

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA E BIOLOGIA
CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS AMBIENTAIS

FERNANDO JOHANSSON

ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DE MDF

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2016

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA E BIOLOGIA
CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS AMBIENTAIS

FERNANDO JOHANSSON

ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DE MDF

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais do Departamento Acadêmico de Química e Biologia – DAQBi – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli

CURITIBA
2016

RESUMO

JOHANSSON, Fernando. Alternativas de destinação de resíduos de MDF. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais – Departamento Acadêmico de Química e Biologia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

O MDF é um material consolidado no mercado brasileiro por apresentar qualidades próximas as da madeira bruta nobre, porém sem seus defeitos e com baixo custo. A destinação do resíduo das marcenarias que utilizam o *medium-density fiberboard* (MDF) como matéria-prima para a fabricação de móveis vem se tornando um desafio, pois as propriedades físicas e químicas impossibilitam o tratamento final convencional utilizado no setor florestal/madeireiro. Este trabalho tem como objetivo analisar as propostas disponíveis no mercado que propõem uma destinação ambientalmente correta e viável aos resíduos de MDF de marcenarias. O levantamento dos dados ocorreu através de pesquisa bibliográfica e análises laboratoriais de amostras coletadas em duas marcenarias, que ocorreram conforme a norma NBR 15316-2:2015. Os dados de laboratório demonstram que as propriedades físicas do material não se alteram durante o armazenamento do resíduo nas marcenarias. A análise bibliográfica comprovou a mobilização interinstitucional que existe em torno destino adequado para os resíduos de MDF, porém constatou-se uma quantidade pequena de alternativas técnico-científicas que reduza ou elimina o impacto ambiental. A queima controlada e a utilização dos resíduos na fabricação de chapas aglomeradas estão entre as propostas mais recorrentes.

Palavras-chave: MDF, *medium-density fiberboard*. Sustentabilidade. Redução de Impacto ambiental.

ABSTRACT

JOHANSSON, Fernando. Alternatives of destiny for mdf residues. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais – Departamento Acadêmico de Química e Biologia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

The destiny of residue of the woodworks that use (MDF) as feedstock in order to manufacture furniture is becoming a challenge, because the physical and Chemical properties make it impossible the conventional final treatment used in the forest/woodworking sector. The MDF is a material consolidated in the Brazilian market for present qualities close to Gross Noble wood, but without its defects and with low cost. This work has the objective of assessing the proposals available in the market which propose a destination environmentally correct and viable. The gathering of data happened through bibliographic research and assessment of samples gathered at woodworks, that will happen according to the rule NBR 15316-2:2015 Of the Brazilian Association of technical rules (ABNT) The laboratory study material, was gathered in woodworks of small and medium size and bibliography available.

Key words: MDF, medium density fiberboard. Sustainability. Reduction of environmental impact.

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| 1. INTRODUÇÃO | 4 |
| 2. OBJETIVOS | 6 |
| 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 6 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 7 |
| 3.1 PAINÉIS DE MADEIRA | 7 |
| 3.1.1 Resinas | 11 |
| 3.1.2 Revestimento | 11 |
| 3.2 MERCADOS BRASILEIROS | 12 |
| 3.3 PROCESSOS PRODUTIVOS DO MDF | 12 |
| 3.4 PROCESSOS PRODUTIVOS DE MÓVEIS | 14 |
| 3.5 RESÍDUOS DE MDF | 14 |
| 3.6 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS | 15 |
| 3.7 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS | 16 |
| 4. METODOLOGIA | 17 |
| 4.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 17 |
| 4.2. METODOLOGIA LABORATORIAL | 17 |
| 4.2.1 Amostragem | 17 |
| 4.2.2 Determinação da Densidade da Serragem | 18 |
| 4.2.3 Determinação da Densidade dos resíduos de MDF | 19 |
| 4.2.4 Determinação do Teor de Umidade | 19 |
| 4.2.5 Determinação do inchamento por 24 h | 19 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 5.1 PROCESSO EXPERIMENTAL | 21 |
| 5.2 ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA | 23 |
| 6. CONCLUSÃO | 26 |
| REFERENCIAS | 277 |
| ANEXOS | 31 |

1. INTRODUÇÃO

As origens do *medium densit fiberboard*, doravante MDF, são registradas nos Estados Unidos em 1858, quando já se prenunciava uma escassez de madeira maciça no futuro próximo. O primeiro painel produzido industrialmente no mundo foi um compensado, fato ocorrido no início do século XX nos Estados Unidos da América. (TORQUATO, 2007). Desde então, houve um grande processo de desenvolvimento que pode ser dividido em três períodos:

1. O primeiro período, ocorrido entre 1905 e 1935, caracterizou-se pelo desenvolvimento de tecnologia básica, em termos de projetos de fabricação de equipamentos para linha de produção, difusão e ampliação de mercado deste novo produto denominado de painéis compensados de madeira;
2. Segundo período, ocorrido entre 1936 e 1955, caracterizou-se por consolidar as indústrias de compensados como importante segmento da indústria madeireira, com desenvolvimento de sistemas de prensagem mais avançados e produção de resinas sintéticas (fenol-formaldeído, uréia-formaldeído) para colagem dos painéis. A década de 50 foi marcada pela vasta produção e utilização de compensados;
3. O terceiro período, ocorrido entre 1956 e 1980, por sua vez, foi marcado pelas inovações tecnológicas, com aperfeiçoamento em termos de materiais (resinas, extensores e catalisadores), e desenvolvimento de secadores mais eficientes, assim como de prensas automáticas de múltiplas aberturas, contribuindo para aumentar a produtividade, melhorar a qualidade do produto e reduzir os custos de produção (IWAKIRI, 2005)

O tema meio ambiente e desenvolvimento sustentável são bem conhecidos no setor florestal e madeireiro, e já são realizadas ações de sequestro de carbono, coprocessamento, geração de energia e incorporação em outros produtos (como o MDF), aplicados da casca da árvore a serragem do corte final. Na produção de MDF o assunto ambiental é mais modesto, nos programas ambientais dos fabricantes não existe nada específico para o material, como logística reversa ou reaproveitamento, limita-se a programas socioambientais, de reflorestamentos e reciclagem para aproveitamento energético de madeira bruta.

Essa realidade reflete nas pequenas e médias marcenarias que por falta de incentivo e desconhecimento das possibilidades, utilizam o aterro industrial para

destino final para obtenção de licença ambiental, o presente trabalho pretende discutir esta realidade.

Ao pesquisar o tema depara-se com uma quantidade razoável de literatura a respeito e sente-se a necessidade de reunir este material para disponibilização a outros interessados. Esta quantia de estudos demonstra a preocupação das pesquisas acadêmicas e do Setor Madeireiro com a redução dos impactos ambientais resultantes da destinação dos resíduos de MDF, principalmente advindos da Indústria Moveleira. Adequar a legislação vigente sobre o destino dos resíduos é uma necessidade dos pequenos e médios empresários do setor moveleiro, mas em função do alto custo de destinação de resíduos a Aterros Industriais, parte destes acaba por usar meios inadequados de destinação.

