomerado convencional devem ter geometria retangular ou quadrada, devem ser do tipo “sliver” e obtidas no sentido paralelo às fibras da madeira. As chapas de madeira aglomerada devem apresentar uma densidade média entre 551 Kg/m³ e 750 Kg/m³ (NBR 14810,2006; Dias, 2005).

3.3. PAINÉIS DE MADEIRA UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE MÓVEIS

São diversos os tipos de painéis utilizados na produção de móveis. Como há diversidade nos materiais utilizados e métodos de processo produtivos diferenciados, os painéis são classificados em dois tipos: Os provenientes de madeira reconstituída e os produzidos com madeira processada mecanicamente.

Os painéis de madeira processada mecanicamente são destinados tanto à indústria de móveis, quanto à construção civil e são formadas por camadas de lâminas ou sarrafos de madeira maciça, com utilização e aplicação de diversos materiais, representados principalmente pelos compensados. Utiliza-se no Brasil, no processo de produção pelas indústrias, tanto madeiras de florestas plantadas, sendo a maioria de *Pínus*, situadas na Região Sul, quanto de florestas nativas, provenientes principalmente da região Norte (BNDES, 2002, p.53).

Neste trabalho os painéis a serem estudados pertencem ao grupo de painéis de madeira reconstituída e serão abordados especificamente sobre MDF e MDP.

Os painéis MDP e MDF, segundo o Programa Setorial Da Qualidade De Painéis Partículas De Madeira (MDP) e Painéis De Fibras De Madeira (MDF) da ABIPA (2013), “são ofertados no mercado em diversos padrões de acabamento (cru, revestido ou pintado) e dimensões aproximadas de (2750 x 1850) mm e espessura variável, sendo a mais representativa 15 mm.”

3.3.1 PAINÉIS DE MADEIRA RECONSTITUÍDA

Os painéis de madeira reconstituída são produzidos a partir de utilização de fibras e partículas de madeira na forma de cavacos. A fabricação ocorre em diferentes processos de desagregação e são produzidos com base em processo químico, físico e mecânico da madeira (BIAZUS, DA HORA, LEITE, 2010, p. 49).

Segundo BNDES (2002), os principais tipos de painéis de madeira reconstituídas são: o MDF (*Medium Density Fiberboard*), o MDP (*Medium Density ParticleBoard*) e as chapas duras ou chapas de fibra (*HardBoard*). Usualmente são utilizados em diversas funções, na fabricação de móveis, como também na indústria da construção civil (pisos, rodapés, divisórias, portas, elementos estruturais de casas, etc.). Comparados à madeira maciça, oferecem vantagens e desvantagens, referentes às suas características.

3.3.1.1. MDP (*MEDIUM DENSITY PARTICLEBOARD*)

Conforme Abipa (2012), o MDP, (*Medium Density Particleboard*), ou painel de partícula de madeira de média densidade, é um painel de madeira reconstituída, que apresenta-se com boa estabilidade dimensional (comprimento, largura e espessura), cujas partículas são posicionadas de forma diferenciada dos demais pertencentes aos painéis de madeira reconstituída, com formação de três camadas, sendo, nas camadas externas provenientes de partículas finas e em seu interior partículas maiores. A modernização do processo permite para que haja distribuição correta das partículas de madeiras em suas respectivas camadas, resultando em um painel homogêneo.

Figura 7. Painel de MDP.



Fonte: Duratex (2013).

Estes painéis são produzidos à partir do uso de madeiras preferencialmente reflorestadas de *Pinus* e *Eucalipto*, e suas partículas são comprimidas entre si em presença de resina, através de ação conjunta de calor em prensa contínua e pressão em processos com tecnologia de última geração (ABIPA, 2012).

Para ABIPA (2012) a evolução da tecnologia para produção de painéis de partículas de média densidade favorecem ao produto final, melhores condições de acabamento do painel nos processos de pintura, revestimento e impressão. Diante a todo processo tecnológico, as indústrias utilizam os mais modernos e complexos equipamentos, prensas contínuas, resinas de última geração, classificadores de partículas e softwares responsáveis em controlar todo o processo de melhor forma.

