



**POLO DE EXCELÊNCIA
EM FLORESTAS**



**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA-FINANCEIRA DE
UNIDADE DE FABRICAÇÃO DE
“MDF – MEDIUM DENSITY FIBERBOARD”**

Viçosa – MG



**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA-FINANCEIRA
DE UNIDADE DE FABRICAÇÃO DE
“MDF – MEDIUM DENSITY FIBERBOARD”**



MAIO 2013

SUMÁRIO

1- Introdução.....	3
2- Caracterização do negócio e do produto.....	5
3- Visão Geral da Indústria de Móveis no Brasil.....	6
4- Informações do Mercado.....	10
4.1- Cenário internacional da indústria de móveis.....	10
4.2- As exportações brasileiras.....	10
4.3- O Projeto BrazilianFurniture.....	12
5- Oferta e Demanda Global de MDF.....	13
6- Potencial do Mercado de Móveis.....	14
7- Políticas de Incentivo.....	15
8- Verticalização e Competitividade.....	16
9- A indústria MDF.....	16
9.1-O Brasil entre os maiores produtores mundiais de painéis de madeira.....	17
9.2- Origem dos Painéis.....	20
9.3- Principais Pólos Produtores de Móveis no Brasil.....	21
10- Recursos Florestais.....	24
10.1- O Eucalipto.....	25
10.2- Aspectos relacionados à aquisição da matéria-prima florestal.....	25
11- Projeto industrial.....	27
11.1- Escala mínima ótima da produção industrial de MDF.....	27
11.2- Especificações da madeira (toras) para a produção destes painéis.....	27
11.3- Identificação e dimensionamento das máquinas industriais.....	27
11.4 - Layout ideal para uma indústria de painéis.....	29
12 - Aspectos ambientais e sociais de uma indústria de painéis.....	30
12.1- Impactos positivos e negativos causados.....	30
13- Mercado Fornecedor de Adesivos.....	31
14- Mercado Concorrente de MDF.....	32
14.1 - Duratex s.a.....	32
14.2 – Masisa.....	34
14.3- Arauco.....	35
14.4- Berneck.....	36
14.5 – Eucatex.....	38
14.6- Bonet.....	38
14.7- Fibraplac.....	40
14.8- Floraplac.....	41
15- Análise e Definição do Portfólio.....	42
16 - Análise de SWOT.....	43
17- Aspectos Financeiros.....	45
17.1 - Estimativa do Investimento Inicial.....	45
17.2- Informações sobre Rentabilidade e dados para Projeções Financeiras.....	47
18- Conclusões.....	48
19- Anexos.....	51



1- Introdução

As cidades mineiras de Guidoal, Rodeiro, Visconde do Rio Branco, São Geraldo, Tocantins, Guiricema, Piraúba, Rio Pomba e Ubá compõe um conjunto de indústrias conhecido como Polo Moveleiro de Ubá. Centenas de pequenas, médias e até grandes indústrias gravitam nesse Polo, formando um importante setor industrial na região da Zona da Mata Mineira.

Vale notar que os painéis de madeira são as principais matérias primas consumidas nessas indústrias, que importam o produto de São Paulo, do Paraná e, em menor escala, da cidade de Uberaba em Minas Gerais, com custos consideráveis de transporte e logística.

Uma primeira análise revela que o Polo Moveleiro tem consumo suficiente para suportar a instalação de uma indústria de painéis, com reflexões na ampliação da base industrial da região, geração de postos de trabalhos, de renda, de impostos e de desenvolvimento da silvicultura local.

Diante desses fatores o Polo de Excelência em Florestas, em consonância com seu objetivo de criar condições para o desenvolvimento agroindustrial de base florestal em Minas Gerais, encomendou o presente estudo que visa subsidiar empresários, governo e demais agentes do setor na análise da viabilidade de implantação de uma indústria de PAINÉIS DE MADEIRA na região, como opção de negócio e de desenvolvimento regional da agroindústria florestal.

Este estudo, possivelmente, não apresenta resposta a todas as perguntas que podem ocorrer, principalmente dos empresários e investidores, mas contém números e cenários deveras animadores para a instalação de um empreendimento desse porte.

Antônio de Pádua Nacif
Polo de Excelência em Florestas / SECTES-MG-UFV
Gerente Executivo



Objetivo do Estudo

O presente estudo tem o propósito de analisar a viabilidade econômica e financeira para instalação de uma unidade de fabricação de painéis de madeira reconstituída (MDF – Médium Density Fiberboard).

Especificamente, visa-se:

I-Direcionar a identificação e incorporação de equipamento mais adequado para uma taxa de produção eficiente e um retorno razoável do investimento.

II-Analisar a viabilidade de mercado do estudo proposto.

III-Fornecer um conhecimento sobre o mercado produtor de MDF.

Justificativa

As tendências para o futuro da indústria moveleira, segundo Silva et al (2009, p. 2), residem na “fabricação de um móvel prático, com design próprio, padronizado e confeccionado, principalmente, com madeira de reflorestamento”. No ano de 2011, percebe-se que essa tendência tornou-se fato; indústrias italianas, *experts* em design, buscam, cada vez mais, praticidade e projetos arrojados que são seguidos por toda a indústria moveleira como uma cartilha.

A padronização do processo produtivo retrata o perfil de uma sociedade caracterizada pela fabricação de móveis do tipo ready-to-assemble (RTA) e do-it-yourself (DIY), eliminando a figura do montador, permitindo a pronta-entrega, além da cultura de fazer mais com menos: menos tempo, menos recursos, menos desperdícios e menos agressão no sentido ambiental.

Nesse aspecto, e por outras vantagens como facilidade de usinagem, acabamento e leveza do móvel, a indústria moveleira imergiu totalmente na confecção de móveis a partir de madeira maciça de reflorestamento e/ou painéis reconstituídos *medium density particleboard* (MDP), o *medium density fi berboard* (MDF) e correlatos como o *high density fi berboard* (HDF) e o *super density fi berboard* (SDF), *oriented strand board* (OSB), compensados além das chapas de fibra.

Conforme dados do Relatório Anual da ABRAF (2010), a escassez de madeira natural incentivou o consumo de painéis de madeira industrializados que cresceu de 2,6 milhões de toneladas, em 2000, para 6,5 milhões, em 2010, um incremento de 8,7% a.a. Nos últimos 10 anos, a produção anual de painéis cresceu de 2,7 milhões de toneladas para 6,4 milhões, ou seja, um crescimento médio de 8,2% a.a., consolidando sua participação em determinados segmentos consumidores, principalmente na indústria de móveis de madeira.



2- Caracterização do negócio e do produto

O negócio em proposição é uma indústria de painéis de madeira de reflorestamento de eucalyptus do tipo *medium density fi berboard* (MDF) a ser instalada em Ubá, Minas Gerais.

O MDF é um produto relativamente novo com início da produção na década de 60. A produção inicial no Brasil foi em 1997, pela Duratex, em Agudos (São Paulo). Desde então vem ocorrendo um expressivo crescimento de consumo, evidenciando a aceitação do produto pelo mercado e atraindo novos fabricantes.

A partir de 1998, logo em seguida ao início da produção no Brasil, começaram a operar as unidades da Tafisa; Masisa e Placas do Paraná, situadas respectivamente em Pien, Ponta Grossa e Jaguariaíva, todas no Estado do Paraná.

2.1 - Definição do MDF

MDF (Medium Density Fiberboard) ou Painel de Fibras de Média Densidade é um painel de fibras de madeira reconstituída, aglutinadas e compactadas com resina sintética através da ação de pressão e calor, sendo a sua composição homogênea e uniforme em toda a sua superfície e interior.

Possui consistência e características mecânicas que o aproximam da madeira maciça e difere do painel de aglomerado por apresentar parâmetros físicos de resistência superiores, boa estabilidade dimensional e excelente capacidade de usinagem.

Apresenta boa trabalhabilidade, facilidade de usinagem, resistência mecânica, estabilidade, matéria prima é renovável, reciclabilidade, menor demanda energética na produção, transporte e instalação.

Pode ser pintado ou laqueado, cortado, lixado, entalhado, perfurado, colado, pregado, parafusado, encaixado, moldurado, com excelente acabamento em móveis, artesanatos, molduras, rodapés, colunas, balaústres, divisórias, forros, etc.

A maioria dos defeitos inerentes da madeira, como nós, presença de medula, grã desalinhada e tensões de crescimento, podem ser eliminados durante o processo de fabricação, obtendo-se um produto final com características dependentes apenas das variáveis envolvidas no processo de fabricação.

O produto finalizado pode conter barreira contra o ataque de insetos, resistência ao fogo e a biodeterioração, expandindo a gama de aplicações do mesmo.

É ecologicamente correto, porque é produzido em grande parte com madeiras de cultivos florestais sustentáveis de Pinus e Eucalipto. Como matéria prima, também podem ser usados resíduos de serrarias e fábricas de móveis. Nos últimos anos, a



pressão ambiental para aproveitamento de resíduos é cada vez maior. Pesquisadores estudam novas formas de aproveitamento de resíduos como a maravalha, costaneira, serragem, bagaço de cana-de-açúcar, papel reciclável, palha de arroz, casca de arroz, dentre outros.

2.2 - Opções de Acabamento

2.2.1- In Natura (sem revestimento)

Produtos sem acabamento podem ser processados pelo próprio usuário, revestindo com lâminas de madeira natural, com laminado plástico, PVC, ou pintado.

2.2.2- Revestimento com laminado de Baixa Pressão (BP) Revestido com uma lâmina celulósica impregnada com resina melamínica que pode ser lisa ou com texturas, com cores sólidas, madeiradas ou fantasia. Apresenta alta resistência a riscos e manchas nas superfícies e reduz a proliferação de micro organismos.

2.2.3- Revestimento com laminado tipo FinishFoil (FF) ou Lâmina Ecológica (LE)

Revestido com lâmina celulósica envernizada e laminada. Oferecida nos padrões unicolors, madeirados ou fantasias com diversas opções de acabamentos como standard, reenvernizável ou já com vernizes em alto brilho ou semi-fosco.

2.2.4- Pintada (brilho ou semifosco) Painel pintado ou laqueado com cores sólidas, madeiradas ou fantasia.

2.3- Usos e Aplicações do produto

É amplamente utilizado na indústria moveleira, na fabricação de mesas, armários e outros itens. Na construção civil é utilizado para fabricação de pisos, rodapés, almofadas de portas, batentes, portas usinadas, peças torneadas e também em embalagens.

3 - Visão Geral da Indústria de Móveis no Brasil

Segundo dados da COPPE/UFRJ, historicamente a indústria de móveis de madeira tem passado por ciclos de crescimento e modernização. Inicialmente pequenas marcenarias, operadas com o know-how trazido pelos imigrantes europeus, confeccionando produtos tipicamente artesanais.

Com o crescimento do mercado brasileiro, na década de 70, houve certa modernização tecnológica. Na década de 80, houve retração econômica e corte nos investimentos trazendo desatualização ao setor diante do cenário mundial, que introduzia na época, a microeletrônica como parte integrante e revolucionária no setor de máquinas e equipamentos.



Atualmente se caracteriza pelo predomínio de pequenas e médias empresas, pequeno número de empresas de grande porte e também por iniciativas do setor informal da economia.

O sistema produtivo é caracterizado por grande verticalização, com vários processos de produção elaborando diversos produtos em uma mesma unidade fabril. Predomina a intensiva utilização de mão-de-obra e pequena participação no valor adicionado pela indústria de transformação.

Equipamentos com poucos recursos reduzem a escala de produção. As grandes e médias empresas utilizam equipamentos automatizados e computadorizados, contratando designers para melhorar as suas linhas de produtos.

Sendo um setor muito fragmentado pode-se resumidamente classificar a indústria de móveis em: móveis de madeira, móveis de vime e junco e móveis de metal e de plástico.

As empresas aplicam estratégias de comercialização diferentes que vão da rede própria de lojas para produtos mais sofisticados, a distribuição através de magazines ou lojas independentes, para produtos populares.

A indústria esta voltada basicamente ao mercado interno, pois não consegue preços competitivos para exportação, devido aos altos custos industriais e de matéria prima no mercado nacional.

Requerem matérias-primas com propriedades uniformes em densidade, cor e características tecnológicas como, trabalhabilidade, facilidade de colagem, retenção de conectores metálicos, adequação a diversos acabamentos, como tintas, vernizes e outros produtos.

As características requeridas das matérias-primas podem ser encontradas tanto na madeira sólida, como nos painéis industriais à base de madeira de reflorestamento.

Com o aumento das oportunidades de exportações, a indústria vem desenvolvendo sua capacidade de produção melhorando significativamente a qualidade dos produtos.

O design também representa um fator relevante em relação a competitividade. A indústria nacional não possui um padrão definido. É destacada a ausência de um design que traduza um estilo brasileiro.

Geralmente as peças aqui fabricadas são cópias de modelos disponíveis no mercado internacional, que se tornam conhecidos através de feiras, revistas ou protótipos trazidos por pretensos compradores.

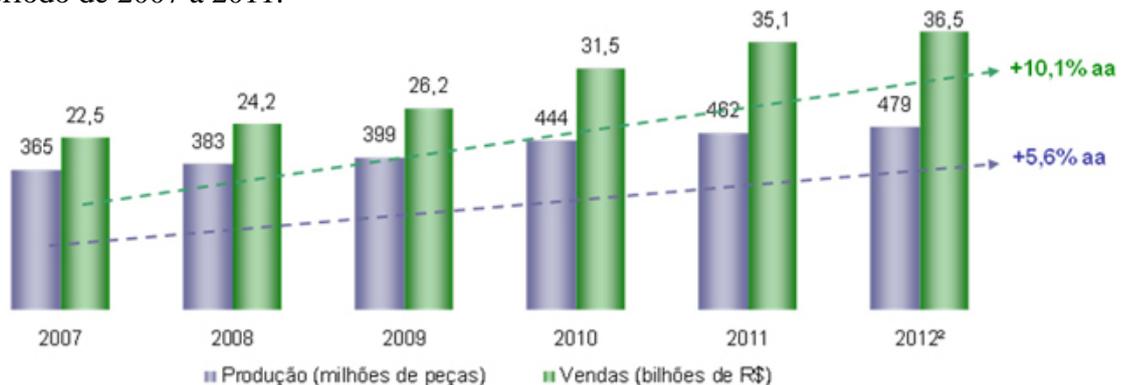
Algumas empresas que fabricam móveis mais sofisticados investem em divulgação da marca na tentativa de diferenciar-se das demais. Porém é comum haver reprodução de

seus modelos por empresas menores, às vezes pertencentes ao setor informal da economia.

É também crescente a conscientização de um desenvolvimento sustentável com qualidade de vida. O Ecodesign passa a ser referência.

Dados referentes a 2011 e fornecidos pelo Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI) e Movergs (Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul) mostram a evolução do setor moveleiro do Brasil:

- 16 mil unidades produtivas.
- 38,5 mil pontos de venda de móveis no país (especializados).
- 281 mil empregos formais, sendo 307,6 mil pessoas ocupadas.
- 462 milhões de peças de móveis produzidas (incluindo colchões e cama Box), equivalente a R\$ 32,9 bilhões.
- 86% das indústrias dedicam-se à produção de móveis de madeira, 9% produzem móveis de metal e 5% os demais móveis (estofados, plásticos, etc.).
- 71% do número de peças fabricadas são de móveis de madeira.
- 61% dos móveis de madeira são apenas pintados, sem aplicação de outros tipos de revestimento (ex: BP e laminados) e 23% dos móveis de madeira combinam a pintura com outros tipos de revestimento e 16% não utilizam mais a pintura em seu revestimento.
- 32,3% dos móveis produzidos são da linha de dormitório, 13,3% da linha de escritório, seguidos por cozinhas (10,9%), estofados (9,9%), salas de jantar (9,8%), colchões (6,8%), salas de estar (4,6%). Outros móveis correspondem a 12,4%.
- 29% das importações brasileiras são originárias da China.
- 21% das exportações brasileiras são destinadas à Argentina.
- R\$ 3,6 bilhões foram investidos em máquinas, instalações e treinamento no período de 2007 a 2011.



Notas: (1) – inclui colchões e cama box;
 (2) – estimativas.

FIGURA 1: Estimativa de produção e venda de móveis no Brasil no período de 2007 a 2102. Fonte: IEMI / MOVERGS. Disponível em: <http://www.emobile.com.br/dados-do-setor-moveleiro>.