Apesar da quantidade de pesquisas, é necessário continuar os estudos para encontrar técnicas e meios de destinação que sejam mais acessíveis a todos os envolvidos no processo produtivo de moveis, bem como diminuir os impactos ambientais.

Ao analisar laboratorialmente as amostras de resíduos de MDF, coletado em pequenas e médias empresas do setor, pretende-se confirmar as informações técnicas disponíveis sobre os componentes do MDF e possivelmente reafirmar os riscos ambientais de dispor deste resíduo em locais inadequados para o meio ambiente e para a saúde das pessoas (MONTEIRO, 2012).

2. OBJETIVOS

Constitui-se como objetivo geral deste trabalho, realizar levantamento bibliográfico e de campo, sobre as alternativas para destinação de resíduos de MDF, gerados pela indústria moveleira.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho se estabelecem perante as seguintes propostas:

- Verificar medidas para minimização na fonte dos resíduos de MDF;
- Identificar e sugerir alternativas para a destinação;
- Levantar se ocorrem alterações físicas no resíduo de MDF, no processo de armazenagem de duas marcenarias selecionadas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PAINÉIS DE MADEIRA

As chapas de partículas de madeira aglomerada surgiram na Alemanha, no início da década de 40, como forma de viabilizar a utilização de resíduos de madeira em face de dificuldade de obtenção de madeiras de boa qualidade para produção de lâminas para compensados (IWAKIRI, 2005).

A produção foi paralisada logo a seguir, devido à redução na disponibilidade de resina, tendo em vista a prioridade de uso de petróleo para finalidade militar. Ao fim da guerra, em 1946, o processo de desenvolvimento foi retomado nos Estados Unidos, com aperfeiçoamentos de equipamentos e processos produtivos. A partir da década de 60, houve grande expansão em termos de instalações industriais e avanços tecnológicos, que culminaram no desenvolvimento de chapas estruturais tipo *Waferboard* e OSB (*oriented strand board*) em meados da década de 70, atualmente difundidos pelo mundo (IWAKIRI, 2005).

Cronologia:

1858 - Lyman (EUA) desenvolveu a primeira patente em chapas de fibras (IWAKIRI, 2005);

1866 - Fleury (EUA) desenvolveu a patente para fabricação de chapas de fibras isolantes(IWAKIRI,2005);

1880 - desenvolvimento da tecnologia de produção de chapas dura-isolantes pelo processo(IWAKIRI,2005);

1913 - início da produção de compensado no mundo (IWAKIRI, 2005);

1914 - instalação da 1ª fábrica de chapas isolantes baseado na tecnologia de produção(IWAKIRI,2005);

1930 - instalação da 1ª fábrica de chapas duras com a utilização de toretes de madeira(IWAKIRI,2005);

1931 - desenvolvimento do equipamento desfibrador "Asplund" na Suécia, através do método contínuo de desfibramento a alta temperatura e pressão (IWAKIRI, 2005);

1932 - instalação da 1ª fábrica de chapas de fibra na Alemanha (IWAKIRI, 2005);

- 1940 - início da produção de compensado no Brasil (IWAKIRI, 2005);
- 1943 - desenvolvimento do sistema de formação do colchão por método pneumático (ar), que foi a ideia básica para o desenvolvimento do processo seco e semi-seco (IWAKIRI,2005);
- 1951 - início da produção de chapas duras pelo processo semi-seco (IWAKIRI, 2005);
- 1952 - desenvolvimento de planta piloto para chapas duras pelo processo seco (IWAKIRI,2005);
- 1955 - início de produção de chapas de fibra no Brasil (IWAKIRI, 2005);
- 1966 - início de produção de chapas de madeira aglomerada no Brasil (IWAKIRI, 2005);
- 1970 - início da produção de chapas de fibras de média densidade (MDF) (IWAKIRI, 2005);
- 1975 - início de produção de *Waferboard* e OSB no mundo (IWAKIRI, 2005);
- 1997 - início de produção de MDF no Brasil (REVISTA DA MADEIRA 2007).

Feita a partir de sobras da Indústria Madeireira as chapas de madeira tiveram uma grande aceitação no mercado mundial justamente pelo seu, baixo custo e praticidade, estas começam a ser fabricadas no Brasil a partir de 1940, em um momento de expansão do plantio do *Pinus* e *Eucalipto* no País. Estas árvores exóticas, introduzidas aqui pelos Alemães na década de 50, encontraram um ambiente propício para seu desenvolvimento precoce, se expandindo a tal ponto que tornou o Brasil um dos maiores produtores do mundo (IWAKIRI 2005).

Já em 1958, a produção de MDF era de 1.88 milhões de metros cúbicos (MESQUITA, 2007), salienta-se que neste período não haviam legislações ambientais que ordenassem o uso de produtos químicos na fabricação do MDF, estes são usados em quantidades altas no seu fabrico e são muito perigosos para a saúde humana. Atualmente existem várias normativas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), regulamentando a dosagem de insumos químicos na fabricação , bem como ordenando o modo correto de destinar as sobras de MDF oriundas da Indústria Moveleira , que é o grande consumidor deste tipo de material. Hoje no Brasil as atividades relacionadas ao Setor Florestal Brasileiro representam aproximadamente 2,2% do Produto Interno Bruto (PIB). O setor de

base florestal, assegura 700 mil empregos diretos e 2 milhões de indiretos. Apesar das dificuldades econômicas dos últimos anos decorrentes da globalização, fusões e incorporações, o setor florestal manteve taxas expressivas de crescimento (ABIMCI, 2007).

Nas últimas décadas o setor moveleiro nacional vem sofrendo algumas transformações através da modernização industrial, com isso a matéria prima mudou, as madeiras, bruta e aglomerada, deixaram de ser a principal opção, a madeira devido ao elevado custo e o aglomerado devido a baixa qualidade, assim as chapas de MDF são a principal matéria prima utilizadas em marcenarias de pequeno e médio porte.

O MDF ou chapa de fibras de média densidade é um produto homogêneo, sólido, estável, fabricados com uma mistura de fibras de madeira de coníferas e folhosas, sua densidade varia 650 a 800 kg/m³, são comercializadas em chapas com dimensões de 1.830 mm por 2.750 mm e espessura que variam de 3,0 até 30,00 mm, com ou sem revestimento de polímeros (BELINI *et al.*, 2010).

O setor de produção de chapas é muito estável e consolidado no Brasil, pois não possui patentes, tem baixo custo de produção, matéria prima em grande oferta, com os parques industriais localizados perto dos grandes centros consumidores e a florestas de pinus e eucalipto há menos de 150 km de distância (BIAZUS, 2010).