As principais aplicações do MDP são em laterais de móveis, portas retas, divisórias, prateleiras, tampos retos, prateleiras, frentes e laterais, base superior e inferior de gaveta. Indicado especialmente, devido às suas características, para a produção de móveis residenciais e comerciais de linhas retas, integrada na indústria moveleira, bem como em marcenarias. Para melhor aproveitamento, os painéis devem apresentar todas suas faces revestidas, evitando assim, comprometimento na qualidade do material (ABIPA 2012).

3.3.1.2. MDF (*MEDIUM DENSITY FIBERBOARD*)

Para Castro (2000) citado por Campos e Lahr (2004), o MDF é utilizado fortemente pelas indústrias de móveis e gabinetes, pois apresentam garantia dos resultados no uso de técnicas convencionais e permitem utilização até em painéis estruturais. É um produto uniforme, homogêneo, de superfície lisa e plana, de alta usinabilidade para cortar moldurar, entalhar, apresenta economia no consumo de adesivos, tintas e vernizes e possui ótima aceitação para receber revestimentos com diversidade em acabamentos.

Figura 8. Painel de MDF.



Fonte: Duratex (2013)

Para ABIPA (2012), o MDF é um material que apresenta excelente estabilidade dimensional, pertence ao grupo de painéis de madeira reconstituída, caracterizada pela sigla *Medium Density Fiberboard* ou Painel de Fibras de Média Densidade, e reconhecido pelas características de fácil usinabilidade, tanto nas faces quanto nas bordas, podendo ser entalhado ou torneado facilmente, devido à composição homogênea do material.

Os painéis de MDF são produzidos a partir de madeiras reflorestadas, principalmente as do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*. São painéis produzidos por fibras de madeira e resina sintética através do processo de prensagem e compactação desse material, sob calor em prensa contínua. O processo industrial resulta em painéis com ótima estabilidade dimensional, com superfície de acabamento liso, de média densidade (ABIPA 2012).

Para Torquato (2012), o MDF apresenta proximidade em relação à madeira maciça, devido à compactação de seu material ser composto de fibras similares de tamanhos de mesma proporção do tamanho de um cabelo humano.

O MDF possui diversas utilizações, principalmente no setor da construção civil para fabricação de pisos, batentes, portas usinadas, almofadas de portas, peças torneadas, embalagens, como também na produção de móveis, para peças com usinagem e trabalho de baixo relevo, como peças para laterais e fundos de móveis, entre outros (ABIPA 2012).

3.4. FATORES DE INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DOS PAINEIS DE MADEIRA

Diversos são os fatores determinantes da qualidade dos painéis de madeira. Muitos desses fatores são características das propriedades ligadas à madeira, entre outros relacionados às características do processo produtivo e de características dos elementos utilizados no processo.

Para Campos e Lahr (2004), “o comprimento das fibras favorece a estabilidade dimensional do MDF, com o aumento das ligações entre as fibras decresce a possibilidade de movimentação das mesmas.”

Segundo Iwakiri et al. (2005), “dentre as inúmeras variáveis do processo produtivo, a densidade do painel e o tipo de resina utilizada na sua produção, são de

grande importância para adequação das propriedades do aglomerado para determinadas aplicações.”

Conforme Barros Filho (2006), a casca apresenta-se como segundo fator de influência negativa sobre as propriedades dos painéis, sendo que 10 a 15% do volume das toras podem ser representado pela quantidade de cascas, dependendo da espécie.

Segundo Mendes et al. (2010), a razão de compactação, dada pela relação de densidade do painel e da madeira, pode variar muito, dependendo do tipo de madeira a ser utilizada. A quantidade e o tipo de adesivo a ser utilizado no processo são considerados elementos de extrema importância para seu custo-benefício, sendo esse o elemento de maior impacto no custo final. Indicada para uso externo utiliza-se na indústria de painéis de madeira, dentre os principais, o fenol-formaldeído (FF), indicado para produção de painéis a serem utilizados em ambientes com alto teor de umidade e a uréia-formaldeído (UF), que possui características de resistência à umidade limitada.

Para Poblete (2001), o desempenho dos painéis de partículas esta diretamente relacionada com as características do material, como a forma e o tamanho da partícula. Um dos fatores responsável em comprometer as propriedades dos painéis e o processo industrial é a geometria das partículas. Conforme alteração nas dimensões em comprimento, largura e espessura do material a ser processado, pode haver incompatibilidade com o processo pré-determinado.