Este estudo do IEMI/Movergs mostra ainda algumas particularidades do setor:

- A maior parte das grandes empresas do setor moveleiro se concentra em Polos Regionais.
- Os onze principais polos produtores do País representam 30% do total de empresas em atividade no país, 55% dos empregos diretos e respondem por 59% da produção nacional.
- O Estado do Rio Grande do Sul totaliza 18,6% da produção nacional.
- O Polo liderado por Bento Gonçalves (incluindo cidades próximas) é o maior em número de empresas, pessoal ocupado e volume de peças produzidas.
- Desde 2007 as exportações brasileiras de móveis caíram (-) 29%. Em 2011, totalizaram US\$ 737 milhões, 3,8% menos que no ano anterior (2010). A diversificação de destinos e a mudança nas estratégias de exportação ajudaram a recuperar parte dos volumes destinados ao exterior (peças), mas causaram redução nos preços médios dos produtos exportados (em US\$).
- Entre 2007 e 2011, as importações dobraram. A melhor distribuição da renda aqueceu o mercado interno. Em 2007, as classes B2 e C correspondiam por 49,8% do consumo de móveis. Em 2011, essas duas classes somaram 59,7%.
- Concentração de empresas do setor moveleiro:

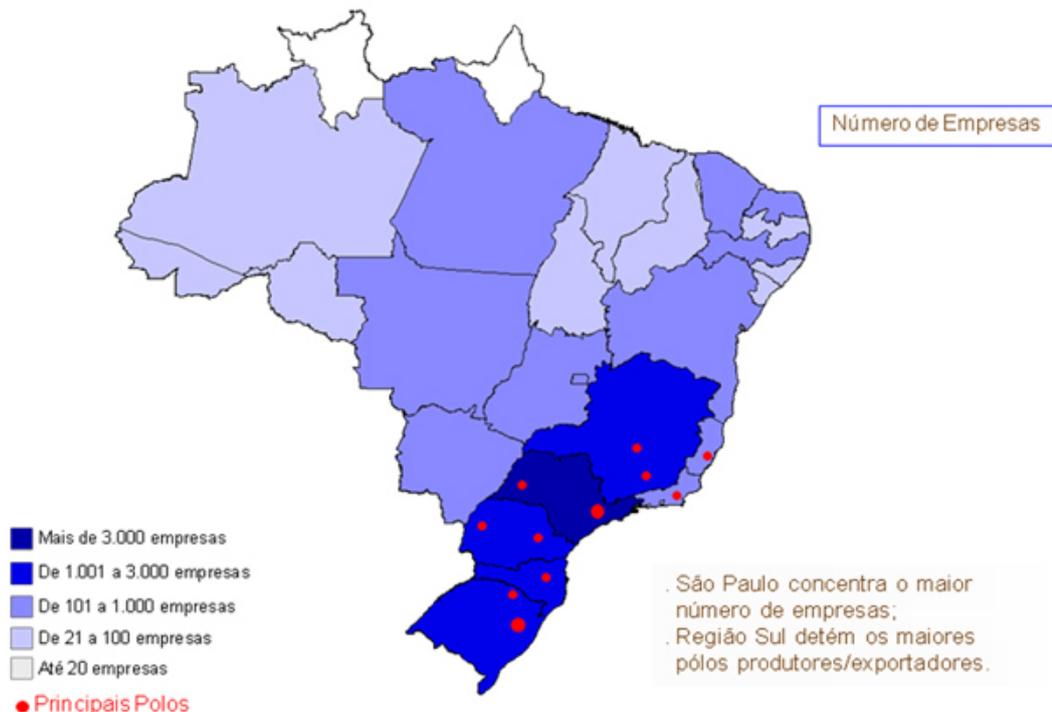


FIGURA 2: Concentração de empresas do setor moveleiro no ano de 2011. Fonte: IEMI / MOVERGS. Disponível em: <http://www.emobile.com.br/dados-do-setor-moveleiro>.



4- Informações do Mercado

4.1- Cenário internacional da indústria de móveis

Durante o iSaloni 2010 aconteceu a 10ª edição do World Furniture Outlook workshop internacional, onde a CSIL - Centro de Pesquisas industriais apresentou o Estudo World Furniture Outlook 2010/2011.

O workshop teve como principal objetivo, a apresentação do estudo, onde os especialistas da CSIL fizeram suas previsões sobre o setor moveleiro em todo o mundo. Dados apresentados durante o evento informam que o comércio moveleiro mundial vem retomando o crescimento. US\$ 92 bilhões em 2009, US\$ 94 bilhões em 2010 e previsões para US\$ 98 bilhões em 2011.

O faturamento estimado nos 60 principais países que englobam a indústria moveleira mundial, gira em torno de US\$ 376 bilhões, dentre eles estão os Estados Unidos, Itália, Alemanha, Japão, França, Canadá e Reino Unido.

Os maiores importadores de móveis são os Estados Unidos, Alemanha, França e Reino Unido, já os líderes em exportações são a China, Itália, Alemanha e Polônia.

Segundo o estudo “Brasil Móveis 2011”, realizado pelo IEMI-Instituto de Estudos e Marketing Industrial, a China superou a União Européia em 2010 e alcançou o primeiro lugar como o maior produtor de móveis do mundo. Sozinho, o país responde por 30,3% de toda a produção mundial.

Este estudo mostra ainda que a China é também o principal fornecedor dos Estados Unidos, o maior mercado consumidor de móveis do mundo. As importações são crescentes no país, em 2010 os EUA importaram 43,7% do total consumido, aumentando 27,7% o volume de importações em relação a 2009.

Dados do IEMI mostram que a produção chinesa cresceu em 2010 18%, a exportação aumentou 30,2% e o consumo interno 13,7%.

4.2- As exportações brasileiras

As exportações brasileiras de móveis vinham evoluindo consideravelmente. Cresceram cerca de 164% entre o período de 1997 e 2008, passando de US\$ 366 milhões para US\$ 968 milhões respectivamente, segundo a Abimóvel – Associação Brasileira da Indústria do Mobiliário.



Desde o ano de 2008 o Brasil passou por uma queda nas exportações devido à crise econômica que assolou todo o mundo. Em 2009 os números fecharam em US\$ 707 milhões. Em 2010 o fechamento deu-se próximo a US\$ 787 milhões.

Exportações Brasileiras de Móveis em 2010

Estado	US\$ FOB
Santa Catarina	261.503.675
Rio Grande do Sul	211.165.843
São Paulo	132.152.969
Paraná	116.115.217
Minas Gerais	40.561.211
Bahia	13.122.873
Rio de Janeiro	2.603.691
Pernambuco	2.486.335
Ceará	1.672.367
Pará	1.589.862
Espírito Santo	1.238.705
Mercadoria Nacionalizada	1.162.203
Goiás	863.327
Mato Grosso do Sul	848.190
Consumo a bordo	724.536
Acre	36.492
Alagoas	15.443
Amazônia	6.921
Tocantins	5.720
Reexportação	5.497
Paraíba	5.078
Rio Grande do	3.980

Norte	
Distrito Federal	1.225
Rondonia	887
Mato Grosso	222
Total	787.892.469

Fonte: MDIC/Decex

Dados da Secex/MDIC mostram o saldo da balança comercial brasileira do setor de móveis.

Tabela 1 – Balança comercial brasileira do setor de móveis de 2003 a 2012 em US\$ FOB.

Ano	Valor exportado	Valor importado	Corrente comércio	Saldo comercial
2003	704.680.228	119.990.396	824.670.624	584.689.832
2004	1.005.502.041	172.712.930	1.178.214.971	832.789.111
2005	1.078.141.785	200.603.868	1.278.745.653	877.537.917
2006	1.052.193.702	273.504.494	1.325.698.196	778.689.208
2007	1.151.440.729	383.039.614	1.534.480.343	768.401.115
2008	1.131.029.140	577.602.605	1.708.631.745	553.426.535
2009	828.426.479	469.264.704	1.297.691.183	359.161.775
2010	882.663.117	726.721.096	1.609.384.213	155.942.021
2011	911.742.307	885.439.834	1.797.182.141	26.302.473
2012	1.063.782.665	1.079.302.555	2.143.085.220	-15.519.890

Fonte: Secex/MDIC

Elaboração: Centro Internacional de Negócios/FIEC

Segundo o estudo “Brasil Móveis 2011”, realizado pelo IEMI - Instituto de Estudos e Marketing Industrial, o Brasil é o 14º país exportador para a União Européia, participando com 1,6% dos produtos adquiridos e transações somando US\$ 281 milhões. Para os Estados Unidos, o Brasil exportou em 2010 US\$ 128 milhões, equivalente a 0,4% do total das importações do país. O estudo mostra ainda que o Brasil é responsável por 79% das exportações do continente sul americano.

4.3- O Projeto BrazilianFurniture

O projeto BrazilianFurniture, parceria entre Agência Brasileira de Promoção das Exportações e Investimentos (Apex), Sindicato das Indústrias do Mobiliário do Distrito Federal (Sindimam) e Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário (Abimóvel), tem como principal objetivo aumentar as exportações brasileiras com foco nos pólos moveleiros do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais,



Espírito Santo, Brasília e Pernambuco, que representam mais de 85% dos móveis produzidos no país e exportados.

O projeto BrazilianFurniture tem como mercado alvos Estados Unidos, Peru, Angola, México, Chile, Colômbia, Rússia, África do Sul e Emirados Árabes Unidos. As vendas das empresas integrantes da iniciativa para estes mercados, avançou 7,5% de 2010 ao ano passado, segundo os organizadores.

Para alguns mercados específicos, as exportações do projeto cresceram bem acima das vendas internacionais do Brasil como um todo. Foi o caso do México. Enquanto as exportações gerais do País para lá avançaram 14%, os envios do BrazilianFurniture cresceram 43% no mesmo período.

“Este resultado comprova a eficiência do modelo que adotamos para dar maior visibilidade à indústria brasileira de móveis nos principais mercados internacionais, com base na preparação das empresas e participação em eventos setoriais no exterior”, comenta Adriana Katekawa, responsável pela área de Inteligência Comercial do Projeto.

5 - Oferta e Demanda Global de MDF

A produção mundial de painéis em 2008 foi de 246,9 milhões de m³, sendo 69% referentes aos painéis de madeira reconstituída (169,5 milhões de m³) e 31% referentes aos painéis de madeira processada mecanicamente. Cerca de 73% da produção mundial esteve concentrada em 10 países, com destaque para a China, responsável por 31% da produção mundial e líder com folga na produção de MDF.

Segundo dados da ABIPA, China e Alemanha são países que têm os maiores consumos per capita de MDF. Destaque também para países emergentes como Brasil e Chile.

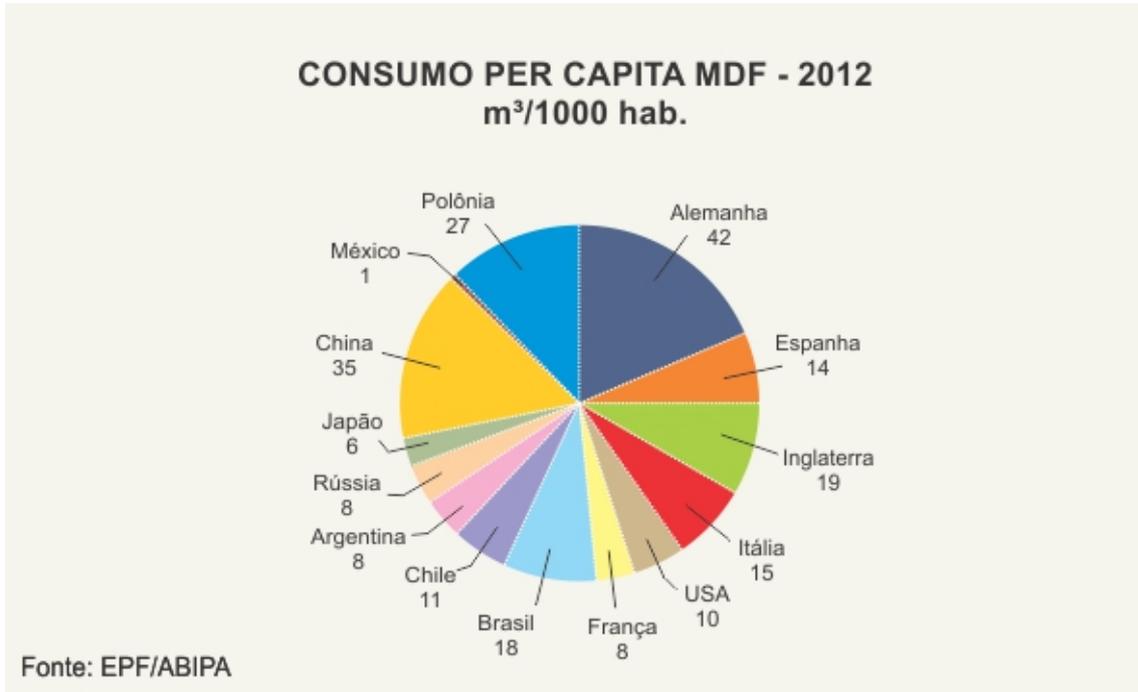


FIGURA 3: Consumo per capita de MDF no ano de 2012.

Uma grande parte dos novos investimentos em unidades de produção de painéis está sendo orientada para países emergentes. Em princípio, a disponibilidade de matéria-prima e a existência de um mercado local com grande potencial, têm sido fatores importantes no processo decisivo para a localização dos novos e substanciais investimentos realizados por empresas nacionais e estrangeiras.

A Europa e América Latina são regiões exportadoras, enquanto Ásia e Estados Unidos e Canadá, caracterizam-se como importadoras. A China se destaca como o maior país importador, adquire em média 1,6 milhões de m³ de MDF por ano.

A Ásia é responsável por 56% do consumo mundial desse painel, seguida pela Europa (22%), pelos Estados Unidos e Canadá (15%) e a América Latina (7%).

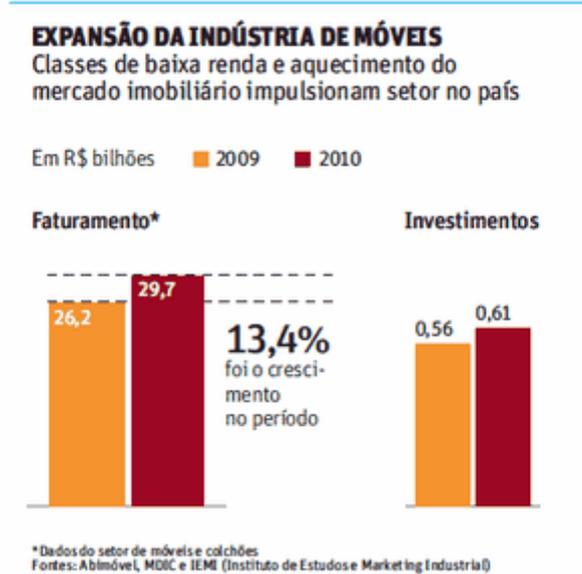
6 - Potencial do Mercado de Móveis

Segundo o portal de notícias globo.com, entre 2002 e 2010 o consumo de móveis e objetos de decoração passou de R\$ 3,1 bilhões para R\$ 17,9 bilhões: uma variação positiva de 569%.

Segundo a Abimóvel, a produção brasileira da indústria de móveis chegou a R\$ 19,8 Bilhões em 2010.

A redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), de 10% para 5%, contribuiu para o crescimento.

Segundo a Fies-Federação das Indústrias do Estado de Sergipe, as importações entre 2009 e 2010 cresceram 110%, de US\$ 90 milhões para o valor de US\$ 189,6 milhões.



7- Políticas de Incentivo

As associações de classe do setor de móveis acreditam que incentivos governamentais possam promover ações para que o crescimento da indústria de móveis de madeira possa alcançar um bom lugar no mercado mundial.

Medidas que inibam a exportação de madeira bruta, maiores incentivos ao reflorestamento, estudos sobre o desenvolvimento de novos materiais, desenvolvimento de um sistema de certificação ambiental e modernização das serrarias que trabalham com extração de madeira, podem contribuir decisivamente para o setor.

Com relação à modernização tecnológica, a facilitação para importações de máquinas e equipamentos, cursos profissionalizantes direcionando o aprendizado para uma formação técnica mais moderna, acesso a sistemas de projeto informatizados, apoio a participação de empresas técnicas e pesquisadores em feiras e congressos internacionais e a efetiva aplicação de um programa de desenvolvimento tecnológico para o setor.

Sobre à organização industrial, a redução da incidência dos impostos indiretos sobre o setor, promoção da redução dos custos de transporte, principalmente o portuário, incentivo a formação de pólos industriais, regulamentação de normas técnicas para o setor e promoção da integração e cooperação entre empresas, centros técnicos e universidades são também medidas complementares.



8- Verticalização e Competitividade

A verticalização que impõe inúmeros processos com diversas etapas localizadas em uma mesma planta industrial, é justificada pelas empresas, como meio de assegurar o próprio fornecimento, a qualidade dos insumos e também uma proteção contra uma excessiva tributação sobre a organização industrial.