A produção de móveis no Brasil é fracionada, com 70% para móveis residenciais, 20% móveis para escritórios e outros 10% para móveis residenciais planejados ou sob medida, onde a produção é predominada por pequenas e médias empresas, sem processos produtivos complexos, trabalho quase que exclusivamente artesanal, sendo geralmente empresas familiares e compostas de trabalhadores informais (LEÃO, 2010).

A competitividade está mudando as características das pequenas e médias marcenarias, que hoje buscam a regularização para conseguir financiamentos, o que viabiliza maior tecnologia no dia a dia. Pesquisas de umas das fornecedoras de ferragens e chapas apontam que 55 % das marcenarias utilizam *software* para projetos, o que reduz o tempo de execução e evita desperdício de chapas, gerando aproveitamento de até 98%, variando com o projeto e produtividade. (MADCOMPEN, 2015).

Esses *softwares* realizam o projeto em 3D e com o auxílio de outra ferramenta convertem o projeto para 2D que organiza na chapa de MDF com maior aproveitamento e geram uma lista de peças, assim o a máquina com interface com o computador corta conforme o plano ou é passado a instrução para o marceneiro, exemplo de plano de corte Figura 1.

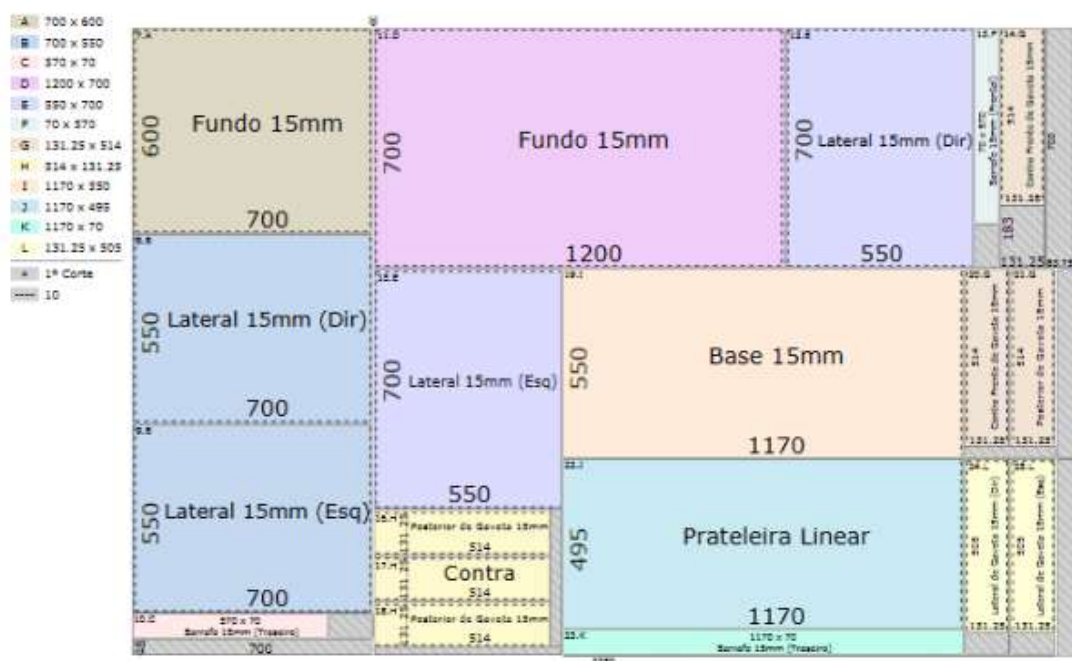


Figura 1 – Exemplo de plano de Corte
Fonte: 3Dcademy,2016

Os painéis podem ser divididos em dois tipos, os processados mecanicamente ou painéis de madeira reconstruída. Os processados mecanicamente consistem em pedaços ou lâminas de madeira colada para formar o compensado e o EGP (*Edge Glued Panel*). Já os de madeira reconstituída sofrem ação química, passando por vários processos de desagregação. As principais variedades desse seguimento são (MATTOS, 2008):

- Aglomerado ou MDP (*Medium Density Particleboard*): É uma chapa de com partículas de madeira, coladas com resinas sob a ação de temperatura e pressão;
- OSB: São lascas de madeira orientadas perpendicularmente, aglutinadas com resinas através da pressão e elevadas temperaturas;

- MDF e correlatos: São produzidos em processo similar ao MDP, porém com fibras reduzidas, sendo quanto menor a fibra maior a densidade da chapa. Além da média densidade existem produtos como o HDF (*high density fiberboard*) e SDF (*super density fiberboard*) para condições estruturais ou não, e condições úmidas e secas (MATTOS, 2008).

3.1.1 Resinas

Segundo a norma ABNT NBR 15316-1/2015, a resina adesiva é a substância utilizada com o objetivo de aderir fibras em um painel. O adesivo pode ser orgânico ou inorgânico. A adição de formaldeído aumenta a resistência à água.

Os inorgânicos são a base de silicones e produzem ligações com elevada resistência mecânica. Os adesivos orgânicos são divididos em:

- Termofixos: que atingem a cura através de reações químicas;
- Termoplásticos: que apresentam cura reversível com a variação da temperatura, são empregados na forma sólida ou em soluções. Os principais empregados na fabricação do MDF são; uréia-formaldeído, fenol-formaldeído, melanina-uréia-formaldeído e tanino-formaldeído (CAMPOS, 2004).

3.1.2 Revestimento

O Painel de MDF pode ser produzido com ou sem revestimento. O revestimento na fábrica pode ser do tipo Laminado de Baixa Pressão (BP) ou *Finish Foil* (FF). O BP consiste na aplicação de uma lâmina celulósica impregnada com resina melamínica com ação da temperatura e pressão esse material se funde com as partículas, já o FF é a aplicação de um papel específico com a resina melamínica sob alta pressão e alta temperatura. (TORQUATO, 2008).

O MDF ULTRA BP (nome comercial) é fabricado pela Duratex, e possui proteções contra três fatores de forma muito superior comparado ao MDF comum, o MDF Ultra BP possui proteção contra umidade, cupins e também bactérias. Esse material possui uma característica exclusiva, que ajuda na identificação e demonstração do produto, que é o seu miolo verde, e sua composição é segredo industrial, porém, é provável que a quantidade de formaldeídos seja maior.

3.2 MERCADOS BRASILEIROS

A produção do MDF no Brasil teve início em 1997 com 30.000 m³ (FAO, 2015) produzidos pela Duratex, logo após surgiram Masisa, Tefesia e Placas Paraná, demonstrando o crescimento do setor e consolidação do material conforme Tabela 1, um estudo do BNDS de 2007 aponta que 81% do MDF produzido é utilizado no setor moveleiro (ROSA, 2007).