Considerado por Poblete (2001), como as relações mais importantes fatores da geometria das partículas, o comprimento e razão de esbeltez, estão diretamente ligados às influências nos resultados de resistência à tração perpendicular e a flexão. A geometria das partículas são as grandes responsáveis e podem alterar os valores de resistência mecânica de um painel, dependendo do tamanho, espessura e comprimento das partículas compostas, o painel pode sofrer alterações em suas resistências à flexão, tração paralela e perpendicular, à superfície do painel e

resistência de parafuso e prego. Outro fator importante, responsável em definir a área de contato entre partículas e linha de cola no painel, é a área superficial específica da partícula, cujo parâmetro encontra-se diretamente ligado a cada geometria da partícula. A espessura e o comprimento das partículas são propriedades passivas de mudanças e o coeficiente de esbeltez é a medida com melhores propriedades de relação com essas variações e parte das propriedades físicas e mecânicas dos aglomerados dependem dessas variações conjuntas em suas relações.

De acordo com Barros Filho (2009), o coeficiente de esbeltez, importante fator das propriedades do painel, é definido no momento de formação das partículas. O coeficiente é o fator responsável em definir as características de acabamento de face, usinabilidade, aplicações e acabamento dos painéis de madeira. Fator de influência nas propriedades mecânicas e dimensionais.

Segundo Kollmann (1977), citado por Campos e Lahr (2004), algumas das principais características da madeira que afetam a adesão e colagem estão apresentadas de forma detalhada a seguir. *Variabilidade* – as maiores variações acontecem entre espécies, sendo que algumas delas apresentam maior facilidade de colagem que outras. A natureza biológica da madeira causa adicionalmente amplas variações entre árvores de uma mesma espécie, e mesmo no material de uma mesma árvore. Esta variabilidade atinge uma série de propriedades (peso específico, textura, permeabilidade, etc), que por sua vez são definidas no processo de adesão e na performance da colagem. *Densidade* – colagens feitas em madeiras de densidade mais alta degradam-se mais rapidamente do que as efetuadas em madeiras de mais baixa densidade. Madeiras mais densas, normalmente possuem maior resistência mecânica. A densidade da espécie está diretamente relacionada com a sua porosidade e permeabilidade, influenciando assim o grau de rugosidade e as funções de mobilidade, fatores determinantes na formação da ligação adesivo-substrato. *Porosidade e permeabilidade* – o tamanho, a disposição e a frequência de cavidades celulares e poros na estrutura da madeira afetam diretamente a penetração do adesivo. As interações da porosidade e permeabilidade com a migração do solvente também interferem na viscosidade da resina, afetando suas funções de mobilidade, o que acarreta mudanças na qualidade da colagem, ocorrendo mais ou menos vazios. *Capacidade tampão e pH* – a maior parte das espécies de madeira apresenta pH ácido. As variações de pH e a capacidade tampão afetam diretamente a cura e a solidificação do adesivo, uma vez que estes processos ocorrem somente em faixas relativamente estreitas de pH. *Conteúdo de umidade* – na colagem com os tradicionais adesivos sintéticos à base de uréia, melamina,

fenol e resorcinol é imprescindível que a madeira seja previamente seca até teores de umidade normalmente entre 5% e 20%. Teores de umidade mais altos podem ocasionar formação de bolhas.

Segundo Iwakiri *et al.* (2005), no momento em que os pratos quentes, no processo produtivo do material, entram em contato direto com os painéis de madeira, ocorre a transferência de calor ao longo da espessura desse material e juntamente a evaporação da umidade da camada mais superficial, ocorrendo penetração desse vapor ao longo das camadas mais internas. Há condensação de vapor e transferência de calor, até o momento em que haja elevação da temperatura ao ponto de cura total da resina.

Conforme Lara Palma (2009), algumas propriedades físicas e mecânicas dos painéis como flexão estática, tração perpendicular e resistência ao arrancamento de parafusos estão diretamente ligadas à composição do perfil de densidade, causado pela combinação de algumas variáveis no processo de prensagem. Essa variação da distribuição da densidade ao longo da espessura do painel conhecido como perfil de densidade, intensificada no momento de transferência de calor das faces dos pratos para o interior do painel, podem avaliar as características do painel ao longo do processo de prensagem.