Em contrapartida, países líderes no comércio internacional como Itália e Alemanha, caracterizam-se pela reduzida verticalização da produção, mantendo suas vantagens competitivas na modernização e atualização tecnológica de máquinas e equipamentos. Especializam as diversas etapas e tipos de produtos, terceirizando, subcontratando, trazendo padrão homogêneo e limitado número de modelos desenvolvidos.

Especialistas do setor entendem que a redução da verticalização e a modernização do processo produtivo com a introdução de máquinas e equipamentos modernos para a melhoria de cada etapa da produção, é fator fundamental de competitividade no segmento.

Unidades de processamento com prensas contínuas obtêm menores custos de produção pela redução do consumo de matéria-prima, menores perdas no processo, menor número de empregados e menor consumo de energia elétrica.

9- A Indústria MDF

Segundo relatório da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (Abraf – 2010), o setor nacional de painéis de madeira industrializada mostrou-se fragilizado em função da crise mundial no primeiro semestre de 2009, com uma queda nas exportações de 30% dos diferentes tipos de painéis com relação ao ano anterior, e 20% de redução das vendas no mercado doméstico.

Apesar disso, o segmento mostrou-se resistente em meio ao clima adverso, mantendo parte dos investimentos anunciados.

O ano de 2009 foi marcado por uma consolidação no setor, através da fusão e aquisição de empresas. Uma destas fusões resultou na criação da oitava maior produtora mundial deste tipo de painéis (Duratex).

No fim do mesmo ano houve desoneração tributária do IPI (fixada em 5%) para painéis de madeira, móveis e estofados, juntamente com a queda dos preços das resinas uréicas e melamínicas, utilizadas na fabricação dos painéis MDP e MDF.

9.1 – O Brasil entre os maiores produtores mundiais de painéis de madeira

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira (Abipa), o Brasil está entre os mais avançados do mundo na fabricação de painéis de madeira reconstruída, tornando-se um centro de produção mundial, com o maior número de fábricas de última geração, investimentos contínuos em tecnologia e automação, além de modernos e versáteis parques industriais.

De acordo com dados da Abipa/Secex, no período de 2005 a 2012 o país apresentou um crescimento expressivo na produção de painéis de madeira e diminuição das importações e exportações. Destaque para o consumo interno de MDF que cresceu aproximadamente 159% no mesmo período e a capacidade nominal instalada triplicou.

CONSOLIDADO (m) ³					
Ano	Produção	Importação	Exportação	Consumo Interno	Capacidade Nominal Instalada m ³
2005	3.961.746	262.670	417.320	3.807.096	5.100,000
2006	4.426.471	325.750	378.910	4.373.311	5.300,000
2007	4.963.082	242.880	292.240	4.913.722	6.042,000
2008	5.201.522	265.580	209.870	5.257.232	6.412,000
2009	5.283.454	159.770	179.080	5.264.144	8.145,000
2010	6.434.309	182.607	126.674	6.490.242	9.177,000
2011	6.471.815	191.856	163.646	6.500.025	10.090,000
2012	7.303.668	105.452	248.094	7.161.026	10.355,000

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

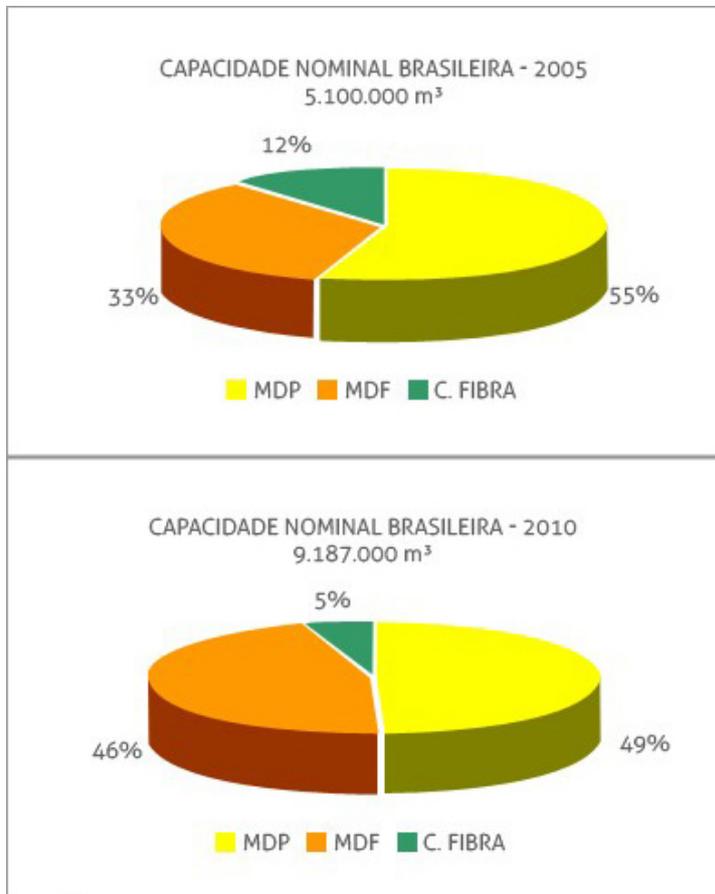
Fonte: ABIPA/Secex. Disponível em: <http://www.abipa.org.br/numeros.php>.

A evolução do consumo de painéis de madeira reconstruída no Brasil está intimamente ligada à evolução do PIB nacional. E a produção de MDF já superou a quantidade fabricada de aglomerados.

Adicionalmente, intensificou-se a verticalização das empresas em atividades florestais, bem como os investimentos na melhoria da produtividade e na qualidade de suas florestas, na busca pela auto-sustentação.

Segundo a Abipa (2011), entre 2005 e 2010, a capacidade nominal brasileira passou de 5,1 milhões de m³ para 9,2 milhões de m³, um crescimento superior a 80%, como reflexo da entrada de capital de mais de R\$ 1,1 bilhão. Neste período, a chapa de fibra

viu sua representatividade no mercado cair de 12% para 5%, assim como o MDF, que registrou queda de 6% - embora mantenha a liderança no setor. Já a capacidade de produção das chapas de MDF registrou aumento de 13%.



Fonte: Abipa

FIGURA 3: Capacidade nominal Brasileira nos anos de 2005 e 2010. Fonte: ABIPA. Disponível em: <http://www.abipa.org.br/numeros.php>

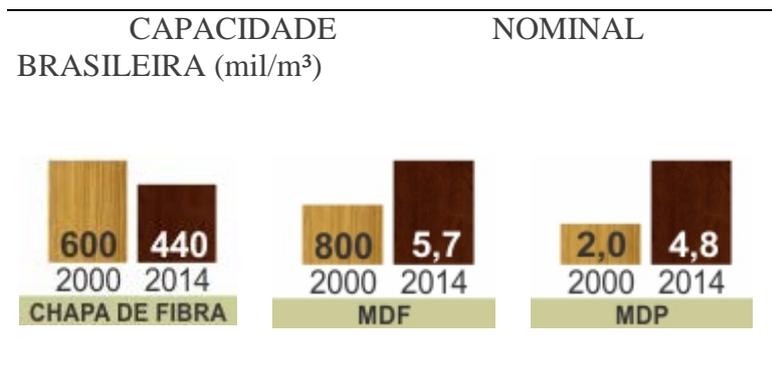


FIGURA 4: capacidade Nominal Brasileira de chapas de fibra, MDF e MDP no ano 2000 e estimativas para 2014.

Fonte: ABIPA. Disponível em: <http://www.abipa.org.br/numeros.php>

Dados da Abipa mostram também um faturamento bruto total do setor em 2011 de R\$ 5,8 bilhões, sendo que as exportações somaram 75,8 milhões de dólares. Para o período 2010-2014 estão previstos novos investimentos com valores aproximados de US\$ 1,2 bilhão na instalação de novas unidades industriais, ampliando a capacidade instalada de 10 milhões de metros cúbicos (2011) para aproximadamente 10,9 milhões de metros cúbicos em 2014.

Os dados mostram ainda um rápido crescimento das exportações, atingindo um patamar de 20% da produção nacional e deverá haver uma ampliação na medida em que a capacidade produtiva cresça acima do consumo interno.

Nosso país dispõe de condições bastante especiais para se consolidar como um importante produtor mundial de painéis de madeira e grande alavancador de novos investimentos. Dentre elas citamos:

- A estabilização da economia e a incorporação de novas parcelas de consumidores, particularmente as famílias de menor renda.
- O dinamismo do mercado interno, com altas taxas de crescimento da indústria moveleira e da construção civil.
- Dimensões do Brasil tornam a indústria nacional de painéis em situação privilegiada para expansão com grande potencial de oferta de matéria-prima.
- Tecnologia que permite a utilização de extensas plantações de florestas de rápido crescimento (pinus e eucalipto).



- Estudos realizados pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO, denominado “Tendencias y perspectivas del sector forestal em América latina y el Caribe” projetando o setor até o ano de 2020, estimam que a produção brasileira de painéis pode chegar a 12 milhões de m³ e o painel de MDF, caso se confirmem as projeções, representará 21% do total. O estudo prevê ainda, que a produção deverá concentrar-se nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil.

9.2 – Origem dos Painéis

- a) 65% do aglomerado é adquirido no Paraná, 17,5% em São Paulo e 17,5% em Minas Gerais;
- b) 56,40% do compensado é adquirido no Mato Grosso, 36% no Paraná e 7,6% em outros Estados;
- c) 63,20% do laminado é adquirido no Paraná, 26,30% em Rondônia e 10,5% em outros Estados;
- d) 46,20% do MDF é adquirido em São Paulo, 46,20% em Minas Gerais e 7,60% no Paraná.

Dentre os principais fornecedores de chapas (compensados, MDF, de fibra dura e aglomerados) encontramos: Duratex/Satipel, Eucatex e Masisa.

Cerca de 85% da produção de móveis de Ubá são vendidas para consumidores das classes B, C, D e E (SEBRAE 2009), Minas Gerais (33% – 2% local, 2% microrregional, 5% região da Zona da Mata e 24% outras regiões do Estado), Rio de Janeiro (25%) e Espírito Santo (24%). As empresas trabalham também na produção de marcas próprias.

A maior parte da produção é comercializada em grandes redes varejistas. Para este segmento, são produzidos móveis mais básicos, com pouco design.

Os clientes internacionais são Espanha, Estados Unidos, México, Chile, Uruguai, Costa Rica e Angola, que adquirem seus produtos de grandes empresas que exportam isoladamente e de dois consórcios de exportação, o Movexport e o Minas Furniture.

Em 2007 as exportações somaram US\$ 7,6 milhões (CGIM, 2009).

9.3- Principais Pólos Produtores de Móveis no Brasil

TABELA 2: Principais estados e cidades produtoras de móveis no Brasil:

PARANÁ	RIO GRANDE DO SUL	SANTA CATARINA
- Curitiba - Araçongas - Londrina - Cascavel - Francisco Beltrão	- Bento Gonçalves - Caxias do Sul - Restinga Seca - Santa Maria - Erechim - Lagoa Vermelha - Passo Fundo - Canela - Gramado	- Rio Negrinho - São Bento do Sul - Chapecó - Coronel Freitas - Pinhalzinho - São Lourenço do Oeste - Otacílio Costa
ESPIRITO SANTO	MINAS GERAIS	SÃO PAULO
- Colatina - Linhares - Vitória	- Ubá - Bom Despacho - Martinho Campos - Uberaba - Uberlândia - Carmo do Cajuru	- Votuporanga - Bálamo - Jaci - Mirassol - Neves Paulista - Itatiba - São Bernardo do Campo
BAHIA	CEARÁ	MARANHÃO
- Salvador	- Fortaleza	- Imperatriz
PERNAMBUCO	AMAZONAS	
- Recife	- Manaus	

Fonte: Portal Moveleiro. Disponível em
http://portalmoveleiro.com.br/polos/polos_abertura.html

TABELA 3: Número de empresas, número de empregados e principais mercados atendidos pelos principais pólos moveleiros do Brasil.

Pólo moveleiro	Nº de empresas	Nº de empregados	Principais mercados atendidos
Ubá-MG	300	3.150	MG, SP,RJ,BA e exportação
Bom Despacho, MG	117	2.000	MG
Linhares e Colatina, ES	130	3.000	SP,ES,BA e exportação
Araçongas, PR	145	5.500	Todos os estados e exportação

Votuporanga, SP	85	5.000	Todos os estados
Mirassol, SP	210	8.500	PR, SC, SP e exportação
Tupã, SP	54	700	SP
São Bento do Sul, RS	210	8.500	PR, SC, SP e exportação
Bento Gonçalves, RS	370	10.500	Todos os estados e exportação
Lagoa Vermelha, RS	60	1.800	RS, SP, PR, SC e exportação

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário, 2005.

9.3.1- Pólo moveleiro de Ubá

O Arranjo Produtivo Local (APL), ou Pólo Moveleiro de Ubá - MG, cidade com 94 mil habitantes é hoje o maior pólo moveleiro do Estado, sendo Minas, o terceiro maior do país. É formado por nove municípios: Ubá, Guidoal, Rodeiro, Visconde do Rio Branco, São Geraldo, Tocantins, Guiricema, Piraúba, e Rio Pomba.

Ubá, Visconde do Rio Branco e Rio Pomba, são na ordem, as cidades que apresentam a melhor infraestrutura para instalação do empreendimento.

Cerca de 95% das empresas são indústrias de micro e pequeno porte. Com produção diversificada, destacam-se as linhas de camas, guarda-roupas, cômodas e criados, sala de jantar e estofados.

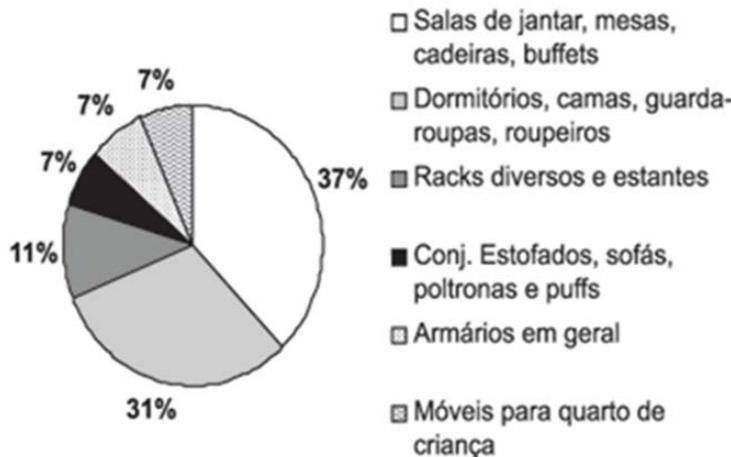


FIGURA 5: Distribuição percentual dos principais produtos em termos de faturamento, das empresas pesquisadas no pólo moveleiro de Ubá. Fonte: Scielo Brazil. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n2/a20v33n2.pdf>

9.3.2- Consumo de Madeira na Forma de Painéis no Pólo Moveleiro de Ubá

Atualmente a principal matéria-prima é o MDF que vem de grandes empresas instaladas principalmente no Sul do Brasil a uma distância igual ou superior em 1.000 km o que resulta em um frete próximo a 15% sobre o valor do produto.

De acordo com informações fornecidas pelo Sindicato Intermunicipal das Indústrias do Mobiliário de Ubá – Intersind (dez/2010), o pólo moveleiro consome cerca 10.000 m³ / mês de madeira sólida de eucalipto e 40.000 m³ / mês de painéis. Considerando que o MDF representa atualmente 46% da indústria de painéis, temos um potencial de mercado local da ordem de 18.400 m³ mês.

Considerando o valor médio de venda do m³ de MDF pelos fabricantes no mercado (580,00) e o consumo atual do pólo moveleiro de Ubá (18.400 m³ mês) temos um potencial de vendas em torno de R\$ 10.672.000,00/mês.

Ainda segundo o Sindicato, em 2010 houve um crescimento de 15% em relação ao ano anterior e estima-se um crescimento de 12% no ano de 2011.

Considerando um crescimento médio anual em torno de 10%, acreditamos ser recomendável uma unidade de produção de um volume entre 180 mil a 300 mil m³ ano.

10- Recursos Florestais

O setor florestal brasileiro é um dos mais desenvolvidos e competitivos do mundo. O País detém uma parcela significativa dos plantios globais: 7,0 milhões de hectares, de acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF,2013).

Dentre os Estados, o destaque fica por conta de Minas Gerais e São Paulo, seguido da Bahia, que representam 60,5% do total de eucalipto plantado no país, servindo de matéria-prima para os setores de celulose e papel, carvão, chapas, aglomerados, laminados, cavacos e serraria, dentre outros. Nos Estados do sul ficam concentrados os plantios de pinus e acácia negra (ABRAF, 2013).