As principais fabricantes de MDF no Estado do Paraná são Berneck, Masisa, Sudati, Arauco e Guararapes, sendo uns dos maiores polos do setor no Brasil.

Tabela 1 - Produção nacional de MDF em mil.m³

| Ano | Produção | Importação | Exportação |
|------|----------|------------|------------|
| 2007 | 4.963 | 243 | 292 |
| 2008 | 5.202 | 266 | 210 |
| 2009 | 5.283 | 160 | 179 |
| 2010 | 6.434 | 183 | 127 |
| 2011 | 6.472 | 192 | 164 |
| 2012 | 7.304 | 112 | 252 |
| 2013 | 7.893 | 112 | 349 |
| 2014 | 7.977 | 81 | 421 |

Fonte: Indústria Brasileira de árvores; 2015.

3.3 PROCESSOS PRODUTIVOS DO MDF

A produção da chapa de MDF consiste no cozimento de cavacos da madeira transformando-os em fibras que, são coladas com uma resina a base de ureia-formaldeído, os cavacos podem ter origem de resíduos de outros processos da indústria ou picotados para esse propósito, conforme Figura 1 (KOCH, 2012).

O *Pinus* tem densidade aparente a 15 % de umidade de 480 kgm⁻³ e o e o *Eucalyptus varia de 400 a 1040 kgm⁻³* (IPT,1989) a variação dessa proporção, mais adição de insumos garante a densidade média do MDF. Campos e Lahr (2004) sugerem a busca de novas madeiras para produção do produto devido à previsão de escaques de *Pinus* no Brasil.

A ABNT estabelece duas normas voltadas exclusivamente para o MDF, são elas ABNT NBR 15316-1 e 2, sendo a segunda mais relevante, pois estabelece requisitos e métodos de ensaio para caracterizar o MDF para diversos fins (ABNT,

2015). Para o alvo deste estudo os requisitos de qualidade para o produto estão descritos na Figura 3.



Figura 2 – Processo de Fabricação do MDF
Fonte: BNDS, 2010

| REQUISITOS | MÉTODOS DE ENSAIO | CRITÉRIOS | |
|--|-------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | PAINÉIS SEM REVESTIMENTO | PAINÉIS REVESTIDOS |
| Espessura | Anexo B | ≤9 mm | >9 mm |
| | | ±0,2 mm | ±0,3 mm |
| | | ±0,3 mm | |
| Teor de umidade | Anexo F | 4% a 11% | |
| Tolerância em relação à densidade média | Anexo G | ± 7 % | |
| Painéis sem revestimento ou revestidos em uma face: método <i>perforator</i> | Anexo H | Classe E1 | Classe E2 |
| | | ≤ 8MG/100g | >8mg/100g ≤30mg/100g |

Figura 3 - Requisitos gerais – Painéis de fibras de média densidade
Fonte: ABNT NBR 15316-2, 2015 adaptado.

3.4 PROCESSOS PRODUTIVOS DE MÓVEIS

Com o projeto aprovado, e a lista de ferragens concluída é elaborado o plano de corte, manualmente ou através de *softwares* específicos então ocorre o processo de laminação onde é colada uma fita na borda das peças que ficaram expostas, assim as peças ficam prontas para montagem e seguem os processos logísticos representados da figura 4.

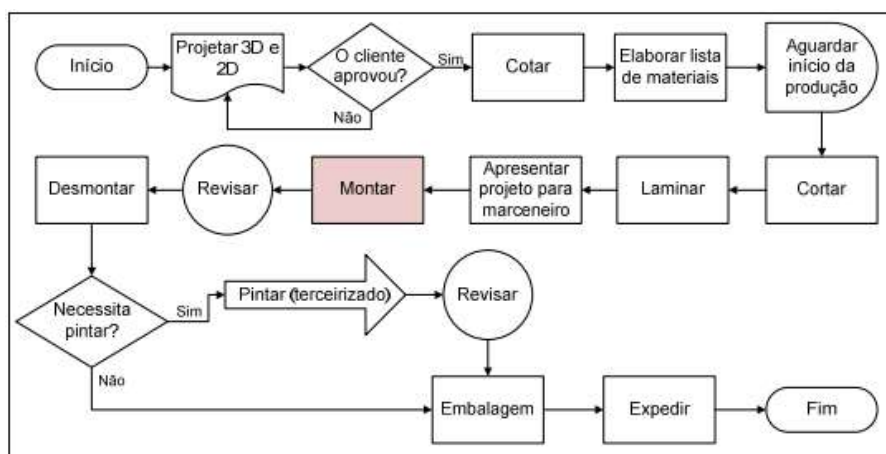


Figura 4 – Processo de fabricação de móveis
Fonte: MACIEL *et al*, 2010

3.5 RESÍDUOS DE MDF

O resíduo de MDF apresenta poder calorífico de 4732 kcal/kg com teor de umidade de 10,3%, e suas cinzas são classificadas como resíduo de Classe I (FARAGE, 2013).

O resíduo de MDF é encontrado na forma de pó com granulometria de até 0,5 mm, serragem de 0,5 a 2,5 mm, maravalhas de 2,5 mm até 1,0 cm, cavacos de 1,0 cm a 5,0 cm e pedaços maiores que 5,0 cm (BORGHI, 2012).

O MDF não é um material que atende o sistema de produção *cradle to cradle* (C2C) ou berço-a-berço, a principal dificuldade está na resina utilizada para unir as fibras e no revestimento polimérico, mas seu potencial de fechamento de ciclo é grande, se superado a barreira tecnológica da utilização de produtos nocivos à saúde e ao meio ambiente (ARAUJO, 2012).

Estudos realizados na região Serra Gaúcha, um grande polo moveleiro nacional, apontam que os maiores geradores de resíduos são as indústrias que

trabalham com madeira bruta, seguidas por aglomerados e em terceiro lugar MDF, foi constatado também que a indústrias que utilizam o MDF tem aproveitamento maior que 91,5 %, isso devido à chapa conter menos variáveis no processo de corte, como nós, abaulamento e outras imperfeições (HILLIG, 2009).

3.6 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE MDF

Atualmente a destinação final dos resíduos de MDF, de qualquer origem ou tamanho, se constitui basicamente em duas opções, a legal, prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, diz que este deve ser encaminhado para Centros de Resíduos Industriais (valor próximo a R\$ 850,00 por tonelada) e a incineração (com restrições) para geração de energia ou fabricação de novas chapas aglomeradas. A segunda opção, mais utilizada por pequenos e médios geradores, é a clandestina, ou ilegal, onde os restos de MDF são lançados em lixões, enterrados de qualquer forma ou queimados sem nenhum tipo de controle causando impactos ambientais.