Segundo Barros Filho (2009), teores de umidade acima do ideal pode comprometer a qualidade dos painéis, gerando bolhas de vapor durante o processo de prensagem. O teor de umidade das partículas de madeira é uma propriedade importante na característica dos painéis, sendo que haverá influência no tempo de prensagem, na cura da resina e na pressão necessária à finalização do processo até a espessura desejada. Partículas com teores de umidade abaixo do ideal podem resultar em uma secagem extrema, podendo comprometer o produto e o processo, apresentando facilidade do material entrar com combustão.

3.4. PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DOS PAINÉIS DE MADEIRA

A seguir serão apresentadas informações sobre as características das propriedades físicas e mecânicas, referentes aos painéis de média densidade.

As normas ABNT, NBR 153162:2006 e NBR 148102:2009, aplicadas as características mencionadas nessas propriedades, aos painéis de madeira de média densidade, correspondem, em requisitos e conteúdos, as Normas Européias NP, EN 323:2000, EN 317:1993, EN 319:2002, EN 317:2002 e EN 310:1993, em função do atendimento normativo, da estrutura e da organização, aos países que fazem seguem essa exigência de padronização para o produto.

3.5.1 DENSIDADE

Representada pela relação entre massa e volume de um corpo, a determinado teor de umidade, o ensaio de volume específico é realizado, baseado nos padrões da Norma Européia NP, EN 323:2000.

Segundo Kelly (1977) citado por Iwakiri (2005), a estabilidade dimensional dos painéis de maior densidade é prejudicada devido ao maior inchamento em espessura, porém apresentam maior resistência mecânica. A atribuição dada pelo autor, devido maior densificação do painel conforme maior quantidade de partículas no material, relacionando o inchamento higroscópico da madeira e resultando em liberação das tensões de compressão, geradas durante o processo de prensagem.

Conforme Moslemi (1974), citado por Pierre (2010), painéis produzidos com madeira provenientes de espécies com baixa densidade apresentam maior resistência à tração perpendicular, à tração superficial, à flexão e maior módulo de elasticidade na flexão estática. A característica não afeta a absorção de água, o inchamento, nem a resistência ao arrancamento de parafuso. Tanto nas propriedades, quanto no processo produtivo de painéis de madeira, a densidade

apresenta-se como um fator de grande influência que pode ser favorável ou não ao processo desejado.

A razão para o fato da madeira de baixa densidade produzir painéis com maiores resistências, quando comparados com aqueles que utilizam madeira de maior densidade, é que um determinado peso de partículas de uma madeira de baixa densidade gera um maior volume e, consecutivamente, mais partículas que uma mesma quantidade de madeira de alta densidade. Quando estes volumes de madeira (partículas) são comprimidos para produção do painel, ocorre um maior contato relativo entre as partículas de madeira de baixa densidade (devido a maior taxa de compressão ou compactação), pois existem mais ligações por unidade de volume e maior comprimento de “sobreposição” entre as partículas, ocorrendo maior adesão entre elas. Em resumo, madeiras menos densas contribuem em um aumento do comprimento de sobreposição entre as partículas (maior área de contato) o que resulta em forças maiores transmitidas pela linha de cola e, conseqüentemente, em maior resistência do painel. A densidade da madeira, em conjunto com a compactação do colchão de partículas, afeta diretamente a densidade final do painel. Uma variação na densidade da madeira obriga a um ajuste na compactação do colchão para manter constante a densidade final do painel. Isto é importante quando são utilizados no processo, por exemplo, duas espécies de diferentes densidades, pois a espécie de menor densidade deverá ser comprimida em uma proporção maior que a espécie de densidade mais alta, ou seja, o volume de madeira a ser incluída no painel de uma determinada densidade é inversamente proporcional à densidade da espécie. Por esta razão, ao incluir espécies de menor densidade é requerida uma maior compactação para conseguir um maior contato entre as partículas e uma melhoria na eficiência do adesivo (KELLY, 1977, apud PIERRE, 2010).