Estudos realizados pela empresa STCP Engenharia de Projetos, os setores de papel e celulose, siderurgia e de painéis reconstituídos (aglomerado, MDF e OSB) tem expectativa de investimentos da ordem de US\$ 20 bilhões de dólares até 2015, mas ainda assim, entre 2010 e 2020, com a evolução do consumo bem acima deste percentual, poderemos ter déficits anuais de aproximadamente oito milhões de toneladas de madeira.

O quadro abaixo mostra a perspectiva de “apagão”, para madeira com diâmetro acima de oito cm, nos Estados do sul do país.

A demanda por madeira virá como uma preocupação adicional, devido a um ordenamento florestal não ajustado, que poderá causar um desequilíbrio entre oferta e demanda.

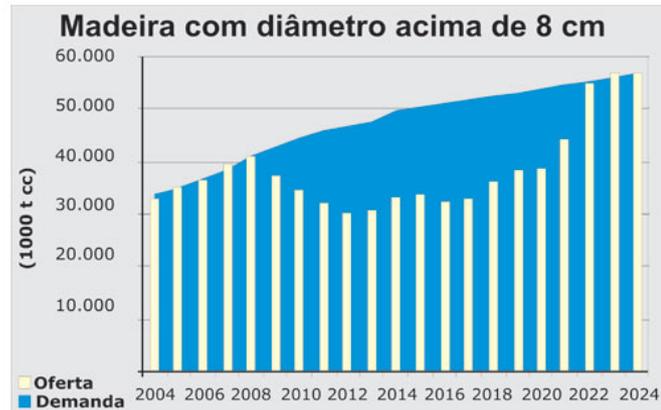


FIGURA 6: Oferta e demanda de madeira entre os anos de 2004 e 2024. Fonte: MASISA. Disponível em: <http://www.masisa.com/bra/>. Fonte: Masisa

A conclusão da abordagem sobre o setor florestal, que sustenta a indústria de painéis e madeira sólida, não é diferente dos outros segmentos de fibra para celulose e energia, ou seja:

1. O Brasil possui enorme potencial, condições excepcionais de clima, solo, dimensões continentais, que permitem a exploração racional, o desenvolvimento de novas florestas, remanejamentos, cultivos de novas espécies e reflorestamentos. Estas posições podem destacar cada vez mais o país frente ao mundo que luta contra a escassez de matéria-prima.
2. A participação dos pequenos e médios fazendeiros, na produção, é fundamental e tem gerado resultados positivos, com benefícios sociais e ambientais, respeitadas as proporcionalidades legais das áreas para exploração da silvicultura.
3. O plantio de pinus e eucalipto vêm contribuindo para a redução do aquecimento global, preservando reservas importantes da biodiversidade natural brasileira, que entremeiam os plantios de alta produção.

Essa enorme vantagem competitiva poderia ser utilizada para a colocação da indústria brasileira de móveis de madeira em posição de concorrência em nível internacional.

10.1- O Eucalipto

O Brasil possui o maior potencial do mundo na produção de madeira de reflorestamento, sobretudo de eucalipto, que tem se convertido na maior vantagem competitiva no mercado de celulose e, provavelmente, se refletirá no de painéis.

Podemos observar uma tendência das empresas que trabalham o setor de painéis de madeira, para migração da produção utilizando o eucalipto. Hoje o Brasil e, em especial, Minas Gerais detêm tecnologia de ponta, chegando mesmo a exportar conhecimentos técnicos e científicos para a Austrália, a terra de origem do eucalipto.

Acreditando que a tendência deste consumo é crescente e que já possa sustentar mais indústrias deste produto no Estado, e considerando o potencial florestal dada a disponibilidade de terra e as condições edafoclimáticas favoráveis, sentiu-se a necessidade de se investigar a viabilidade de se instalação de uma indústria de painéis.

10.2- Aspectos relacionados à aquisição da matéria-prima florestal

A existência de um mercado fornecedor de matéria-prima florestal é fator crucial ao desenvolvimento de uma indústria de produção de mdf. A proximidade desse mercado fornecedor de madeira seria um dos pontos primordiais de vantagem competitiva para essa indústria, visto o alto custo de transporte florestal.

Também é importante considerar experiências de programas de sucesso desenvolvidos desde a década de 1970, como o Prodemata - Programa de Desenvolvimento Rural Integrado, que demonstram como os produtores rurais podem participar e lucrar com esse mercado, sem provocar concorrência com outras culturas alimentares. Gerando crescimento socioeconômico para a região.

Além disso, um trabalho desenvolvido de 2008 a 2011 pelo professor José de Castro, do departamento de Engenharia Florestal da UFV – Universidade Federal de Viçosa, foi capaz de plantar 4.000 hectares de eucalipto. O projeto com o objetivo de fomentar o plantio para abastecimento do Polo Moveleiro de Ubá e incremento da renda dos produtores da Zona da Mata, com o apoio técnico da UFV e do IEF – Instituto Estadual de Florestas, forneceu aos produtores da região 2.000 mudas, 150 kg de N-P-K(6-30-6) e 10 kg de isca formicida para cada hectare plantado. Com o incentivo, o projeto foi capaz de aumentar a oferta de madeira na região e beneficiar 841 propriedades de 48 municípios, dando aos produtores mais uma oportunidade de negócio.

10.2.1 - Custo de produção da matéria-prima florestal

Em 1 hectare (10.000 m²) é possível plantar 2.500 mudas de eucalipto com espaçamento de 2 x 2 metros entre as linhas e entre as plantas, ou seja, em 1 alqueire paulista seriam 6.050 mudas.



O custo médio de implantação da área nos dias atuais é de aproximadamente R\$ 3.500,00/ha, já incluído a muda, combate a formiga, adubação, considerando uma área de pastagem limpa. Esse valor pode atingir a casa dos R\$ 6.000/ha, caso seja contratado um serviço de assistência técnica.

O custo de manutenção é estimado em R\$ 100 a 150/ha ano.

A colheita tem seus custos em torno de R\$ 3.500 – 4.000/ha quando em terrenos tipo morro e de R\$ 1.750 – 2.000/ha em terrenos planos, onde é praticável a mecanização. Os dados médios de produtividade após 7 anos é de 350 à 450 m³ de madeira por hectare, variando conforme material genético, manejo-tratos culturais, tipo de solo-fertilidade, insolação e temperatura.

- Considerando que a produção de eucalipto é de 30 m³ por ha ano, em 7 anos teremos em 1.000 ha 210.000 m³. Serão necessários então de 7 a 10 mil ha plantados para abastecer a indústria de 180.000 m³ ano.

10.2.2 - Estratégia para a produção da matéria-prima florestal

Segundo o estudo do professor José de Castro Silva do Departamento de Engenharia Florestal da UFV, 35 mil hectares plantados seriam suficientes para atrair uma fábrica de painéis para Ubá.

O Pólo de Excelência em Florestas tem desenvolvido ações para no futuro se tornar independente na produção de chapas de MDF. Um convênio entre Governo do Estado, UFV (Universidade Federal de Viçosa), Intersind (Sindicato Intermunicipal das Indústrias de Marcenaria da Ubá e Região) e Sebrae vem incentivando os produtores rurais para o cultivo de eucalipto.

Os produtores recebem mudas, insumos, adubos e formicidas, fornecidos pelo IEF (Instituto Estadual de Florestas). A Emater-MG fornece acompanhamento técnico para o cultivo e manejo corretos. O Sebrae sensibiliza e orienta os agricultores, com palestras e aulas práticas sobre o eucalipto.

Está em processo de desenvolvimento, o projeto de um laboratório que proponha soluções para o aproveitamento dos resíduos das empresas, além de destinação correta dos mesmos.



11- Projeto industrial

11.1- Escala mínima ótima da produção industrial de MDF

Com base na escala de produção de uma indústria de painéis de grande porte, conclui-se que a escala ótima de produção para MDF será de 180 mil m³ por ano.

11.2. Especificações da madeira (toras) para a produção destes painéis

11.2.1. Diâmetro mínimo e máximo

O diâmetro (DAP) ideal para obtenção de madeira para a fabricação de painéis de aglomerado/MDP e MDF deve estar entre 5 a 28 centímetros.

11.2.2. Comprimento

É possível produzir partículas e fibras de toretes com comprimentos que variam de 0,5 m a 6 m de comprimento. Neste projeto iremos utilizar toras com 3,6 m de comprimento.

11.2.3. Idade

Toras com 3,6 m de comprimento e diâmetro de 5 cm a 28 cm é resultado de um corte da floresta com 5 a 8 anos de idade. Neste projeto utilizaremos idade fixa de 5 anos.

11.3 - Identificação e dimensionamento das máquinas industriais

Produção de Painéis de MDF

- a) Pátio da indústria: Local adequado para armazenamento das toras.
- b) Descascador: As toras recebidas com casca são descascadas em um descascador de tambor, pois sua presença no processo produtivo diminui a qualidade dos painéis de MDF. Os equipamentos utilizados na remoção da casca podem ser de sistema abrasivo, hidráulico ou mecânico.
- c) Picador (Chipeadora): As toras descascadas são enviadas ao picador que as reduzirá a cavacos. Nessa fase a tora de madeira é submetida à ação de facas que a transforma em pequenos fragmentos denominados cavacos, cuja área superficial média oscila entre 6 e 10 cm² e a espessura média é inferior a 1 cm. Os picadores podem ser de disco, cilindro ou anel, em função do tipo e forma da matéria-prima.
- d) Desfibrador: O processo de desfibramento da madeira se inicia com a transformação das toras em cavacos. Os processos utilizados no desfibramento da

madeira são: mecânico, termo-mecânico, químico-mecânico e de explosão. O processo de desfibramento utilizado para produção de painéis MDF é o termo-mecânico, onde as indústrias utilizam o processo ASPLUND. Trata-se de processo contínuo e fechado, e baseia-se na utilização das propriedades termoplásticas da matéria-prima lignocelulósica. O equipamento é constituído de um cilindro para aquecimento a vapor dos cavacos, sistema de transporte de cavacos e desfibrador a discos, de forma integrada, evitando o resfriamento dos cavacos. Este equipamento opera com disco de 42 pol. (107 cm) de diâmetro a uma rotação de 1500 rpm, movido com motor de 3400 hp e pode produzir diariamente 75 a 200 toneladas de fibras secas. Existem atualmente, desfibradores maiores com motores de alta potência, que opera com discos de até 152 cm e podem processar diariamente até 720 toneladas de fibras secas (IWAKIRI, 2005).

e) Lavagem e peneiramento: Após o desfibramento, as fibras de madeira passam pelo processo de lavagem e peneiramento, sendo que as fibras não individualizadas seguem para o refinador de discos para reprocessamento.

f) Aditivos: A massa de fibras é conduzida para os tanques onde é feito o controle da consistência e, posteriormente, para os recipientes de engomadura. A engomadura é realizada com o objetivo de aumentar a resistência à água e/ou resistência mecânica dos painéis, dependendo do produto químico utilizado. Os principais agentes engomadores repelentes à água são: breu, emulsão de parafina.

g) Aplicador de cola/resina e secagem das fibras: A resina utilizada é a uréia-formaldeído na proporção de 8 a 10% de sólido resinoso, base peso seco das fibras. Cerca de 5 a 10% de resina melamina-formaldeído, em relação ao peso da uréia-formaldeído, pode ser adicionado com o objetivo de aumentar a resistência à umidade. A secagem das fibras é realizada por meio de sistema “flash”, de um ou dois estágios. O secador de um estágio consiste de um tubo de 69 metros ou mais de comprimento, com um sistema pneumático de arraste do material. O calor pode ser gerado através de gás, óleo, pó de lixamento, ou combinação destes, ou ainda, por um trocador de calor. O secador de duplo estágio tem comprimento total de tubo em torno de 122 metros e realiza a secagem em duas fases (IWAKIRI, 2005).

h) Formação do colchão e pré-prensagem: A máquina formadora do colchão é baseada no princípio empregado no processo de formação do papel e chapas duras, do tipo “fourdrinier”. No entanto existe no mercado um equipamento denominado de formador Rando-Wood MDF, com a técnica da indústria têxtil. Cada formador produz um colchão de uma simples camada, com arranjo entrelaçado de fibras. O colchão formado é assentado sobre uma esteira transportadora para conduzi-lo à linha de prensagem. Segundo a literatura, um formador pode assentar até 150 toneladas de colchão por dia, com largura máxima de 2,54 metros (IWAKIRI, 2005).

i) Prensagem: A prensagem dos painéis pode ser realizada em prensa estática de pratos múltiplos ou em prensa contínua plana.

j) Resfriamento: Após a prensagem, os painéis de MDF são colocados num sistema de garfos giratórios para um período de resfriamento. Posteriormente, são empilhados por um período mínimo de 48 horas de climatização, até atingirem a temperatura e umidade de equilíbrio ambiente.

k) Esquadreamento e serra: Após o acondicionamento, os painéis são esquadrejados para ajustes dos comprimentos e larguras de acordo com os padrões comerciais. Os equipamentos utilizados são automatizados e de alta produtividade, e processam cortes paralelos simultâneos nos sentidos de comprimento e largura dos painéis.

l) Lixadeira: O lixamento é a última fase do processo de produção, e consiste em padronizar a espessura e conferir melhor acabamento superficial aos painéis, assegurando condições adequadas para a aplicação de materiais de revestimento.

m) Transporte: Transporte dos painéis já prontos para o pátio de estocagem e para a distribuição no mercado.

n) Área de estocagem: Área destinada à espera dos painéis para serem embalados ou receberem acabamentos

11.4 - Layout ideal para uma indústria de painéis

MDF

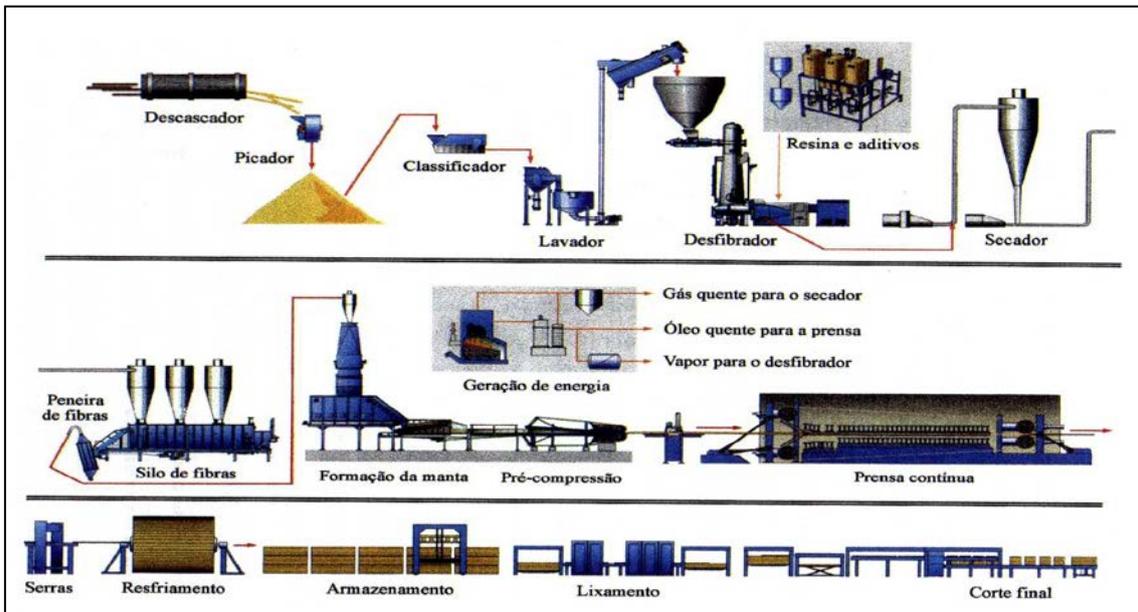


Figura 7 - Layout básico de uma fábrica de MDF.

Fonte: CASTRO (2000)

Sequência do processo de produção das chapas de fibra em laboratório.



Figura 8 Sequência do processo de produção das chapas de fibra em laboratório.

Fonte: NEVES (1988)

12 - Aspectos ambientais e sociais de uma indústria de painéis

As empresas de painéis de madeira mantêm importantes ações que visam estimular o respeito à natureza e a integração do homem com o meio que o cerca. Essas ações, de forma resumida, estabelecem princípios para as atividades de produção das indústrias de painéis, que garantem a manutenção da integridade do ecossistema. A área total de florestas plantadas do segmento de painéis é de 500 mil hectares, de recursos renováveis, da qual resulta toda a produção de madeira para as indústrias de painéis. Isso representa apenas 0,5% da área total do país, 260 mil hectares são de reservas naturais e de preservação permanente (ABIPA, 2011).

12.1- Impactos positivos e negativos causados

O processamento industrial da madeira, em especial a fabricação de painéis de MDP e MDF, é um emissor de material particulado e gasoso para a atmosfera. O material particulado é formado de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho (SILVEIRA, 2010).