A simples queima destes materiais libera gases tóxicos, que uma vez inalados provocam irritações nas vias respiratórias. Por outro lado, o abandono dos resíduos em terrenos baldios ou lixões contaminam o solo e os lençóis freáticos. Os grandes empreendimentos do setor moveleiro são os que acabam cumprindo a legislação para a destinação final das sobras pois são obrigados já na fase inicial do empreendimento a apresentar um plano de destinação dos resíduos para obterem o licenciamento ambiental de funcionamento.

O grande desafio hoje é oferecer às pequenas e médias empresas do setor moveleiro alternativas de destinação dos resíduos sem comprometer o meio ambiente e os orçamentos. O alto custo dos Aterros Industriais inviabiliza esta opção aos pequenos empreendimentos. Os centros de pesquisa acadêmica podem através de suas investigações, viabilizar novas tecnologias para reduzir o lançamento inadequado das sobras da fabricação de móveis.

Novos conceitos de mercado como Ecoeficiencia e Econegocios, que agregam valor aos produtos junto aos consumidores, tem atraído os empresários para investirem em novas alternativas de destino.

Existe uma disposição para pagar um valor agregado quando o produto tem uma configuração ambientalmente correta (Ecoeficiencia), os pesquisadores de

todas as áreas envolvidas no setor madeireiro buscam formas sustentáveis de produção e destinação dos resíduos como forma de se adequar a este novo mercado.

3.7 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O marco regulatório dos Resíduos Sólidos no Brasil, Lei 12.305, de 02 de Agosto de 2010, veio para preencher várias lacunas que a lei anterior, Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, havia deixado, readeguando e atualizando as diretrizes nacionais para a destinação final dos Resíduos Sólidos em todo território nacional.

Com elementos que remetem a Gestão Integrada e outras providencias, esta Política Publica serve como indutora de desenvolvimento sustentável e carrega nela a questão ambiental como referencia, além de instituir prazos para sua efetiva implantação. A responsabilidade dos Gestores Públicos na sua efetivação também é um dos 'alicerces' desta legislação. Termos novos como; Logística Reversa, A questão Socioambiental e Ecoeficiencia se fazem presentes nesta lei, estando contemplados também os conceitos de Reciclagem, Rejeito, Responsabilidade Compartilhada entre outros (DECRETO n° 7494, 2010).

Os princípios da Lei como prevenção, precaução, poluidor-pagador, visão sistêmica, estão delineando qual o cenário desejado pelos legisladores na sua concepção. A distribuição das responsabilidades sobre os resíduos, entre as esferas públicas federais, estaduais e municipais bem como da coletividade e do setor produtivo facilitam a implantação da lei (DECRETO n° 7494, 2010).

Nesta reflexão acadêmica foca-se o capítulo IV da Lei que trata dos resíduos não domiciliares, que enquadra o setor moveleiro, em seu Art. 20, inciso II, obrigando o empreendedor a realizar um plano de gerenciamento de resíduos a fim de obter o licenciamento ambiental necessário à instalação e operação, que esta contemplado no Cadastro Técnico Nacional de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadores de Recursos Ambientais (IBAMA, 2016).

4. METODOLOGIA

O primeiro momento para o desenvolvimento da revisão é a apresentação da provocação investigativa, ou pergunta norteadora, esta vai delimitar o campo do fenômeno a ser investigado.

Qual é a melhor tecnologia de destinação final dos resíduos de MDF disponível aos interessados em diminuir o impacto ambiental, resultante da atividade moveleira?

Considera-se também a elaboração de Hipótese. Será que existe uma tecnologia de descarte de resíduos de MDF que seja eficiente na diminuição, ou eliminação, dos impactos ambientais gerados pela atividade moveleira?

Antes de partir para a pesquisa é necessário esclarecer porque pesquisar este fenômeno. A resposta está na preocupação da sociedade moderna com o equilíbrio ambiental e a qualidade de vida dos seres humanos que habitam o planeta. Esta situação coloca em alerta os diversos setores da sociedade que conhecem as consequências da degradação ambiental e os incentiva a buscar recursos tecnológicos que diminuam, ou eliminem o problema dos resíduos em geral.

A partir da definição da linha de raciocínio, se dará início ao trabalho investigativo que se desenvolverá nas seguintes etapas: Consulta aos materiais bibliográficos, que dão sustentação teórica ao tema, revisão da Legislação que ordena o setor, coleta de dados, análises laboratoriais, consulta a trabalhos acadêmicos e conclusão final.

Os ensaios em laboratório avaliaram algumas características físicas que auxiliaram a propor qual o melhor destino para o resíduo.

4.1 METODOLOGIA LABORATORIAL

4.2.1 Amostragem

O alvo desta amostragem são duas marcenarias, não identificadas devido a não autorização. Uma marcenaria fica em Curitiba-PR, (denominada C), ela é instalada na garagem da casa do proprietário, possui três funcionários e conta com uma esquadrejadeira antiga para corte em um espaço limitado, utiliza cerca de 30 chamadas de MDF por mês e terceiriza perto de 50% dos cortes na própria loja onde

as compra. Os resíduos são armazenados no chão e são destinados na coleta de lixo urbano domiciliar de Curitiba.

A segunda marcenaria é situada em Pinhais-PR (denominada P), é instalada em um barracão com aproximadamente 500 m², conta com escritórios, vários equipamentos em um sistema de linha de produção e sala para estoque de móveis e outra para resto da produção. Utilização mais de 100 chapas de MDF por mês, tem 6 funcionários e terceiriza 20% dos cortes. Utiliza de um *software* para calcular o corte das chapas. Os resíduos são armazenados em caixas de aproximadamente 0,5 m³ e peças triadas em um armário para futuras utilizações. Fotos 1 e 2 em anexo.

A coleta dos resíduos foi realizada segundo as recomendações da ABNT NBR 10007 – Amostragem para Resíduos Sólidos. Este procedimento foi realizado no mês de março de 2016 nas duas marcenarias. As amostras foram armazenadas em caixa organizadora plástica e com tampa, sem preservação.

O MDF em pedaços foi coletado em amostra representativa uma pilha de material, pegando pedaços da base, meio e topo. A serragem foi coletada somente na marcenaria P, obteve-se uma amostra homogênea utilizando a técnica de quarteamento.

4.1.2 Determinação da Densidade da Serragem

Sendo a serragem um sólido irregular utilizou-se uma proveta de 50 mL para indicar aproximadamente seu volume e uma balança analítica para determinar sua massa, sabendo esses dados utilizou-se a seguinte fórmula:

$$D = \frac{M}{V} \times 1000 \quad (1)$$

Sendo:

D - Densidade em quilogramas por metro cubico (kg/m³);

M – Massa em gramas (g);

V – Volume em milímetros cúbicos (mm³).

As medições foram feitas em triplicata e o valor médio dos resultados expresso em kg/m³.

Para efeito de comparação realizou-se o mesmo procedimento com a serragem pressionada com um pilão, para obter uma compactação.