Conforme Maloney (1993), com o objetivo de obter maior viabilidade e aproveitamento de espécies de madeira, pode haver mistura de materiais de diferentes densidades para produção de painéis. Segundo os autores, as densidades mais recomendadas para a produção de painéis de partícula são de até $0,55 \text{ g/cm}^3$ e essa mescla de espécies e densidade pode favorecer o produto e a matéria-prima.

Ainda segundo o mesmo autor, a relação da densidade do painel e a densidade da madeira, denominada de razão de compactação, influenciam diretamente nas propriedades físico-mecânicas dos painéis. Assim como as propriedades são influenciadas, as operações de processamento de geração de partículas, secagem e prensagem dos painéis e consumo de resina também sofrem

com as variações da densidade da madeira. Com as variações de densidade, as partículas, que são densificadas durante o processo de prensagem, serão submetidas até que o painel atinja sua espessura desejada, podendo resultar em comprometimento no processo.

De acordo com Kelly (1977), citado por Pierre (2010), quanto maior a compactação, maior será o contato entre partículas e entre partículas e adesivo. Dessa forma, podem-se ter painéis com a mesma densidade final, porém com taxas de compactação diferentes, em função da densidade da madeira. Ainda segundo o mesmo autor, um grau de compactação mínimo das partículas de madeira é necessário para a consolidação do painel aglomerado durante o ciclo de prensagem.

3.5.2. INCHAMENTO

Conforme a NP EN 317-1993, os corpos-de-prova devem ser imersos em água limpa, com temperatura de 20 ± 1 oC, pH 7 ± 1 , sendo cobertos por 25 ± 5 mm de água em 24 horas.

Conforme Torquato (2008), para sua determinação, o inchamento é dado pela “Variação percentual de aumento em espessura que um corpo de prova de uma chapa de fibras de média densidade.”

3.5.3. RESISTÊNCIA AO ARRANCAMENTO DE PARAFUSO

Para elaboração de ensaios de arrancamento de parafuso, as fabricantes brasileiras de painéis de madeira seguem como base a Norma Europeia NP EM 319:2002.

Para Nascimento (2008), a verificação do desempenho dos painéis particulados é determinada pela resistência ao arrancamento de parafusos, em situações, quando solicitados, usualmente em divisórias, forros e outras aplicações que haja necessidade de fixação de parafusos e pregos.

A avaliação do ensaio pode ser realizada com posicionamento dos parafusos na superfície da amostra, quanto no topo da mesma, resultando em dois ensaios diferentes. Neste trabalho será avaliando a resistência ao arrancamento de parafuso de topo.

3.5.4. RESISTÊNCIA À TRAÇÃO PERPENDICULAR

Conforme especificações da NP EN 317:2002, o ensaio de tração perpendicular tem o objetivo de definir a adesão interna em um corpo-de-prova, que apresenta as amostras com dimensões de 50 ± 1 mm de aresta. As laterais dos corpos-de-prova são instaladas em suportes metálicos, que por tração são colocados em direções opostas, de modo que haja o rompimento do mesmo.

Para Torquato (2008), o teste de análise define-se como a “Resistência que um corpo-de-prova de uma chapa de fibras de média densidade oferece, quando este é submetido a uma força de tração aplicada perpendicularmente à sua superfície até a ruptura.”

3.5.5. RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA

A Norma Européia NP EN 310:1993 prescreve a utilização de corpos-de-prova com comprimento de vinte vezes a espessura mais 50 mm. A distância entre apoios é normatizada em vinte vezes a espessura e o incremento de carga ajustado para atingir a carga máxima em 60 ± 30 s.

Para Torquato (2008), a determinação dessa propriedade resume-se na “Resistência que um corpo-de-prova de uma chapa de fibras de média densidade, apoiado em seus extremos, oferece quando sujeito a uma força aplicada em seu centro até a sua ruptura.”

4. METODOLOGIA

Este trabalho teve como base três pilares de conhecimento para a elaboração de um comparativo entre os painéis de madeira MDF e MDP na indústria madeireira, sendo eles, o conhecimento adquirido durante a graduação, as pesquisas a partir da bibliografia existente sobre o assunto, experiências práticas adquiridas nos estágios realizados e visitas técnicas realizadas em indústrias moveleiras durante a graduação.