A toxicidade das substâncias presentes nas resinas utilizadas no processo de produção dos painéis de MDP e MDF merece especial enfoque. As resinas adesivas normalmente utilizadas são à base de uréia-formaldeído e melamina-formaldeído, sendo que o formaldeído, principal componente das resinas sintéticas, é uma substância cancerígena. Além disto, os painéis exigem o uso de outras substâncias, tais como: as ignífugas (substâncias químicas usadas para diminuir o ponto de combustão), os fungicidas e/ou inseticidas e a parafina, usada para dar impermeabilidade ao material (PEREIRA, 2003). No processo de fabricação de aglomerados, presentes na poeira de madeira processada, os solventes, tintas, vernizes, resinas e colas são aerodispersóides, considerados os principais agentes desencadeantes de sintomas respiratórios (WILLEKE e BARON, 1993).

Na produção dos painéis as emissões atmosféricas sofrem interferência em função dos combustíveis (pó de lixamento, gás natural, óleo e outros tipos de biomassa) utilizados para a secagem das partículas da madeira e no aquecimento das prensas, pois nesses processos há liberação de gases e material particulado para a atmosfera. Segundo CHIPANSKI (2006) apud AUSTRALIA (2002), as emissões típicas nos secadores são compostas por pó de madeira, hidrocarbonetos condensáveis, compostos orgânicos voláteis (VOCs) e produtos da combustão como monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio. A parte orgânica das emissões inclui: metanol, ácido acético, etanol e formaldeído. As quantidades emitidas estão diretamente relacionadas à espécie da madeira, à temperatura de secagem e ao combustível utilizado. Cabe ressaltar que a secagem das partículas é a fonte principal da geração dos VOCs, respondendo por 70%, sendo que a segunda contribuição é a prensagem a quente, a qual responde por 20% (HUNT, 1991).

A matéria-prima para a produção dos painéis de MDP e MDF é proveniente de florestas plantadas, o que contribui para diminuir a pressão exercida sobre as florestas nativas, colaborando para a preservação destas. A principal vantagem dos painéis de MDP e MDF é a aplicação como substituto da escassa e encarecida madeira maciça em diferentes usos, como na fabricação de móveis, portas, pisos, rodapé etc.

13- Mercado Fornecedor de Adesivos

O mercado de adesivos termofixos no Brasil é concentrado em poucas empresas. A Abraf - Associação Brasileira dos Produtores de Formol e Derivados, apresenta apenas 11 empresas em seu quadro de associadas. As maiores, Synteko, e a norte-americana Hexion Química detêm cerca de 80% do segmento. Existem ainda concorrentes de menor proporção como Dynea, do grupo chileno Arauco e a norte-americana Georgia Pacific.

As duas primeiras já registraram aumento nas vendas e se preparam para atender o aumento de demanda, que deve crescer entre 30% e 40% nos próximos anos, em um mercado estimado em cerca de R\$ 800 milhões e 780 mil toneladas/ano.

A Hexion, maior fabricante mundial do setor, que no ano de 2007 apresentou faturamento de US\$ 5,5 bilhões, possui unidade fabril em Curitiba – PR com capacidade produtiva de 230 mil toneladas. Em 2008 investiu outros R\$ 40 milhões em nova fábrica de adesivos com capacidade de produção de 150 mil toneladas por ano, em Glorinha (RS). Em 2010 inaugurou nova unidade em Monte Negro – RS.

Entre os diversos usos para os adesivos destacam os insumos para a produção de placas de madeira, papéis melamínicos, adesivos industriais e insumos para as indústrias automobilística, farmacêutica e de cosméticos.



Os novos projetos da indústria de painéis de madeira e os potenciais de crescimento apresentados estão aquecendo o mercado de adesivos termofixos, usadas em chapas como aglomerado e MDF.

A disputa entre as empresas de adesivos deve aumentar com os novos projetos na área de chapas segundo estima a Associação Brasileira da Indústria de Painéis (Abipa).

14- Mercado Concorrente de MDF

14.1 - DURATEX S.A.

O Grupo Itaú S.A. detém 39,6% do capital, e a Companhia Ligna 17,0% de Investimentos. O restante do capital pulverizado no mercado.

É a maior empresa produtora de painéis de madeira industrializada do Hemisfério Sul e líder no mercado brasileiro – chapas de fibra, MDP, MDF/HDF/SDF, pisos laminados com a marca Durafloor e peças semi-prontas sob a marca Multiform. Também é líder em metais e louças sanitárias, com as marcas Hydra e Deca.

Obteve no 1º trimestre de 2013 um lucro líquido de R\$ 149 milhões, o que representa crescimento de 72,7% na comparação com o mesmo período de 2012.

A receita líquida consolidada da companhia saltou 17,9% nos três primeiros meses de 2013 sobre um ano antes, para 869,5 milhões de reais, ajudado, tanto por sua divisão de painéis de madeira quanto na divisão de louças sanitárias Deca, que avançaram 18,5 e 16,8 por cento, respectivamente.

Cerca de 91% das vendas são provenientes do mercado interno, e o restante, principalmente, dos Estados Unidos, Europa e América do Sul.

Complexo industrial composto por doze unidades industriais, sendo 8 no Estado de São Paulo, 2 no Rio Grande do Sul, 1 em Minas Gerais, 1 em Pernambuco e 1 no Rio de Janeiro.

Aproximadamente 10.000 colaboradores. Sede administrativa em São Paulo. Também está presente na Argentina, por meio da Deca Piazza, e nos Estados Unidos e na Europa, por intermédio das subsidiárias comerciais Duratex North America e Duratex Europe, respectivamente.

Possui aproximadamente 224 mil hectares com florestas plantadas, predominantemente de eucaliptos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, e garantem elevado grau de auto-suficiência. Em 2009 lançou objetivo para implantação de uma fábrica de resinas.

No Rio Grande do Sul a Companhia desenvolveu fluxo de abastecimento de madeira compatível com uma capacidade de 450 mil m³ anuais em 2009/2010 ampliando seus



investimentos em florestas para atender a necessidade que advirá da expansão da planta prevista para 2011.

Somente no Triângulo Mineiro são mais de 60 mil hectares de florestas, com plantio em Monte Carmelo, Estrela do Sul, Araguari, Indianópolis, Nova Ponte e Romaria.

Em 2008 adquiriu duas concorrentes no segmento de louças sanitárias: Ideal Standard, Jundiá (SP), Queimados (RJ) e Cerâmica Monte Carlo, em Cabo de Santo Agostinho - Pernambuco.

Desta forma, a Deca passou a ser a única do setor a possuir fábricas nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste passando a deter cerca de um terço da capacidade brasileira de produção de louças e se tornou uma das 10 maiores empresas mundiais do ramo.

Em 2009 ocorreu a associação entre a Duratex (foco em MDF) e a Satipel (foco em MDP) Agudos (SP) e Uberaba (MG) respectivamente. A capacidade produtiva total esta em torno de 4 milhões m³ ano em painéis de madeira, 6 milhões m² ano em pisos laminados, 1,5 milhão m² ano em componentes e quase 23 milhões de peças para louças e/ou metais sanitários.

A empresa planejou para 2011 o investimento de R\$ 1,2 bilhão na construção de mais duas fabricas de MDF. Parte do valor será financiado pelo BNDES.

Com todos esses investimentos o valor de mercado da Duratex subiu de R\$ 455 milhões, no final de 2008, para R\$ 8,2 bilhões em dezembro de 2010.

Para governança corporativa, adota práticas diferenciadas: emissão apenas de ações ordinárias (uma ação, um voto), tagalong de 100% e um mínimo de 20% de membros do Conselho de Administração independentes.

De forma a reforçar sua imagem no mercado, a empresa foi além do mínimo estabelecido, garantindo um dividendo mínimo equivalente a 30% do lucro líquido do período ajustado além de 30% do Conselho composto por membros independentes.

A atuação destacada no mercado garantiu importantes reconhecimentos através de diversos prêmios recebidos:

- Benchmarking Ambiental Brasileiro – Divisão Madeira
- Prêmio Top Mobile – Promovido pela Alternativa Editorial/Revista MóBILE – Divisão Madeira
- Qualidade Exportação 2009 – Revista da Madeira
- Prêmio PINI - Durafloor - pela décima vez consecutiva - revista Construção Mercado
- Top Anamaco 2009 – Linha Duratex Moulding
- Top Marcas - categoria Pisos – revista Projetodesign
- International Design Excellence Awards (Idea) - Filtro Twin - EtapaInternacional



- International Design Excellence Awards (Idea) - Filtro Twin - Etapa Nacional
- Prêmio de Design Museu da Casa Brasileira – Filtro Twin e o Kit Brasil

14.2 – MASISA

A Masisa apresentou em 2011 vendas de US\$ 1.251,2 milhões, um lucro bruto de US\$ 254 milhões, valor 20,4% superior ao de 2010. O lucro líquido foi de US\$ 68,9 milhões.

A Masisa espera triplicar até 2012, seu faturamento no Brasil para US\$ 300 milhões. Possui 12 fábricas no Chile, Argentina, Venezuela, México e Brasil.

Conta com 238 mil hectares de florestas de eucalipto e pinus no Chile, Argentina, Brasil e Venezuela. No total, tem capacidade instalada de 3,3 milhões de metros cúbicos em suas 12 unidades.

Suas áreas próprias de plantio de florestas no Rio Grande do Sul e Paraná, possuem 20 mil hectares, dos quais 12 mil cultivados.

Tem como foco consolidar a presença na América Latina considerando que quase todos os países da região apresentam crescimento econômico.

A fábrica do Rio Grande do Sul recebeu investimento de R\$ 266 milhões e teve incentivo fiscal do Fundo Operação Empresa (Fundopem), programa do governo estadual. O projeto inicial previa uma linha de MDP para 500 mil m³ ano. Quando operar com plena utilização da capacidade em Montenegro, o Brasil irá representar um terço do total. Projetou em 2010, a utilização de 60% da disponibilidade industrial existente no País.

A companhia fez uma parceria com o fundo de investimento Hancock para desenvolver projetos florestais. O Hancock entrará com 80% do investimento e a Masisa, com 20%. A meta é contar com 40 mil hectares em até 2016 no Rio Grande do Sul.

Do produto gerado, a Masisa poder ficar com até 50%. A companhia recebe atualmente matéria-prima de fornecedores com 500 hectares cultivados a uma distância de até 150 quilômetros da fábrica, uma área que pode chegar a 6 mil hectares até 2016, com incentivo a produtores com no mínimo dois hectares disponíveis. Além de madeira, a Masisa utiliza resíduos de serrarias na produção de painéis.

Após o terremoto que atingiu o Chile, quatro das seis plantas da Masisa no País foram temporariamente paralisadas. Todas já retomaram a operação.

Os quatro novos padrões de Masisa Melamina, produzidos com folhas decorativas impregnadas oferecem uma opção ecologicamente correta à fabricação de móveis e eliminando a necessidade da laminação.



Outros produtos Masisa destaca-se a Série Madeiras Brasileiras, colaborar com a conservação da mata nativa e buscando a valorização das madeiras nacionais. A Série é composta por padrões bastante representativos, como Imbuia, Mogno, Ipê Amarelo e Imbuia Pomelle, entre outros, associados a madeiras regionais, como a Peroba do Campo, típica do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, e a Sucupira-açú, bastante comum em Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso.

14.3- ARAUCO

Arauco é o nome do grupo de empresas industriais, florestais e comerciais de propriedade da sociedade anônima chilena Celulosa Arauco y Constitución S.A. É uma das maiores empresas florestais da América Latina, em termos de superfície e rendimento de suas plantações, fabricação de celulose Kraft de mercado e produção de madeira serrada e painéis.

No 1º semestre de 2012 a Arauco apresentou ganhos de 113,57 milhões de dólares, representando uma queda de 67,9% comparada ao mesmo período de 2011.

No Chile, a Arauco é proprietária da maior plantação florestal do país com um patrimônio de 669 mil hectares, em sua maior parte de pinus radiata. Somam-se, a este, aproximadamente, 111 mil hectares de plantações de pinus Taedana Argentina, 20 mil hectares no Uruguai e 26 mil hectares no Brasil.

A empresa possui ainda cinco plantas de celulose, sendo quatro no Chile (Planta Arauco, Planta Constitución, Planta Licancel e Planta Valdivia) e uma na Argentina (Alto Paraná). Sua capacidade total de produção ultrapassa 2 milhões de toneladas anuais de celulose Kraft.

A Arauco também é proprietária de quatorze serrarias, sendo doze no Chile e duas na Argentina, e de sete plantas de remanufatura de madeira. Juntas, a capacidade destas instalações atinge a marca de 3,4 milhões metros cúbicos ano de madeira serrada.

Na área de painéis, a Arauco possui, no Chile, duas plantas de compensados, duas plantas de MDF (MediumDensityFiberboard) e uma planta de HB (Hardboard). No Brasil e também na Argentina, possui uma planta de MDF e outra de PBO (ParticleBoard). A capacidade total de produção dessas plantas é de, aproximadamente, 2,2 milhões de metros cúbicos de painéis ano.

Em 2009 aArauco, através da sua filial no Brasil Placas do Paraná S.A., adquiriu a Tafisa Brasil S.A.

Com a aquisição da fábrica da Tafisa, localizada em Piên – PR a empresa incorporou duas linhas de produção de MDF e uma linha de produção de MDP (Aglomerado), com uma capacidade total instalada de 640.000 m³ ano.



Produtos:

- Trupan - Painel de MDF
- Trupan Light e TrupanUltralight – Usado em aplicações em que é necessário um material leve e de boas características de usinabilidade.
- Trupan HDF e Flooring – Aplicações que exigem alta resistência mecânica. OFlooringé para a fabricação de pisos.
- Faplac - Painel de aglomerado com superfície uniforme e ultracompacta..
- PisosFloorest - Pisos laminados de alta densidade, resistentes à abrasão. Disponíveis cinco versões para o uso residencial e comercial. A garantia varia de 5 a 15 anos, de acordo com a linha.

Recentemente através da sua filial Arauco do Brasil, adquiriu 50% das ações da Dynea Brasil S.A, empresa produtora de resinas termofixas, pagando o valor de 15 milhões de dólares. O objetivo de consolidar a posição da empresa no Brasil no mercado de placas de madeira, bem como a sua expansão na América Latina.

14.4- BERNECK

A Berneck brasileira com matriz em Araucária – PR. Produz e comercializa painéis e produtos de madeira para a indústria moveleira, de construção civil, eletroeletrônica, naval e outras, no Brasil e exterior. Planeja atingir um faturamento de R\$ 850 milhões em 2012 e R\$ 1 bilhão em 2013.

O complexo industrial Berneck é composto por 120.000 m² de área construída e tem capacidade para suprir o mercado anualmente com mais de 1,2 milhão de m³ de produtos.

Principal unidade do grupo Berneck, onde estão localizados o Centro Administrativo, Fábrica de MDP, Fábrica de MDF/HDF, unidade para revestimentos com BP (melamina), LE (Lâmina Ecológica) e Super Laca, Serraria para Pinus e uma Central Térmica.

Sua fábrica de MDP (*médium density particleboard*) é uma das mais modernas linhas de produção em processo contínuo do Brasil. Sua tecnologia permite a produção de um painel mais homogêneo, com acabamento superior das superfícies, maior gama de espessuras e disponibilidade de dimensões variadas, permitindo a customização do produto para o mercado.

A fábrica de MDP possui 30.000 m² de área construída, 240 colaboradores e capacidade de produção de 54 mil m³ mês.

A fábrica de MDF / HDF é a maior fábrica do Brasil voltada para a produção de painéis finos com espessura a partir de 2,5mm. Possui 30.000 m² de área construída, 125 colaboradores e capacidade de produção de 27 mil m³ mês. Os painéis são produzidos em uma linha contínua com tecnologia considerada de última geração.



Sua unidade de revestimento, conhecido com laminado de Baixa pressão (BP), trabalha painéis de MDP, MDF e HDF (6mm) revestidos em uma ou ambas as faces com películas decorativas impregnadas em resinas melamínicas. Possui 8.000 m² de área construída, 25 colaboradores e capacidade de produção de 27 mil m³ mês.

A linha de produção da Lâmina Ecológica (LE), produzida a partir de matéria-prima renovável, é um produto ecologicamente correto, considerada uma nova geração de revestimento decorativo para os painéis MDP em padrões que imitam a madeira, fantasia ou unicoloros.

O MDP Super Laca é um painel com acabamento de alta resistência, alta definição do padrão/desenho e alto brilho. O alto brilho do Super Laca alcança cerca de 92 - 96 U.B. (unidade de brilho), mas pode ser produzido sem brilho e com a mesma resistência.

A serraria para pinus possui tecnologia avançada que garante dimensões estáveis e uniformes de madeira classificada e seca em estufas. Possui 23.000 m² de área construída, 140 funcionários e capacidade de produção de 18 mil m³ mês.