4.1.3 Determinação da Densidade dos resíduos de MDF

Este procedimento seguiu a norma da ABNT NBR 15316 - Painéis de fibras de média densidade Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio, anexo G, de maneira adaptada para o resíduo. Os pedaços de MDF foram medidos com um paquímetro de 15000 mm e todos tinham medidas próximas de 18x50x50mm para melhor medição na balança analítica. Os corpos foram mantidos em um dessecador e foram feitas três medidas de massa durante 24h. Para calcular os resultados utilizou-se a equação 1.

4.1.4 Determinação do Teor de Umidade

Utilizou-se a norma ABNT NBR 15316-2 para esta caracterização, em seu anexo F. Os corpos de prova foram medidos em balança analítica, determinando a massa úmida, após esse procedimento, foram mantidos em uma estufa a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$, até obterem massa constante com intervalo mínimo de 6 horas, e calculados com a equação (2).

$$U = \frac{MU - MS}{MS} \times 100 \quad (2)$$

Onde;

U - teor de umidade expresso em porcentagem(%);
MU - Massa Úmida em gramas (g);
MS - Massa Seca em gramas (g).

4.1.5 Determinação do inchamento por 24 h.

Neste procedimento foi utilizado o anexo L da norma ABNT NBR 15316-2. As amostras de largura, comprimentos distintos e previamente mensurados com o paquímetro, foram imersas por completo em um banho de água deionizada por 24 h, com controle de temperatura de $20\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Removeu-se o excesso de água e mediu-se novamente suas dimensões. Obteve-se o resultado utilizando a seguinte equação:

$$I = \frac{E1 - E0}{E0} \times 100 \quad (3)$$

Sendo:

I - Inchamento em espessura do corpo de prova, expresso em porcentagem (%);

E1 - a espessura do corpo de prova após o período de imersão considerada, expressa em milímetros (mm);

E0 - a espessura do corpo de prova antes da imersão, expressa em milímetros (mm).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PROCESSO EXPERIMENTAL.

Os resultados dos ensaios são comparados com os estabelecidos pela norma ABNT NBR 15316-2, estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Densidade dos resíduos de MDF

| Ensaio | Unidade | Material | Norma | Marcenaria C | Marcenaria P |
|-----------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| Densidade | kg/m ³ | MDF | 651 - 800 | 674,640 | 719,168 |
| Teor de Umidade | % | | 4 - 11 | 5,7 | 3,9 |
| Inchamento 24 h | % | | 12 | 12 | 18 |
| Densidade | kg/m ³ | MDF Ultra BP | 651 - 800 | X | 731,356 |
| Teor de Umidade | % | | 4 - 11 | X | 3,16 |
| Inchamento 24 h | % | | 8 | X | 7,75 |
| Densidade | kg/m ³ | Serragem | X | 159,132 | 157,822 |
| Teor de Umidade | % | | X | 53,2 | 49,5 |
| Densidade | kg/m ³ | Serragem Compactada | X | 335,656 | 327,427 |

A densidade do material não é alterada, a norma estabelece que para MDF de 18 mm, a densidade deve ficar entre 651 e 800 kg/m³, para os dois diferentes tipos de MDF.

O teor de umidade no caso da marcenaria P, ficou abaixo do recomendado, mas muito próximo. Fatores ambientais como temperatura e umidade relativa do ar interferem diretamente neste procedimento, outra interferência é a superfície de contato, e devido á isso a serragem absorve bastante água do ambiente.

O MDF Ultra BP continua atendendo as condições da norma já o MDF comum ultrapassa um pouco a porcentagem. Um aspecto evidente é a diferença visual entre o MDF comum e o ULTRA BP que absorve menos água, fotografias 1 e 2.



Fotografia 1 – MDF comum não exposto ao teste e MDF Ultra BP exposto.
Fonte: Autoria própria.



Fotografia 2- Diferença entre MDF e MDF Ultra BP expostos ao teste.
Fonte: Autoria própria.

Os experimentos com a serragem foram realizados para verificar suas características básicas para prováveis utilizações. Para efeito de comparação a literatura diz que o teor de umidade da serragem do *Pinus spp* é 52,08% e do *Eucalyptus spp* 56,60%, próximos do encontrado para o MDF, estes interferem diretamente na geração de calor e nas misturas com resinas em novas aglomerações. A densidade da serragem é naturalmente bem abaixo do MDF, sendo necessário empregar uma alta pressão para se for desejável, reconstituir o painel de MDF. (CALEGARI, 2005)

5.2 ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

Os principais métodos para destinação do resíduo são apresentados no Quadro 2, estas eliminam o problema ou prologam a vida útil do MDF residual.

Quadro 2 – Principais formas de eliminação do resíduo de MDF vistos na revisão bibliográfica.

| Proposições | Potencialidade | Fragilidade | Comentário |
|---|---|--|---|
| <i>Tijolo de Madeira e Painel de madeira Block Wood; Utilização de MDF como Matéria Prima para confecção de Tijolo e Painel.</i> Autor; Eroni Geraldo. | <ul style="list-style-type: none"> - O resíduo não é enviado para Aterro industrial. - Sem restrições legais. | <ul style="list-style-type: none"> - Volume gerado excede a necessidade para larga escala. - Limitações de produção, aceitação do mercado. | <ul style="list-style-type: none"> - Solução criativa, incerteza da absorção do volume de resíduos gerados pela indústria. |
| Remanufatura de Painéis: <i>Estudo de Caso sobre Viabilidade de Uso de Resíduos de Compensado, MDF e MDP, para produção de Painéis Aglomerados.</i> Autor; Cristiane Weber. UFPR, Curitiba 2011. | <ul style="list-style-type: none"> - O resíduo não é enviado para Aterro industrial - Baixo custo. | <ul style="list-style-type: none"> - Aumenta a inserção e produtos nocivos - prolonga a vida do resíduo. | <ul style="list-style-type: none"> - Plantas industriais não precisam serem adaptadas. |
| Design na produção com chapas novas: <i>Uma Perspectiva sobre o Design e a Produção de Móveis sob Encomenda: Uso e Descarte de Painéis de Fibra de madeira de Média Densidade.</i> Autora; Estefani Moreira Shuster. UFPR, Curitiba 2013. | <ul style="list-style-type: none"> - Redução - Reutilização do resíduo na fábrica. | <ul style="list-style-type: none"> - Necessita de capacitação dos funcionários. - Investimento e novo maquinário. | <ul style="list-style-type: none"> - Dificil implantação devido ao baixo interesse em capacitação e funcionários e a pouca relação com o meio ambiente destes. |
| Fabricação de Briquetes: <i>A Fabricação de Briquetes como Alternativa para Destinação Adequada de Resíduos de Madeira na Indústria Moveleira no Espírito Santo.</i> Autoras; Júlia Tedesco Moraes. FAESA (ES) 2011. | <ul style="list-style-type: none"> - Agrega valor ao resíduo. - Solução energética. | <ul style="list-style-type: none"> - Impedimentos legais, variação e estado para estado da união. - Poluição atmosférica | <ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de segregação do resíduo não é atrativa par o setor. |