Foram utilizados nesta pesquisa dados coletados de três empresas produtoras de painéis de madeira reconstituída, encontrados em suas páginas institucionais na internet, sendo elas, Eucatex, Duratex e Masisa.

Determinou-se necessário a coleta de quatro dados de cada empresa, referente às características de resistências físicas e mecânicas de painéis de madeira de espessura de 15mm, devido à maior demanda por esse tipo de material no mercado mobiliário, totalizando em doze coletas realizadas. O comparativo direciona o estudo às aplicações dos materiais em móveis, levando-se em conta quatro fatores considerados mais relevantes para essa aplicação.

Foram avaliadas informações de cada característica nas diferentes empresas, comparando-se com os valores das normas ABNT NBR 153162:2009 e ABNT NBR 148102:2006, resultando na apresentação do comparativo e realizando um indicativo das condições de aplicação e uso dos materiais, nas diversas partes dos móveis. Nos casos das resistências físicas e mecânicas, os ensaios realizado para determinação dos valores, pelas empresas foram realizados conforme as Normas Européias NP, EN 323:2000, EN 317:1993, EN 319:2002, EN 317:2002 e EN 310:1993.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme abordado neste trabalho, ambos os materiais, MDF e MDP possuem qualidades para uso e aplicação em móveis. Cada material possui sua característica específica para ser utilizado de modo parcial ou completo, na composição em móveis.

Para melhor aproveitamento do uso dos materiais em suas aplicações, os projetos devem ser elaborados conforme norma de uso, sendo que cada uma apresenta suas características físico-mecânicas específicas.

Considera-se necessário definir corretamente todos os fatores relacionados ao projeto, antes mesmo da escolha do material, como espessura necessária, comprimento, largura das chapas e todas as condições, com os quais, os móveis estarão sujeitos (umidade, calor, esforços mecânicos entre outros), pois, serão essas que, somadas, resultam nos fatores decisivos para o uso correto e garantia de sucesso da condição aplicada a cada material.

A Tabela 1 apresenta os dados comparativos entre valores das resistências físicas e mecânicas dos painéis de madeira de três empresas produtoras de painéis de MDF e MDP no Brasil. Os dados referem-se a painéis sem revestimento, com 15 mm de espessura.

Tabela 1. Resistências físicas e mecânicas dos painéis de MDF e MDP.

PROPRIEDADES	EUCATEX		DURATEX		MASISA		Norma Brasileira NBR	
	MDF	MDP	MDF	MDP	MDF	MDP	15.316-2 MDF	14-810-2 MDP
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO PERPENDICULAR MÍNIMA EM N/mm ²	0,55	0,35	0,55	0,35	0,70	0,35	0,55	0,35

RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA MÍNIMA EM N/mm ²	20	16	20,1	16	20	16	20	16
INCHAMENTO MÁXIMO (%) EM HORAS	12 em 24h	8 em 2h	12 em 24h	8 em 2h	12 em 24h	12 em 24h	12 em 24h	8 em 2h
RESISTÊNCIA AO ARRANCAMENTO DE PARAFUSO (mínimo) EM (N)	931.63 N	804.14 N	800N	800N	800N	900N	-	800N

Fonte: Duratex (2013), Eucatex (2013), Masisa (2013), ABNT NBR 15.316-2:2009 e NBR 14810-2:2006

Conforme os dados da TABELA 1., observa-se que em algumas condições sobre os dados das resistências comparadas, o MDP apresenta valores menores comparados ao MDF na maioria dos casos, como também em alguns casos apresentam valores equivalentes ou até mesmo maiores, sendo em sua maioria, o MDF apresentando valores maiores comparados ao MDP, nas características.

Os dados de resistência à flexão estática do MDP em relação ao MDF material em todas as empresas citadas comprovam que o painel apresenta menor resistência a esse tipo de esforço. Com base nos valores encontrados nas normas ABNT, NBR 15316-2 e NBR 14810-2, os valores apresentam-se dentro dos padrões e atendem as normas.

Lembrando que o estudo presente relaciona o comparativo em painéis com espessura específica de 15 mm, sem acabamento, sendo que pode haver divergência de dados, quando comparados à outras espessuras e presença de revestimentos.