A unidade industrial de Brasnorte – MT, industrializa madeira de Teca, além de manter as áreas de reflorestamento desta madeira. Possui 10.000 m² de área construída, 140 funcionários e capacidade de produção de 250 m³ mês, 4.000 ha com área reflorestada com Teça e 60 mil ha de mata nativa.

O controle de poluição e sobras com menor impacto no meio ambiente maximiza eficiência, reduz o custo da energia através do consumo na produção. A casca do pinus e o pó de madeira são combustíveis na geração de calor e vapor.

Na Berneck 50% de toda madeira utilizada na fabricação dos painéis de é resíduo de outras indústrias.

Em 2009 com investimentos de R\$ 9 milhões de reais, iniciou operação da unidade em Curitiba – PR, produzindo MDF e Serrados além de uma planta de co-geração de energia.

Produtos:

MDP

- Natural
- BP
- LE
- Super Laca

MDF / HDF

- HDF
- MDF Natural

MDF BP



Pinus

- Serrado
- Aplainado

BERTeca Brasil

- Paineis Colados

14.5 - EUCATEX

Grupo nacional, que em 2010 completou 60 anos, é uma das maiores produtoras de pisos, divisórias, portas, painéis MDP e MDF, chapas de fibras de madeira, chapas T-HDF e tintas e vernizes do Brasil.

A empresa anunciou um lucro líquido de R\$ 20,1 milhões no 1º trimestre de 2013, decréscimo de 41,7% em relação ao 4º trimestre de 2012 e um crescimento de 30,3% em relação ao 1º trimestre de 2012.

Em Salto, interior de São Paulo, funciona a produção de chapas duras (hardboard) e boa parte de seu complexo industrial.

A empresa opera com madeira proveniente de florestas próprias, que têm certificado ISO 14001 e o Selo Verde.

Com 2.264 funcionários, exporta para 37 países e possui três modernas fábricas em Botucatu e Salto, Estado de São Paulo. Foi eleita a 3ª melhor do país no setor Material de Construção e Decoração no ranking "As Melhores da Dinheiro 2010", elaborado pela revista IstoÉ Dinheiro.

Atualmente produz aproximadamente 1.000 m³ de painéis destinados à fabricação de pisos, portas, painéis e divisórias. A linha T-HDF e MDF possui capacidade para produzir 520.000 m³ ano.

14.6- BONET

Empresa nacional com sede localizada na cidade de Santa Cecília - SC, dispõe de uma área de mais 743.000m² onde suas duas unidades estão instaladas.

O início do grupo se deu em meados de 1930 com a instalação de uma serraria no planalto catarinense. Em 1948, a empresa inicia suas relações comerciais com os mercados latino-americano e europeu, exportando madeiras serradas.

Em 1952 a Bonet inaugura a Empresa de Papelão Santa Cecília S.A., com geração própria de energia por intermédio de suas usinas hidrelétricas em Santa Cecília.



A partir de 1976, o grupo iniciou uma nova fase de investimentos e crescimento ao inaugurar uma unidade de fabricação de chapas de madeira aglomerada, com equipamentos importados diretamente da Alemanha e com qualidade superior ao produzido na época.

Em fevereiro de 2011, lançou no mercado um novo conceito em painéis de madeira reconstituída. O BLD (BonetLowDensity), painel de baixa densidade, produzido a partir de madeira de pinus de florestas plantadas. A empresa acredita que a principal vantagem esteja no peso, que garante uma redução de custos com logística, pela facilidade de manuseio e transporte.

A fábrica produzia cerca de 8 mil m³ mês de MDP e passa a produzir 15 mil m³ mês de BLD. O BLD já vem sendo usado por clientes como Adami, Fuck, Lavrasul, Sul Portas, Pormade, Itatiaia e Guararapes.

O produto apresenta diferentes densidades – de 250 a 500 kgm³ com propriedades termo-acústicas, estabilidade dimensional, espessura uniforme e resistência à absorção de umidade.

Na versão que varia entre 270 e 280 kg m³, o painel ganhou o nome de BONDOOR e tem como foco inicial o mercado brasileiro de portas. A empresa planeja produzir mais de 17 milhões de unidades em 2011, incentivada pelo aquecimento da construção civil no país.

Outras opções de densidade do BLD, em diferentes bitolas, também já estão sendo produzidas para aplicações variadas: para revestimento em fórmicas ou lâminas naturais de madeira, como móveis de cozinhas, ou proteção para outros painéis como MDF, MDP, compensados e OSB.

Outros produtos da empresa: chapas de madeira aglomerada; cartão duplex para embalagens.

O BLD Bondoor foi idealizado para ser mais econômico. Utilizado na forma de miolo, enchimentos para às partes internas das portas substituindo outras matérias-primas e outras aplicações.

Painéis de partículas de baixa densidade, variando entre 270 a 280 kgm³, produzidos com Pinus spp, aglutinados por meio de uma Resina Uréia-Formaldeído, caracterizando o painel produzido como Classe E1 (Baixa Emissão de Formaldeído – inferior ou igual a 08 mg de formaldeído livre/100g amostra seca).

Painel composto por uma camada de partículas de geometria variável, prensados na temperatura de 150 °C, resultando em painéis com excelentes propriedades termo-acústicas, estabilidade dimensional, espessura uniforme e resistência a absorção de umidade.



BLD – 420 - Painéis de partículas de baixa densidade, variando entre 420 a 440 kg/m³, produzidos com Pinus spp, aglutinados por meio de uma Resina Uréia-Formaldeído, composto por uma camada de partículas de geometria variável, prensados na temperatura de 150 °C, resultando em painéis resistentes, com ótima estabilidade dimensional.

As partículas de granulometria maior proporcionam resistência à chapa. São indicados para trabalhos em embalagens como proteção para outros painéis (MDF, MDP, Compensados, OSB, entre outros).

BLD – 450 - Painéis de partículas de baixa densidade, variando entre 430 a 450 kg/m³, produzidos com Pinus spp, aglutinados por meio de uma Resina Uréia-Formaldeído, composto por três camadas de partículas, prensados na temperatura de 150 °C, resultando em painéis resistentes, com ótima estabilidade dimensional e espessura uniforme.

As partículas da Camada Interna – CI, de granulometria maior, proporcionam resistência à chapa.

As partículas finas da Camada Externa – CE proporcionam um melhor fechamento superficial, além disso, por ser composta somente de Pinus spp, a superfície da chapa torna-se mais clara.

Painéis calibrados na espessura de 24,5 mm com lixa grã 36 e após lixados com lixa grã 60, 100, 120 para acabamento superficial na espessura final de 24 mm.

São indicados para trabalhos de Revestimento com Laminados de Alta Pressão – AP (Fórmicas), Lâminas Naturais de Madeira, entre outros.

14.7- FIBRAPLAC

A Fibraplac nasceu em 2000, quando o Grupo Isdra viu no Brasil um grande potencial para o fornecimento de produtos de origem florestal. É Considerada uma das mais modernas fábricas de MDF do país e a única no Rio Grande do Sul (Glorinha). Conta com uma produção de 600 mil m³ de MDF e 800 mil m³ de MDP ao ano.

Até 2013 a empresa pretende ampliar suas áreas florestais próprias atingindo 80 mil hectares de forma a alcançar a auto-suficiência em pinus e eucalipto. Inicialmente com 30% de pinus e 70% de eucalipto, mas o objetivo é chegar a 100% de eucalipto.



A empresa possui também três fábricas de produtos de fibrocimento, pvc, polietileno, estão localizadas em Sapucaia do Sul (RS), Curitiba (PR) e Nova Odessa (SP).

Produtos:

Chapas de MDF:

- Revestido Incolor
- Revestido Madeirado
- Cru

Chapas de MDP:

- MDP

Pisos Residenciais

14.8- FLORAPLAC

Inaugurada em 2010, a Floraplac MDF, empresa do grupo CONCREM, é a primeira fábrica de produção de MDF do Pará - PA. Localizada na cidade de Paragominas.

O grupo CONCREM é composto por várias indústrias no Pará, empregando mais de 2.300 colaboradores no Estado.

A fábrica com capacidade de produção 400 a 500 m³ dia ou 180 mil m³ por ano, gerando mais de 700 empregos diretos 2000 indiretos, objetiva atender toda a região norte, nordeste e centro oeste do Brasil oferecendo qualidade, quantidade e melhores preços.

As possibilidades de escoamento da produção no Estado possibilitarão também reduzir o custo do frete, um dos grandes gargalos do setor, podendo representar 15% do valor da carga para produtos vindos do Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo.

A empresa obteve vantagens oferecidas pelo Estado, como a isenção no pagamento de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) na importação de máquinas e equipamentos de toda a cadeia madeireira, assumindo o compromisso da empresa em investir na geração de emprego e renda no Estado e respeito ao meio ambiente.

Pioneiros no plantio da madeira nativa Paricá na região, o Grupo Concrem possui hoje 30 mil hectares de reflorestamento, feito que rendeu ao grupo o reconhecimento do Guinness Book como o maior reflorestador do mundo desta espécie de madeira. Todas as florestas plantadas atendem as normas ambientais da legislação brasileira.

15- Análise e Definição do Portfólio

Os fabricantes têm implementado formas de relacionamento com seus clientes, buscando a fidelização. Oferecem um mix variado de produtos, com diferentes tipos de painéis (MDF, MDP, HDF, OSB, Aglomerado, etc), espessuras e revestimentos, para o atendimento de necessidades específicas e algumas vezes de forma até customizada. As linhas de produção são ajustadas para uma posição de oferta conjunta.

Após análise do mercado e estudo do mix de produtos oferecidos pelos principais players no mercado, acreditamos que os empreendimentos que, pelo menos inicialmente, façam uma oferta conjunta de MDF e MDP possam se apresentar com maior competitividade e facilidade de penetração, visto que a limitação do MDP pode ser compensada com as possibilidades criativas do MDF, e essa junção reduz os custos do produto final sendo lucrativa para a indústria de móveis, proporcionando às fábricas utilizar o produto mais econômico conforme a conveniência.

Então, um maior mix de produtos vai representar um diferencial importante no posicionamento das indústrias no mercado, favorecendo aquelas com maior gama.

O empreendimento também deverá oferecer ao mercado painéis já com revestimento melamínico, que tem eliminado quase que na totalidade a etapa de acabamento e pré-cortados, de forma a agilizar o processo produtivo das fábricas de móveis.

TABELA 4: Utilização conjunta dos produtos madeireiros em móveis.

PARTES DE MÓVEIS	MDPremium	MDF
Laterais	●	
Divisórias	●	
Prateleiras	●	
Portas retas	●	
Portas usinadas (baixo relevo) ou arredondadas		●
Portas com baixo relevo para revestimento de PVC		●
Fundo de móveis	●	●
Frentes de gavetas	●	●
Laterais de gavetas	●	●
Fundos de gavetas	●	●
Tampos retos	●	
Tampos pós-formados	●	
Bases (superior ou inferior)	●	

Fonte: Masisa - Disponível

em: <http://www.masisa.com/bra/produto/paineis/mdppremium/>

Independente da classe social, o consumidor procura uma solução entre funcionalidade e design quando está buscando um novo móvel. Ele procura um produto que atenda às suas necessidades com qualidade e ao menor preço possível.

Por isso, a combinação de vários materiais na produção de móveis tais como vidro, alumínio, madeira maciça ou painéis de madeira industrializada, e que resultam em um produto com menor custo, qualidade e funcionalidade, vem sendo foco de interesse das indústrias moveleiras.

16 - Análise de SWOT

A análise SWOT permite compreender o ambiente de negócios de forma global. As informações obtidas podem ajudar o empreendimento no apoio às decisões principais feitas em todas as áreas através de uma organização, seja ela de vendas, marketing, desenvolvimento de negócios, operações, tecnologia ou mesmo de recursos humanos.

E para se manterem competitivos no mercado, uma organização precisa entender os diferentes componentes e players da indústria em que competem. Embora a identificação de capacidades e competências essenciais permite indústria identificar e compreender as oportunidades potenciais e limitações que existem na organização. Em seguida, é possível fazer escolhas estratégicas e planos para o futuro da organização.

Ambiente Interno

TABELA 5: Exemplo de análise de SWOT revelando os pontos fortes e fracos do ambiente interno de uma indústria moveleira.

Pontos Fortes	Pontos Fracos
<ul style="list-style-type: none"> - Economia em custos logísticos; - Capacidade de investimento - Investimento apoiado por parceiros de capital; - A planta de produção capaz de reduzir tempo ao mínimo; - Produto com boa lucratividade; - Negócio com boa rentabilidade; - Capacidade de produção dimensionada em consonância com o mercado; - Possibilidade de implementação de depto para desenvolvimento de novas linhas de produção e engenharia do produto. (P&D) - Qualidade potencial do produto; 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de <i>Know – how</i> nos processos de produção. - Disponibilidade de matéria prima em consonância com a capacidade produtiva que permita competitividade ao empreendimento;

Fonte: Própria

Ambiente Externo

TABELA 6: Exemplo de análise de SWOT revelando oportunidades e ameaças ao ambiente externo de uma indústria moveleira

Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> - Localização do empreendimento próximo ao mercado consumidor reduzindo custos logísticos; - Lei ambiental cada vez mais rigorosa obrigando a substituição de madeira bruta por madeiras de reflorestamentos; - Demanda interna e externa composta de múltiplas dimensões; - Localização da unidade de fabricação em região de menor concorrência por matéria-prima ao contrário de regiões mais disputadas; - Planejamento e implantação de planta industrial com baixa taxa de rejeição de produção (abaixo de 2,5%)*; - Planejamento e implantação de planta industrial capaz de manter um tempo ocioso de produção menor ou igual a 10%; - Aproveitamento dos resíduos industriais das fabricas de móveis e serrarias do pólo moveleiro como matéria prima para a produção; - Criação de sistemas de integração com pequenos produtores rurais (minifúndios), de pequeno poder de barganha, em um raio de 250 km da planta industrial para abastecimento da fábrica; - Presença de instituições de treinamento de mão de obra na região (Senai, Sebrae); - Presença de instituições para desenvolvimento e fornecimento de mudas de qualidade e técnicas adequadas de plantio e produtividade (IEF, UFV); 	<ul style="list-style-type: none"> - Obtenção de matéria prima suficiente para sustentar a capacidade produtiva do empreendimento; - Fornecimentos a partir de uma pequena exploração agrícola, que não tenham as economias de escala de grandes fazendas; - Área média das pequenas propriedades é de cerca de apenas dois hectares; - Logística pode afetar custo de aquisição de matérias-primas; - Competição por matéria prima com outros setores (celulose, construção civil e energia); - Concorrentes já fortemente inseridos nos mercados; - Concorrência com empresas já consolidadas no mercado.



- Redução dos Custos Logísticos; - Mercado em contínuo crescimento;	
--	--

* taxa de rejeição internacional. Fonte: Própria

17- Aspectos Financeiros

17.1 - Estimativa do Investimento Inicial

Para a projeção e estimativas de investimento inicial, consideramos os valores de investimentos recentemente realizados pelos players já atuantes no mercado brasileiro e também dos novos entrantes.

Os dados para projeções financeiras foram baseados em números apresentados e disponibilizados ao mercado pelo concorrente Duratex/Satipel. Para cada item de receita, despesa, lucro, etc, aparece um percentual. Este percentual está relacionado ao faturamento e aos itens citados acima, pelo concorrente.

Acreditamos que para atuar em um mercado bastante competitivo, teremos que obter ganhos de produtividade para melhor competitividade no mercado. De forma a atender a essa necessidade, deve-se reduzir o montante de investimentos de modo a tornar mais interessante o negócio do ponto de vista de retorno sobre o investimento e reduzir problemas potenciais com o fornecimento de matéria prima.

Considerando as informações fornecidas pelo Intersind (dez/2010) em que se estima que o pólo moveleiro de Ubá consuma atualmente cerca de 40 mil m³ mês de painéis e que o MDF representa 46% dessa demanda, podemos considerar um potencial de consumo da ordem de 18,4 mil m³ mês.

Levando em conta um período de dois anos para construção da planta industrial, instalação de máquinas e equipamentos, organização e planejamento do início da produção e que o consumo cresça em média 10% ao ano, acreditamos que devemos trabalhar com uma unidade de produção com capacidade produtiva mensal entre 15 mil e 25 mil m³ mês, ou 180 mil e 300 mil m³ de MDF e MDP ano.

A média de valores de investimento encontrado no mercado é R\$ 1.200,00 o m³. Desta forma o investimento estimado está entre 216 milhões e 360 milhões, gerando uma média de 150 a 250 empregos diretos e aproximadamente 950 a 1600 indiretos.

Considerando a produtividade do eucalipto em 30 m³ por ha ano, calculamos que o empreendimento precisará de uma área aproximada entre 10 mil a 17 mil ha de florestas plantadas para seu auto suprimento.