Fonte: Autoria própria

Quadro 2 – Principais formas de eliminação do resíduo de MDF vistos na Revisão bibliográfica. Continuação.

| Proposições | Potencialidade | Fragilidade | Comentário |
|--|---|---|---|
| Logística Reversa: <i>Desafios para Aplicação de Metodologia do Berço ao berço ao Ciclo de Vida de MDF e MDP.</i> Autor; Gil Machado . | - Ampliou o leque de responsabilidades e aumentou as possibilidades de resolução da problemática. | - A proposta tem que ter o aval de todos os envolvidos na cadeia produtiva para funcionar.. | - diferencial em relação aos demais por considerar a questão dos resíduos a partir da cadeia produtiva do setor moveleiro desta forma multiplicando as responsabilidades. |
| <i>Reaproveitamento de Resíduos de MDF da Indústria Moveleira.</i> Autores; A.F. Silva, C.F. de Figueiredo. Revista de Design e Tecnologia. UFRGS 2010. | -Reduz o volume de resíduos destinados ao descarte. | - A indicação da queima permanece impactos. | - Novamente a solução é o aumento da vida útil do material reaproveitado. |

Fonte: Autoria própria

Na produção de tijolo, o teor de umidade do resíduo armazenado não é considerado prejudicial, bem como o inchamento do MDF, pois a fabricação é por via úmida. Portanto, esta tecnologia poderia absorver resíduos armazenados livres ou não de umidade, porém recomendado o exposto a água.

Na indicação do uso do resíduo na manufatura para a fabricação de aglomerado, proposta por Webber (2011) e também estudada por Silva e Figueiredo (2010), o armazenamento do resíduo é fator relevante, devido a alterações físicas sofridas refletirem na qualidade do produto final, indicado o material seco e sem impurezas, ou de realização de etapas de pré-tratamento para adequar o resíduo, que aumentariam o custo. Segundo Weber (2011) a produção de chapas com os resíduos gera o aumento da demanda de insumos químicos, que também aumentaria os custos e os potenciais danos ambientais, ficando sugerido o estudo

de inserção de frações de resíduos na produção de chapas com a matéria prima virgem.

O uso de tecnologia, *software*, proposto por Estefani Moreira, na fase de desenho do móvel diminui consideravelmente o volume de sobras de MDF, a redução de resíduo no início do processo produtivo é considerado ideal, porém o custo, e desconhecimento, desta ferramenta tecnológica inviabiliza o uso por pequenos e médios empresários.

O uso de restos da indústria madeireira é um avanço tecnológico na resolução do impacto ambiental, o material é amplamente absorvido por indústrias para geração de energia e uso doméstico (carvão vegetal). No entanto existe um impedimento do uso do MDF residual para esta finalidade, devido à composição química desse material, madeiras, resinas, camada melamínicas e PVC's. A incineração como briquete ou no coprocessamento merece mais aprofundamento para possível destinação.

A proposição da aplicação do mecanismo da Logística Reversa na cadeia produtiva do setor moveleiro, analisado por Araújo e Machado (2010), indica uma evolução na solução do problema, o mecanismo também chamado do berço ao berço é o que mais se enquadra na lógica da sustentabilidade. Ao responsabilizar o fabricante pela absorção do resíduo o modelo fecha o ciclo e retira do consumidor o peso do custo da destinação final do material residual. Entretanto como este resíduo não consta na lista de Logística Reversa da Política Nacional de Resíduos Sólidos, esta não obrigatoriedade acaba eximindo a indústria de chapas de MDF na implementação desse modelo da gestão ambiental, sendo necessário uma modificação na legislação atual para a resolução da problemática.

6. CONCLUSÃO

Considerando os dados obtidos e analisados, conclui-se que o material residual de MDF armazenado nas marcenarias estudadas, pode ser destinado de forma legal e ambientalmente correta. Em todos os casos vistos, as alterações físicas não impedem sua utilização para as destinações expostas anteriormente.

A introdução de Softwares de Designer e de plano de corte no setor moveleiro como medida de redução das sobras, foi encontrado como o modelo mais eficiente e inovador na diminuição dos resíduos na fonte. Entretanto, estes mecanismos não estão à disposição na maioria das pequenas e médias empresas, por razões econômicas e culturais.

O mecanismo de Logística Reversa seria dentre as estudadas, a solução mais adequada, pois remete a responsabilidade do problema ao fabricante do MDF. A necessidade da inclusão deste material na lista prevista pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, minimizaria os custos, possibilitando a inclusão de todos os envolvidos na cadeia produtiva do setor moveleiro. Reduzindo assim os impactos ambientais, como também a destinação ilegal destes resíduos.

REFERENCIAS

3Dacademy. Disponível em: <<http://3dacademy.com.br/curso-completo-promob-passo-a-passo-3/>> Acessado em: 12/10/2016

ABIMCI - Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente. **Estudo setorial Ano**, base 2006. Curitiba, 2007.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004. **NBR 1004 - Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004. **NBR 1007 - Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. **NBR 15316-1: Painéis de fibras de média densidade Parte 1: Terminologia**. Rio de Janeiro. 01 p.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. **NBR 15316-2: Painéis de fibras de média densidade Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro.

ARAÚJO, Gil M. G. de. **Desafios para aplicação da metodologia berço-a-berço ao ciclo de vida de móveis de MDF e MDP**. 2012. Rio de Janeiro. 2012. 90 f. Dissertação - Pós-Graduação de Engenharia Urbana e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2012.

ARAÚJO, Gil M. G. **Desafios para Aplicação de Metodologia do Berço ao Berço ao Ciclo de Vida de MDF e MDP**. PUC RJ, Rio de Janeiro 2012.

BELINI, Ugo Leandro *et al.* Propriedade de painéis MDF de Eucalipto. **Revista da Madeira**, Sine loco edição nº125, novembro de 2010. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1496&subject=Pain%E9is> Acessado em: 10/10/2015

BIAZUS, André; DA HORA André B; LEITE Bruno G P. Panorama de mercado: painéis de madeira. Rio de Janeiro, **BNDS Setorial**, n. 32 set. 2010 pg 39-90. <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1765/1/BS%2032%20Panorama%20de%20mercado%20pain%C3%A9is%20de%20madeira_P.pdf> Acessado em: 15/10/2015

BOLOGNESI, Lucas. **Quantificação de formaldeído em extrato aquoso obtido da emissão de painéis de madeira por espectrofotometria acoplada à injeção em fluxo**, 2010. Dissertação de Mestrado. UFPR, Curitiba- PR.