Sabe-se que o MDF é constituído por fibras de mesmas proporções em relação as suas dimensões em sua composição, tornando o material homogêneo, resultado em uma distribuição de seus esforços proporcional ao longo de todo o painel. Como abordado neste trabalho, a diferença de tamanho entre fibras e

partículas, compostas nas camadas dos painéis de MDP resultam ao material, valores de resistências mais variáveis.

Na fabricação do painel MDP utiliza-se menor quantidade de madeira na produção de uma chapa comparado à produção de uma chapa MDF, no entanto, devido a área de contato das partículas no painel apresentar-se maior, principalmente na parte interna, resultando em menor área superficial de contato entre as partículas em relação às fibras do painel MDF que encontram-se completamente unidas, com a superfície de contato das fibras unidas todas uniformemente. Os dados de resistência à tração perpendicular, dada Tabela 1, comprovam melhores condições do painel MDF em relação ao painel MDP em todas as empresas citadas. Apresentam resultados equivalentes aos das normas ABN, NBR 15316-2 e NBR 14810-2, indicando que os painéis encontram-se dentro das normas exigidas.

Um dos fatores responsáveis por estes resultados pode ser explicado pela característica do painel, apresentando maior união de material uniforme colados entre si. A proximidade dos elementos colados entre si e maior quantidade de madeira e adesivo, fornecem conseqüentemente maior resistência ao painel, resultando em maiores resistências de peças submetidas a esse esforço nos móveis.

Ambos os painéis são constituídos por madeira, contudo a relação de absorção de água depende de alguns fatores de composição do material, como densidade, geometria de partículas, presença de resina, entre outros. Conforme os dados da Tabela 1, a relação de inchamento dos painéis não apresenta diferença significativa entre os valores apresentados dos dois materiais nas diferentes empresa, nesse caso. Havendo exposição e ou contato direto com a umidade, em ambos os casos, resultará em problemas similares de inchamento. A impermeabilidade do painel de madeira, sendo ela MDF ou MDP, pode ser evitado aplicando ao painel, resinas com característica impermeáveis a umidade, evitando

contato direto da madeira com a água, resultando em menor absorção d'água por parte das chapas.

Com base na Tabela 1, observa-se que os valores das resistências ao arrancamento de parafuso do painel MDF são menores que a do painel MDP referentes aos dados da empresa MASISA. Porém os dados da empresa Eucatex apresentam-se maiores no painel MDF em relação ao MDP. Baseado nos valores de resistência ao arrancamento de parafuso da norma ABNT, NBR 14810-2 o MDP apresentado pela MASISA encontra-se superior.

6. CONCLUSÃO

A propriedade do painel de madeira, com base nos dados deste trabalho, mostra-se diretamente ligada ao tipo de produto a ser utilizado.

Comprova-se o potencial de qualidade do painel de MDP para produção de móveis, bem como o painel de MDF, sendo que o MDP deve ser utilizado em prateleiras, divisórias, laterais, portas retas, fundo de móveis, frente de gavetas, laterais de gavetas, tampos retos, tampos pós-formados e bases de gavetas. As principais aplicações dos painéis MDF, além de apresentar condições favoráveis a ser aplicado nas partes apresentadas no MDP, também podem ser aplicadas em portas usinadas e portas com baixo relevo. Com base nos dados de suas características físico-mecânicas, obtendo-se melhores resultados e melhor aproveitamento do material em seu uso.

Como sugestão para continuação deste trabalho, sugere-se realização de análise em laboratório e realizar a comparação de dados de diferentes espessuras de painéis, sendo eles com e sem revestimentos. Os painéis usualmente são comercializados com revestimentos melamínicos, BP (Baixa Pressão) ou FF (Finish Foil).

Em muitos casos o MDP é referenciado como material de baixa qualidade a ser utilizado em móveis, porém ele apresenta características favoráveis para essa utilização em diversas partes dos móveis, conforme citado acima, devidamente projetado levando em conta a utilização do móvel.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPA. **Painéis de Fibra de Média Densidade**. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/produtosMDF.php>>. Acesso em: 01 nov. 2013.

ABIPA (Org.). **Programa setorial da qualidade de painéis de madeira**. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/ProgramaSetorialQualidade-2013.php>>. Acesso em: 01 dez. 2013.