Na primeira etapa da instalação será previsto 50 mil m² em piso de concreto, 30 mil m² de construções na parte fabril.

Consideramos ainda um período de 12 a 18 meses para construção da planta industrial e um capital de giro para os 18 primeiros meses da ordem de R\$ 28,9 milhões.

Neste estudo também foram considerados os preços médios de vendas de R\$ 723,24 para o m³ de MDF e de R\$ 608,93 para o m³ de MDP.

Sem incentivos fiscais o projeto tem um retorno sobre o investimento longo, podendo chegar a 9,65 anos.

Se considerarmos incentivos como, por exemplo, a doação do terreno, isenção de impostos e taxas municipais por determinado período, serviços de terraplanagem, implantação de rede de esgoto sanitário, redução do ICMS e isenção de correção monetária e juros para empréstimos concedidos por determinado período, podemos ter um retorno sobre o investimento reduzido para 3,88 anos.

TABELA 7: Estimativas de investimentos fixos, operacionais e capitais de giro de duas unidade de produção de MDF e MDP. com capacidade produtiva de 180 mil m³ de MDF e MDP ao ano com capacidade produtiva de 300 mil m³ de MDF e MDP ao ano.

Especificação (180 mil m³ ano)	Valor (R\$)'000
I- Investimento Fixo - Sistema e máquinas de alimentação de toras - Sistema e máquinas de corte de toras - Sistema e máquinas de preparo da matéria prima - Sistema e máquinas de classificação de fibras - Sistema e máquinas de formação de lâminas - Sistema e máquinas de pré-prensagem e prensagem - Sistema e máquinas de depósito de lâminas semi-acabadas - Sistema e máquinas de depósito de placas acabadas	216.000.
II- Investimento Operacional - Investimento em sistemas e tecnologia da informação; - Investimento e apoio a programas e incentivo a plantios;	10.000.
III- Capital de Giro (6 meses)	30.000
Total (I+II+III)	256.000.

TABELA 8: Estimativas de investimentos fixos, operacionais e capitais de giro de duas unidades de produção de MDF e MDP com capacidade produtiva de 300 mil m³ de MDF e MDP ao ano.

Especificação (300 mil m ³ ano)	Valor (R\$)'000
I- Investimento Fixo - Sistema e máquinas de alimentação de toras - Sistema e máquinas de corte de toras - Sistema e máquinas de preparo da matéria prima - Sistema e máquinas de classificação de fibras - Sistema e máquinas de formação de lâminas - Sistema e máquinas de pré-prensagem e prensagem - Sistema e máquinas de depósito de lâminas semi-acabadas - Sistema e máquinas de depósito de placas acabadas	360.000
II- Investimento Operacional - Investimento em sistemas e tecnologia da informação; - Investimento e apoio a programas e incentivo a plantios;	17.000
III- Capital de Giro (6 meses)	50.000
Total (I+II+III)	427.000.

Fonte: Própria

17.2- Informações sobre Rentabilidade e dados para Projeções Financeiras

Abaixo projetamos um demonstrativo de resultado consolidado típico (sem incentivos fiscais) baseado em dados disponibilizados ao mercado pelo concorrente Duratex/Satipel, para uma receita considerando o atingimento de uma capacidade de produção (para a nova empresa) próxima de 80%.

TABELA 9: Demonstrativo de resultado consolidado típico (sem incentivos fiscais), baseado em dados disponibilizados ao mercado pelo concorrente Duratex/Satipel, para uma receita considerando o atingimento de uma capacidade de produção (para a nova empresa) próxima de 80%.

Discriminação	Mensal	%
Receita Bruta	4.500.000,00	100%
Impostos (ICMS, Pis, Cofins)	1.237.500,00	27,5%
Receita Líquida	3.262.500,00	72,5%
CPV	1.980.000,00	44%
Lucro Bruto	1.287.000,00	28,6%
Despesas		
- Pessoal	157.500,00	3,5%
- Operacional	333.000,00	7,4%
- Depreciação	30.600,00	0,68%



Total das Despesas	521.100,00	11,58%
Resultado	765.900,00	17,02%
Contribuição Social	68.931,00	1,53%
LAIR	696.969,00	15,49%
IR	104.545,35	2,32%
Lucro Líquido	592.423,65	13,16%

Fonte: Própria

Abaixo demonstrativo de resultado típico considerando incentivos fiscais (ICMS 5%)

Discriminação	Mensal	%
Receita Bruta	4.500.000,00	100%
Impostos (ICMS, Pis, Cofins)	641.250,00	14,25%
Receita Líquida	3.858.750,00	85,75%
CPV	1.980.000,00	44%
Lucro Bruto	1.878.750,00	41,75%
Despesas		
- Pessoal	157.500,00	3,5%
- Operacional	333.000,00	7,4%
- Depreciação	30.600,00	0,68%
Total das Despesas	521.100,00	11,58%
Resultado	1.357.650,00	17,02%
Contribuição Social	68.931,00	1,53%
LAIR	1.288.719,00	28,64%
IR	104.545,35	2,32%
Lucro Líquido	1.184.173,65	26,31%

Fonte: Própria

18- Conclusões

O desenvolvimento de móveis a partir de madeira processada é realmente uma tendência mundial. Com as proibições de exportações de madeira bruta pela maioria dos países, torna-se uma oportunidade o desenvolvimento de negócios relacionados a painéis de madeira.

Desde o surgimento das primeiras placas de MDF e MDP produzidas no Brasil em 1997 pela Duratex, o mercado vem apresentando crescimento contínuo, na casa de dois dígitos, despertando também o interesse de novos players dispostos a conquistar uma fatia do mercado. Os investimentos são cada vez maiores e as capacidades produtivas aumentadas significativamente, na tentativa de suprir o vigoroso crescimento do mercado. Segundo informações da própria Duratex, em 2010, o setor de MDF cresceu 26% na comparação com o ano anterior.



O crescimento projetado da economia e conseqüentemente desse mercado, em conjunto com o crescimento dos segmentos da construção civil, mostram claramente a atratividade do negócio e as oportunidades para implantação de empreendimentos desse tamanho.

Trata-se de um mercado composto por empresas de grande porte e alto poder de competição. Fatores como as fusões, os investimentos em tecnologia e melhorias das linhas de produção, visando redução de custos, ampliação da escala de produção e investimentos em plantações florestais sustentáveis, revelam um ambiente altamente competitivo.

Para entrar nesse mercado será necessária a projeção de potenciais produtivos que garantam níveis de produção, objetivando criar no empreendimento condições mínimas para a competição.

Acreditamos que para a nova empresa será necessário trabalhar níveis mínimos entre 180 e 300 mil m³ ano de produção de MDF e MDP. Por se tratar de uma localização próxima ao mercado consumidor, pólo moveleiro de Ubá, faz-se necessário o oferecimento de um mix de produtos composto de variedades e espessuras. A produção conjunta do MDP, de menor custo e de grande utilização complementar ao MDF, poderá reduzir custos e preços finais dos móveis. Isso considerando-se que o mercado consumidor dos produtos fabricados no arranjo produtivo de Ubá e região são destinados, em sua maioria, a consumidores finais das classes B e C.

Baseado no perfil consumidor dos clientes industriais pode-se, inclusive, se pensar em capacidades produtivas de aglomerados, para tornar um mix de produtos competitivos em consonância com o consumidor final alvo, as indústrias do polo moveleiro.

É importante também ampliar a utilização dos produtos (dos painéis), aproveitando oportunidades de crescimento de outros segmentos da economia, como por exemplo, a construção civil, especialmente o mercado de portas.

Acreditamos que a grande ameaça do sucesso do empreendimento esteja no abastecimento de matéria prima. Existe por parte de todos os grandes e competitivos players do mercado, um investimento contínuo em plantio de grandes áreas de eucalipto e pinus, com objetivo de garantir a sustentação das capacidades produtivas.

Para garantir esta auto sustentação serão necessários investimentos e incentivos para ampliar significativamente as áreas plantadas e expandi-las em sistemas de integração com pequenos e médios produtores rurais, que possuem no mínimo 2 hectares num raio de 200 km da planta industrial. Em nosso entendimento, esse certamente será um dos maiores gargalos ao sucesso deste empreendimento, pois, trata-se de uma ação de longo prazo que inclui sensibilização de produtores rurais, plantio e colheita.



Aproveitamento de resíduos das serrarias e fábricas de móveis contribui para amenizar os problemas de fornecimento de matéria prima, reduzindo inclusive a poluição do meio ambiente. A fabricante Berneck tem-se utilizado das duas práticas acima citadas.

O MDF com acabamento (melamínico) e pré-cortados possui maior valor agregado, pois, proporciona velocidade às linhas de produção das indústrias de móveis. Portanto, a fabricação desse produto é também fundamental para o sucesso de uma indústria de painéis junto ao pólo moveleiro de Ubá.

A implantação de um núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) é fundamental num ambiente competitivo, já comentado nesse estudo. A inovação tecnológica, resultado de investimentos em P & D, é essencial para sustentar a competitividade de indústrias de alta tecnologia. Os players que estão neste mercado de painéis inovam com muita frequência e a cada ano apresentam novos produtos com perfil customizados.

Para finalizar, é importante ressaltar a necessidade de se pleitear incentivos de forma a tornar o negócio mais atrativo aos investidores. Caso sejam concedidos incentivos fiscais com redução do ICMS para 5%, o lucro líquido do empreendimento pode dobrar e o prazo de retorno do investimento poderá ser reduzido de aproximadamente 10 para 4 anos.

19- Anexos

A seguir estão apresentadas as etapas de produção das chapas de MDF, segundo Forest Products Laboratory (1987).

Processo de produção

O processo de produção de MDF inclui principalmente: desfibramento mecânico da madeira (transformação dos cavacos em fibras), refino das fibras, secagem, mistura das fibras com adesivo, formação de colchão de um material resinado e prensagem a quente. A seguir são apresentadas as etapas principais da produção dos painéis de MDF.

Descascamento - para a obtenção de fibras, o tamanho da tora não influencia, podendo apresentar dimensões mais limitadas.

Cavaqueamento - após o descascamento, as toras passam por uma operação de fragmentação, onde são gerados cavacos, ou partículas, a partir de picadores.

Classificação dos cavacos - a forma final do cavaco é menos influente na qualidade final do produto, uma vez que os mesmos serão transformados em fibras. 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.

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, antes do processamento é feita uma seleção por peneiras, seguida de lavagem.

Tratamento de cavacos - nesta etapa os cavacos são amolecidos para facilitar a operação do desfibrador na formação da polpa, reduzindo seu consumo energético. A lignina presente nas camadas intercelulares é amolecida, perdendo sua capacidade de retenção de fibras, o que resulta numa polpa de fibras mais resistente e flexível, formando chapas mais rígidas.

Desfibramento - as fibras podem ser obtidas por desfibradores mecânicos ou por meio do Sistema Mason, que é um método menos utilizado.

Mistura de adesivo – adicionado o adesivo, o catalisador e, em alguns casos, certos aditivos, e mistura-se a matéria-prima. Os adesivos mais utilizados são à base de uréia-formaldeído, melanina-uréia-formaldeído e tanino-formaldeído.

Secagem das fibras - o elevado teor de umidade das fibras acarreta uma série de problemas quando a manta é formada e prensada a quente.

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 fluxo das fibras.

Entrelaçamento das 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.

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.

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.

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.

Variáveis que afetam as características finais do MDF

Algumas variáveis afetam as características finais do MDF em função de fatores relacionados à matéria-prima, ao processamento e aos aditivos incorporados aos painéis. Além da influência isolada de cada fator, existe ainda a possibilidade de interação entre os diferentes fatores formando-se assim uma complexa "rede" de interações. De forma geral, os fatores influenciam as características dos painéis de MDF podem ser agrupados conforme apresentação a seguir:

Influência das fibras - diferentes propriedades do painel são esperadas em função das espécies de madeira utilizada (folhosas ou coníferas), do tipo de cavaco (proveniente de toretes ou resíduos), dos parâmetros de desfibramento (tempo de aquecimento, pressão do vapor aplicado, configuração os segmentos dos discos e distâncias entre os pratos do desfibrador).

Influência do teor de umidade dos cavacos - as fibras provenientes de cavacos de baixo teor de umidade são inteiras e agrupadas na forma de feixes, dificultando a formação do colchão. Por outro lado, a alta umidade dos cavacos aumenta o custo da secagem, gerando fibras "crespas" que dificultam a colagem, aumentando a demanda da resina.

Influência das variáveis do desfibramento - o desfibramento consiste em desagregar as fibras de madeira através de atrito. Esta operação é feita por meio da introdução dos cavacos de madeira entre dois discos (um fixo e outro rotativo ou ambos rotativos) no equipamento. Algumas das variáveis são o aumento do tempo de exposição dos cavacos ao vapor na fase de desfibramento e também o aumento da temperatura de vapor utilizada, resultando em um aumento da estabilidade dimensional, mas reduzindo as propriedades mecânicas dos painéis.

Influência dos adesivos - as propriedades mecânicas dos painéis de MDF estão diretamente relacionadas ao tipo e ao teor de adesivo utilizado, sendo verificado que painéis com alto teor de adesivo são mais rígidos e resistentes.

Influência do teor de umidade do colchão - o teor de umidade tem duas funções principais: transferir calor para a parte interna durante a prensagem e diminuir a resistência à compressão do material, reduzindo a pressão específica necessária. Quando o teor de umidade é elevado ocorre aumento no ciclo de prensagem porque é necessário um maior tempo para a retirada da umidade excedente do painel. Quando o teor de umidade é muito reduzido ocorre um perfil de densidade mais homogêneo e, conseqüentemente, uma maior resistência à tração perpendicular.

Influência da prensagem - nesta fase são determinadas a espessura e a densidade da chapa, e, além disso, a prensagem é parcialmente responsável pela transferência de calor atuante na cura da resina. A resistência à tração, o módulo de flexão estática, a absorção e o inchamento, são algumas propriedades dos painéis de MDF, afetadas pela pressão de prensagem, pela temperatura de prensagem e pela interação entre ambos. Uma maior temperatura de prensagem aumenta a densidade do centro do painel, enquanto, diminui a densidade das faces, formando um perfil de densidade mais homogêneo.

Influência do alinhamento das fibras - o ângulo vertical das fibras em painéis de MDF está entre 10° e 20°, assumindo-se um valor médio de 15°. Esse alinhamento tem influência sobre a adesão interna das chapas. Estudos com aglomerados e painéis de MDF, mostraram que o alinhamento das partículas e fibras tem um efeito direto na resistência à ruptura e no módulo de elasticidade à flexão de ambos os materiais.

Influência da densidade do painel - a taxa de compactação da matéria-prima é um fator que influencia fortemente as propriedades mecânicas. Quanto maior a compactação, maior é o contato entre as partículas e entre as partículas e o adesivo. Portanto, é possível obter painéis com a mesma densidade final, mas, com diferentes taxas de compactação em função da densidade da madeira utilizada como matéria-prima.

Influência do perfil de densidade do painel - os principais fatores que explicam a formação do perfil de densidade são o tempo de fechamento da prensa, a umidade no centro e nas faces do painel e a pressão aplicada. Quanto maior o tempo de fechamento e a pressão aplicada, menor será o contraste de densidade, ao passo que se a umidade

nas faces é maior que no centro, maior será o contraste de densidade. De acordo com outros estudos, os fatores que tiveram maior influência sobre o perfil de densidade foram a espécie utilizada, o tamanho das fibras e sua distribuição, o teor de umidade e sua distribuição, a temperatura de prensagem e o tempo de fechamento da prensa.

Influência do teor de umidade do painel - bem como os outros fatores comentados anteriormente, o teor de umidade final do painel também possui reflexo sobre as propriedades dos painéis de MDF. Genericamente, um aumento no teor de umidade reduz a resistência à ruptura de painéis de MDF.

Influência da incorporação de aditivos - os aditivos são empregados para conferir aos painéis de MDF algumas propriedades especiais. Por exemplo, os painéis podem ser tratados de forma a adquirir resistência à chama e a biodeterioração através da aplicação de produtos químicos na matéria-prima. Junto com a adesivo, ou aplicados posteriormente à fabricação do painel, os aditivos são adicionados à matéria-prima por processo de impregnação.

Adesivos empregados na fabricação de MDF

O emprego de adesivos sob pressão e temperatura permite a fabricação de chapas com larguras muitas vezes superior ao diâmetro da árvore que fornece a matéria-prima. A fabricação de painéis à base de madeira, além de praticamente eliminar as limitações de tamanho, permite o aumento da resistência lateral (eixo transversal), através da disposição das lâminas na fabricação do compensado, ou através da orientação das fibras e partículas na produção de chapas de fibra e chapas de madeira aglomerada, contribuindo significativamente para diminuir os efeitos da anisotropia da madeira.