BORGHI, Michel M. da. **Efeito Da Granulometria Na Avaliação Dos Briquetes**. 2012. 47 f. Monografia - Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

CALEGARI, Leandro, *et al.* **Características de algumas biomassas utilizada na geração de energia no sul do Brasil.** Revista Biomassa e Energia v. 2 n. 1 pg 37-46 2005.

CAMPOS, C. I; LAHR F. A. R. Estudo Comparativo dos Resultados de Ensaio de Tração Perpendicular para MDF Produzido em Laboratório com Fibras de Pinus e de Eucalipto Utilizando Uréia-Formaldeído. **Revista Matéria**, v. 9, n. 1, pp. 29 – 40, 2004 ISSN 1517-7076

CASAGRANDE, Eloy F; *et al.* **Indústria Moveleira e Resíduos Sólidos: Considerações para o Equilíbrio Ambiental.** Revista Educação e Tecnologia. CEFET -PR, Curitiba, 2004.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Número 313. **Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.** Brasília-DF. 2002

DE LIMA, Adriano J.; MAKISHI, Daniel K. **Alternativas para destinação de Resíduos de Aglomerado e MDF em Industrias de médio e porte: Estudo de Caso em Curitiba e região metropolitana.** 2004. Trabalho de Conclusão de Curso. CEFET, Curitiba-PR

DECRETO nº 7494 Dezembro de 2010, institui a **POLITICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**, Presidência da República; Governo Federal.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. 2015. **Statistic division.** Disponível em : <<http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626#ancor>> Acessado em: 02/10/2015

FARAGE, Rogério P. M. *et al.* **Avaliação do potencial de aproveitamento energético dos resíduos de madeira e derivados gerados em fábricas do polo moveleiro de Ubá – Mg.** 2013. Santa Maria. Ciência Florestal v. 23, n. 1, p. 203-212,ISSN 0103-9954.

GRUPO MADCOMPEN. **Infomad.** Edição 10, 2015 Ponta Grossa. Disponível em: <<http://www.gmad.com.br/pf/13.html>> Acessado em: 20/10/2015

HILLIG, Éverton; Schneider Elisabete V; Pavoni Eloide T. Geração de resíduos de madeira e derivados da indústria moveleira em função das variáveis de produção. **Produção.** Caxias do Sul, Produção, v. 19, n. 2, 2009, p. 292-303.

IBÁ - Indústrias Brasileiras de Árvores, 2015. **Histórico de desempenho do setor.** Sine Loco. Disponível em: <<http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/historico-do-desempenho-do-setor>> Acessado em: 03/11/2015

IBAMA. Disponível em :< https://servicos.ibama.gov.br/phocadownload/manual/tabela_atividades_do_ctf_app.pdf> Acessado em: 05/12/2016

IPT- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO
Sistema de Informações de Madeiras Brasileiras. São Paulo: IPT, 1989b. 291p.

KOCK, Marciano R. **Gestão de Resíduos Sólidos de uma Indústria de Aglomerados e Moveleira –Um olhar para Sustentabilidade.** UNIVATES-RS 2012.

KOCK, Ricardo M. **Gestão de resíduos sólidos de uma indústria de aglomerados e moveleira- um olhar para a sustentabilidade.** 2012. 126 f. Dissertação (Mestre em ambiente e desenvolvimento) – Centro Universitário UNIVATES, Lageado, 2012.

KOZAK, Pedro A. *et al* **Identificação, Quantificação e Classificação dos Resíduos Sólidos de uma Fábrica de Móveis.** Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais. UFPR, Curitiba 2008.

LEÃO, Maurício S; NAVEIRO Ricardo M. Fatores de competitividade da indústria de móveis de madeira do Brasil. **Revista da Madeira**, Sine loco edição nº 119, agosto 2009. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1375&subject=M> Acessado em 20/20/2015

MACIEL, Laura L. *et al*. Fabricação e montagem de móveis: uma análise ergonômica da organização do trabalho. In: SEMANA DA ENGENHEIRA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICA, 10., 2010, Santiago, Chile. **Anais eletrônicos.** Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/385_seprosul_x.pdf> Acessado em: 01/10/2015

MATTOS, René L.G; GONÇALVES Roberta M; CHAGAS, Flávia B das. Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. Rio de Janeiro. **BNDS Setorial**, n. 27, p. 121-156, mar. 2008. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2706.pdf> Acessado em: 25/10/2015

MESQUITA, José P. **Mecanismos de Desenvolvimento Limpo Aplicado a Resíduos Sólidos. Ministério Meio Ambiente.** Ministério das Cidades; Governo Federal, Rio de Janeiro, IBAM, 2007.

MONTEIRO, José P. *et al*. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, SEDU, Rio de Janeiro, 2001.

MORAES, Júlia T; COSTA Gabriela P. **A Fabricação de Briquetes como Alternativa para Destinação Adequada de Resíduos de Madeira na Indústria Moveleira no Espírito Santo.** FAESA -ES 2011.

MOREIRA, Estefani. **Reaproveitamento de Resíduos das Indústrias Moveleiras para Aplicação em Novos Produtos de Mobiliário.** UNIVATES, Lajeado- RS 2012.

ROSA, Sérgio E. S. da. O setor de móveis na atualidade: uma análise preliminar. Rio de Janeiro. **BNDS Setorial**, n. 25, p. 65-106, mar. 2007. Disponível em: <

http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2503.pdf> Acessado em: 28/10/2015

ROSSI, Tito A; PERGHR, Isaac. **Ecoeficiencia na Indústria Moveleira Análise do Setor e Estudo de Caso de uma Fábrica de Móveis sob medida.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2009.

SANTOS, Carlos H. S; BASSANESI Magda M. R; PAVONI, Eloide T. **Modelo de Logística Reversa Aplicada: Uma Investigação no Polo Moveleiro da Serra Gaúcha.** Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais FGV, 2006.

SEBEN, Eroni G. **Tijolo de madeira e painel de madeira block wood; utilização de MDF como matéria prima para confecção de tijolo e painel.** Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba 2007.

SHUTER Estafani M. WILDNER, Marcos V. **Uma Perspectiva sobre o Design e a Produção de Móveis sob Encomenda: Uso e Descarte de Painéis de Fibra de madeira de Média Densidade.** UFPR, Curitiba 2013.

SILVA, Aline F. **Reaproveitamento de Resíduos de MDF da Indústria Moveleira.** Revista de Design e Tecnologia. UFRGS, 2010.

TORQUATO, Luciane P. **Caracterização dos painéis MDF comerciais produzidos no Brasil.** 2008. 94 f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

WEBER, Cristiane. **Estudo de Caso sobre Viabilidade de Uso de Resíduos de Compensado, MDF e MDP, para produção de Painéis Aglomerados.** UFPR, Curitiba 2011.

ANEXOS



Foto 1 – Estantes de armazenamento de resíduos.



Foto 2 – Caixas contendo resíduos para descarte.