ABRAF (Brasil). **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011**. Brasília, 2012. 150 p.

ABRAFLOR, Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013 - Ano Base 2012**. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/>>. Acesso em: 9 out. 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-14810/2006**: Chapas de madeira aglomerada. Rio de Janeiro, 2006. 38p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15316-2**: Chapas de fibras de média densidade. Parte 2: Requisitos. Rio de Janeiro, 2006.

CAMPOS, C. I.; LAHR, F. A. R.. Estudo Comparativo dos Resultados de Ensaio de Tração Perpendicular para MDF Produzido em Laboratório com Fibras de Pinus e de Eucalipto Utilizando Uréia-Formaldeído. **Matéria**, São Paulo, v. 1, n. 9, p.32-42, 2004.

DIAS, F.M. Aplicação de resina poliuretana à base de mamona na fabricação de painéis de madeira aglomerada. In: LAHR, F. A. R. Produtos derivados da madeira. São Carlos: EESC/USP, 2008. p. 37-160.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **European Standard EN 310**- Particleboards and Fiberboards – Determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. Bruxelas, 1993.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **European Standard EN 317**- Particleboards and Fiberboards – Determination of swelling in thickness after immersion in water. Bruxelas, 1993.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **European Standard EN 319** – particleboards and Fiberboards – determination of tensile strength perpendicular to

the plane of the board. Bruxelas, 1993.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **European Standard EN 323** – wood based panels – determination of density. Bruxelas, 1993.

BARROS FILHO, R. M. **Painéis aglomerados a base de bagaço de cana-de-açúcar e resinas uréia-formaldeído e melamina-formaldeído**. 2009. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais)-Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

BIAZUS, A.; HORA, A. B.; LEITE, Bruno Gomes Pereira. **Panorama de mercado: painéis de madeira**. BNDES. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set32102.pdf>. Acesso em: 30 out. 2013.

GONÇALVES, M.T.T. (2000). **Processamento da Madeira**. Editora Xerox Center - USC – Bauru, 2000.

IWAKIRI, Setsuo. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: Fupef - Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2005. 254 p.

IWAKIRI, S.; STINGHEN, A. B. M.; SILVEIRA, E. L.; ZAMARIAN, E. H. C.; PRATA, J. G.; BRONOSKI, M.. Influência da massa específica sobre as propriedades mecânicas de painéis aglomerados. **Revista Floresta**, Curitiba, v.38, n.3, p. 487 - 493, 2008.

IWAKIRI, Setsuo et al. Produção de painéis de madeira aglomerada de alta densificação com diferentes tipos de resinas. **Scientia Forestalis**, Curitiba, Pr, n. 68, p.40, 13 ago. 2005. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr68/cap04.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2013.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, L. L. G. O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 16, p. 3 - 30, 2002.

JUVENAL, TAÍS LINHARES; MATTOS, RENÉ LUIZ GRIGON. **Painéis de Madeira Reconstituída**. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2013.

LARA PALMA, H. A. **Painéis de madeira**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2009. 2009. 40 f. Apostila de aula.

MATTOS, René Luiz Grion; GONÇALVES, Roberta Mendes; CHAGAS, Flávia Barros das. **PAINÉIS DE MADEIRA NO BRASIL: PANORAMA E PERSPECTIVAS**. 27. ed. Rio de Janeiro: Bndes, 2008.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing**. 2nd ed. San Francisco: Miller Freeman, 1993. 689 p.

MENDES, R. F. Painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana em associação com madeira de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 285-295, jun. 2010.

NASCIMENTO, M. F. . Chapas de Partículas Homogêneas - Madeiras do Nordeste do Brasil. In: Francisco Antonio Rocco Lahr. (Org.). **Derivados da Madeira - Produtos**. São Carlos: USP/EESC, 2008, v. 01, p. 93-116.

PANORAMA de mercado: **painéis de madeira**. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set32102.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2013.

POBLETE, H. W. **Tableros de partículas**. Valdivia: El Kultrín, 2001. 177 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e Números do Brasil Florestal**. São Paulo: 2006. 107p.

TORQUATO, Luciane Paes. **Caracterização dos painéis MDF comerciais produzidos no Brasil**. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.