Para a fabricação do MDF, as resinas naturais existentes na madeira não são suficientes para agregar as fibras. Então, passa a ser necessário adicionar algum tipo de elemento ligante. A adesão entre as fibras da madeira e o adesivo, depende de interação físico-química. Os adesivos realizam cinco fases distintas durante as ações de movimento e mobilidade. São elas: Umidificação, Espelhamento, Transferência, Penetração e Solidificação. Se ocorrerem falhas em algumas destas etapas, certamente a qualidade da colagem será afetada. Uma ótima ligação requer íntimo contato entre o adesivo e a fibra. Isto é realizado usando pressão e temperatura, ajustando também a viscosidade do adesivo, transferindo o fluxo através dos pontos de ligação, enquanto, acomoda-se a madeira para conseguir melhor contato na superfície.

Os principais adesivos que empregados na produção de MDF são: uréia-formaldeído e melamina-formaldeído. Os adesivos à base de uréia-formaldeído podem ser formulados para curar à temperatura ambiente (20°C) ou para aquecimento através de prensas quentes a temperaturas que variam até 160°C. O uso de extensores à base de farinha de cereais, juntamente com a resina, realiza colagens perfeitas. A farinha e o excesso de cola retardam a velocidade de cura da cola e, para compensar este fenômeno, adiciona-se à mistura um catalisador. Existem vários tipos de catalisadores adaptáveis às

condições específicas do emprego. Para prensagem a frio existe um tipo, enquanto para prensagem à quente utiliza-se outro tipo de catalisador. O adesivo uréia-formaldeído apresenta coloração clara. Possui como desvantagem a liberação de formaldeído na prensagem a quente, e vem sendo muito combatido por órgão de controle ambiental, porque o formaldeído é altamente tóxico.

Já os adesivos à base de melamina-formaldeído são normalmente do tipo de cura à quente (115°C a 160°C), similar à uréia-formaldeído. A emissão de formaldeído é causada pelo excesso de formaldeído liberado pelos adesivos. A liberação ocorre pela quebra das ligações na resina devido a grande exposição à umidade. Devido aos processos de produção, o custo da resina melamina é bem mais alto que a resina de uréia. Basicamente, as reações de condensação da uréia e da melamina são iguais.

Também a reação melamina-formaldeído, interrompe-se por meio de neutralização quando os produtos de condensação ainda estão suficientemente solúveis em água.

As resinas melamínicas são comercializadas sob a forma de pó, porque em soluções aquosas a sua vida útil é curta. A cura, ao contrário das resinas uréia-formaldeído, pode ser efetuada sem catalisadores ácidos, mas simplesmente através do calor. Possui algumas vantagens como: maior resistência à água, possibilidade de cura sem catalisador. E como desvantagens: alto custo de produção, pequena vida útil em solução aquosa e impossibilidade de prensagem a frio.

MADEIRA COLADA

Tábuas de espessura até 25 milímetros, coladas sobrepostas umas as outras. A idéia vem de 1905 e pertence ao engenheiro alemão Otto Hetzer. A resistência à flexão e à compressão axial aumentam consideravelmente em relação a madeira natural.

O processo é simples: a madeira é serrada, seca em estufa, tratada ou não, aplainada, colada e então prensada geralmente na forma de vigas.



Madeira Laminada - Características	
Aplicação:	Vigas estruturais para construção civil ou peças para mobiliário
Dimensões:	Pode vencer grandes vãos com até dezenas de metros
Bitolas:	Sob-medida, conforme a necessidade
Observações:	Leve, resistente e flexível

COMPENSADO

Madeira laminada compensada, ou contraplacados, é obtida pela colagem de peças de lâminas de madeira retiradas em um torno, como se fosse uma bobina de papel sendo desenrolada ou de uma laminadora que retira as lâminas em camadas. As lâminas são cortadas em guilhotinas em tamanhos padronizados e sobrepostas de modo que as fibras fiquem orientadas em sentido perpendicular umas as outras. O número de camadas é sempre ímpar.



A resistência do laminado compensado depende da espécie de madeira utilizada, do tipo de cola, número de lâminas e espessura de cada uma. Na construção civil é muito utilizado para confecção de fôrmas para concreto e telhados.

O Compensado Naval, no qual as lâminas são unidas com adesivo fenólico, que é à prova d'água, se aplica bem, como sugere o nome, à fabricação de barcos e em mobiliário em locais sujeitos à grande umidade.

Compensado Multilaminado - Características	
Aplicação:	Indústria moveleira, construção civil e naval
Dimensões:	110x220, 122x244, 160x220, 160x250 e outras
Bitolas:	4, 6, 10, 12, 15, 18 e 25mm e outras
Observações:	Leve, resistente, flexível e moldável

COMPENSADO SARRAFEADO

No compensado sarrafeado, seu miolo é formado de diversos sarrafos de madeira dispostos um ao lado do outro, revestidos por lâminas em ambas as faces do painel. Existe também o Compensado Multi-Sarrafeado, no lugar dos sarrafos maciços em seu interior leva lâminas de aproximadamente 3mm coladas dispostas perpendicularmente à superfície da chapa, fazendo um miolo bem compacto e mais resistente ao empenamento. É considerada mais estável mas é pequena a sua disponibilidade no mercado.



Compensado Sarrafeado - Características	
Aplicação:	Indústria moveleira
Dimensões:	160x250 e outras
Bitolas:	15, 18 e 25mm
Observações:	Leve, resistente e excelente performance na fixação de parafusos. Mais estável que o multilaminado.

AGLOMERADO

São painéis de partículas de madeira de eucalipto ou pinus impregnados com adesivos sintéticos submetidas ao calor e pressão. Disponível sem revestimento e nos revestimentos em Baixa Pressão (BP) e em lâmina celulósica FinishFoil (FF). Oferecem versatilidade de cores, diversos padrões decorativos e excelente performance físico-mecânica.



Apresentam estabilidade dimensional e alto nível de desempenho, resistindo ao empenamento. Sem veios ou nós, permite corte e usinagem em qualquer direção. Muito utilizados com matéria-prima para a indústria moveleira para a produção de móveis residenciais populares, de escritórios, gabinetes de banheiro, copas e cozinha, racks e estantes. Nos últimos anos tem sido frequente a sua substituição pelo MDP e pelo MDF.

Aglomerado - Características	
Aplicação:	Indústria moveleira
Dimensões:	185x275cm
Bitolas:	8, 10, 12, 15 e 18mm
Observações:	Ótima estabilidade dimensional, resistente ao empenamento. Boa relação custo/benefício. Baixa resistência à umidade.

MDF

O “MediumDensityFiberboard”, em português a designação é placa de fibra de madeira de média densidade. É fabricado através da aglutinação de fibras de madeira com resinas sintéticas e outros aditivos. O material é moldado em painéis lisos sob alta temperatura e pressão. Para a obtenção das fibras, a madeira é cortada em pequenos cavacos que, em seguida, são triturados por equipamentos denominados desfibradores.



O MDF possui consistência e algumas características mecânicas que se aproximam à da madeira maciça. A maioria de seus parâmetros físicos de resistência são superiores aos da madeira aglomerada, caracterizando-se, também, por possuir boa estabilidade dimensional e grande capacidade de usinagem.

As chapas de MDF são fabricadas com diferentes características, que variam em função de sua utilização final. Como exemplo citamos, além das chapas “standard”, as chapas “FR” - resistentes ao fogo e as chapas “MR” - resistentes à umidade, que são usadas em ambientes externos. Existem também chapas de maior resistência mecânica “HD”, fabricadas com maior quantidade de fibras e resinas, o que lhes permite aplicações que requeiram maior resistência à flexão ou ao impacto, como a fabricação de pisos laminados.

MDF - Características	
Aplicação:	Indústria moveleira e artesanato
Dimensões:	185x275cm e outras
Bitolas:	3, 6, 9, 12, 15, 18 e 25mm
Observações:	Boa estabilidade dimensional, resistente ao empenamento. Ótima usinabilidade. Utilização em ambientes secos.

MDP

(Medium Density Particleboard), ou Painel de Partículas de Média Densidade. Apesar de serem visualmente parecidos, o que podemos dizer é que o MDP é uma Nova Geração de Painéis de Partículas, não distinto do aglomerado de antigamente e com propriedades mecânicas e acabamento superiores.



Tanto o MDP quanto o Aglomerado são painéis de partículas, ou seja, são produzidos através da aglutinação de partículas de madeira sobre a ação simultânea de pressão e calor. Entretanto o MDP possui propriedades superiores derivadas da adoção de modernas tecnologias de produção, softwares de última geração e uréia-formaldeído.

MDP - Características	
Aplicação:	Indústria moveleira e instalações comerciais
Dimensões:	183x275cm, 210x275cm e 220x275cm
Bitolas:	9, 12, 15, 18 e 25mm
Observações:	Ótima estabilidade dimensional, resistente ao empenamento. Boa relação custo/benefício. Baixa resistência à umidade. Boa resistência ao arrancamento de parafusos.

OSB

Produzido a partir de madeira reflorestada, geralmente de Pinus, emulsão parafínica, resinas resistentes à umidade e água, o “Oriented Strand Board” é um painel de madeira composto à partir de três a cinco camadas, dependendo do fabricante, cruzadas de tiras de madeira orientadas, produzido a partir de madeira.



No Brasil geralmente são 4 camadas. Segue o princípio do compensado no qual as lâminas torneadas são dispostas perpendicularmente de acordo com a direção das fibras, mas no OSB se utiliza 96% da madeira, na forma de microlâminas, contra 56% do compensado o que permite otimizar o custo do produto, tornando-o ecologicamente mais eficiente.

OSB – Características	
Aplicação:	construção civil, indústrias moveleiras e de embalagens, podendo substituir o compensado em algumas aplicações
Dimensões:	122x220cm, 122x244cm e em “tábuas”
Bitolas:	6, 8, 9, 10, 12, 14,15, 18, 20, 22 e 35 conforme os tipos e medidas
Observações:	Mais resistente à umidade, custo/benefício competitivo e ecologicamente mais eficiente. A sua utilização em construção civil do tipo “Steel Framing” é uma tendência.

TAMBURATO

Painel estrutural composto, produzido com camadas externas de partículas finas de madeira prensada, com espessura de cerca de 7 mm, e miolo em “Honeycomb” - colméia de papel reciclado. O resultado é um painel para fabricação de móveis robustos, que exigem espessuras grossas, leveza no peso e excelente desempenho.



Além de ecologicamente correto, o Tamburato possibilita várias aplicações, acompanhando as tendências mundiais de design de móveis robustos. Em marcenaria aeronáutica é usado um tipo de tamburato com colméia de alumínio.

Tamburato - Características	
Aplicação:	Móveis, portas e divisórias
Dimensões:	60x275cm, 91,5x275cm, 122x275cm ou sob-medida conforme a necessidade.
Bitolas:	40 e 50mm, ou sob-medida conforme a necessidade.
Observações:	Leve, estável, robusto e fácil de transportar. Sua utilização reduz em cerca de 40% o peso de um móvel semelhante fabricado em painel maciço.

PAINÉIS COMPOSTOS

Painéis compostos atendem algumas necessidades específicas, a exemplo de aglomerados em que são usados como aglomerante o cimento portland ou o gesso, utilizados na construção civil. Entre os diversos tipos destaca-se um tipo de painel multi-sarrafado de uso muito difundido na construção civil, especialmente em aplicações em ambientes comerciais.



O miolo é formado por inúmeras lâminas de madeira revestido em ambos os lados por chapas de fibrocimento. As bordas recebem sarrafos maciços. Antigamente as placas cimentícias tinham amianto adicionado à sua composição, porém devido à restrições recentes ao uso deste material ele foi substituído por fibras sintéticas, inofensivas à saúde dos que o manuseiam.

Sarrafeado com Placas de Cimento/Madeira - Características	
Aplicação:	Pisos e divisórias em construção civil
Dimensões:	120x250cm
Bitolas:	40mm
Observações:	Pesado, elevada resistência mecânica e à umidade, pode receber revestimentos diversos inclusive azulejos e pisos cerâmicos.

CHAPA DURA

A Chapa-Dura, também conhecida como Chapa de Fibra, é produzida de fibras de madeira assim como o MDF, especialmente madeira de Eucalipto. As fibras são prensadas à quente por um processo úmido que faz com que a lignina forme algumas ligações entre as fibras, formando uma chapa plana e de alta densidade.



Reconhecidas por sua variedade de acabamento e multiplicidade de uso e resistência, as chapas de fibras atendem às exigências de inúmeras aplicações das indústrias moveleira, automobilística, embalagens, bebidas, artefatos de madeira, brinquedos, marcenarias e instalações comerciais.

Chapa Dura - Características	
Aplicação:	Fundos de móveis e gavetas, embalagens, artefatos de madeira, brinquedos, marcenarias e instalações comerciais.
Dimensões:	122x275cm, 183x244cm, 183x275cm e 183x305cm
Bitolas:	2,5mm e 3mm
Observações:	Resistente. Alta densidade. Baixo custo comparativo.

BLOCKBOARD

Fabricado com madeira maciça de reflorestamento ecologicamente correta de pinus, eucalipto ou teca jovem, produzidos com a junção de pequenos pedaços de madeiras maciças com cola especial. Alia a beleza da madeira maciça natural com a praticidade do painel industrializado. É sofisticado e diferenciado.



Blockboard - Características	
Aplicação:	móveis de alto luxo, marcenaria em geral, para produção de tampos de mesa e armários, prateleiras, gabinetes, objetos decorativos, revestimento de paredes, pisos, janelas, portas, esquadrias etc.
Dimensões:	60x230cm, 80x225cm, 88x225cm, 120x225cm, 183x244cm, 183x275cm e 183x305cm
Bitolas:	16, 20, 21, 27, 34, 35, 45, 50 e 70mm conforme o fabricantes, as dimensões e a madeira – sob consulta
Observações:	Um efeito exclusivo em cada peça



Referências Bibliográficas

ABIPA/SECEX. Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira. Disponível em <http://www.abipa.org.br/numeros.php>.

ABRAF. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF. Ano Base 2010.** Disponível em <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR.pdf>.

MASISA. MASISA- BRASIL. Disponível em <http://www.masisa.com/bra/>.

IEMI-Instituto de Estudos e Marketing Industrial e Movergs-Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em <http://www.emobile.com.br/dados-do-setor-moveleiro>

Portal Moveleiro. Disponível em http://portalmoveleiro.com.br/polos/polos_abertura.html

Abimóvel-Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário. Disponível em <http://www.abimovel.com/>

SciELO - Scientific Electronic Library Online. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n2/a20v33n2.pdf>

BELO HORIZONTE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Projeto: Indústrias moveleiras de Ubá e região com produtos seriados focados nas classes sociais B, C e D. 2009. Disponível em: http://www.sigeor.sebrae.com.br/visualizacao/frmVisualizarArvore.aspx?PID=NjM0MDQzMzkzNzgwNjI1MDAw&COD_PRATIF=1e86ea77-2a26-4396-863f-9e1a5af0483e. Acesso em: 13 jan. 2010

Cadeia produtiva da movelaria: pólo moveleiro de Ubá. Disponível em http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_cadeia_uba_22444.pdf

CGIM- CENTRO GESTOR DE INOVAÇÃO MOVELEIRO. Pólo Moveleiro de Ubá mostra móveis no Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: <http://www.cgimoveis.com.br/mercado/polo-moveleiro-de-uba-mostra-moveis-no-rio-de-janeiro>.

MASISA. MASISA-BRASIL. Disponível em <http://www.masisa.com/bra/produto/paineis/mdppremium>

FOREST PRODUCT LABORATORY. Wood handbook: wood as an engineering product. Washington DC, U.S. Dept. of Agriculture, 466p, 1987. In: C. I. Campos, F. A. R. Lahr. **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 Revista, vol. 9, Nº 1 (2004), páginas 32-42. Disponível em <http://www.sm2000.coppe.ufrj.br/mirror/sarra/artigos/artigo10592/10592.pdf>

CASTRO, E. M. Processo de produção mecânica de MDF. Dissertação de Mestrado. Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais. São Carlos, 2000. In: C. I. Campos, F. A. R. Lahr. **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 Revista, vol. 9, Nº 1 (2004), páginas 32-42. Disponível em <http://www.sm2000.coppe.ufrj.br/mirror/sarra/artigos/artigo10592/10592.pdf>

NEVES, J. M.; Celulose e papel – Tecnologia de fabricação da pasta celulósica. Volume 1. Cap. VII – Polpação de alto rendimento e semiquímica. SENAI / IPT – São Paulo, 1988. In: C. I. Campos, F. A. R. Lahr. **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 Revista, vol. 9, Nº 1 (2004), páginas 32-42. Disponível em <http://www.sm2000.coppe.ufrj.br/mirror/sarra/artigos/artigo10592/10592.pdf>