

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

CLAIRTO ZIMMERMANN DA MOTTA
MARILENE GUZZO DA MOTTA

**ESTUDO DE CASO PARA O REAPROVEITAMENTO DE PÓ
DE MDF NA FABRICAÇÃO DE BRIQUETE**

**MEDIANEIRA
2015**

CLAIRTO ZIMMERMANN DA MOTTA
MARILENE GUZZO DA MOTTA

**ESTUDO DE CASO PARA O REAPROVEITAMENTO DE PÓ DE
MDF NA FABRICAÇÃO DE BRIQUETE**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Gestão Ambiental e Tecnólogo em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientador: Professor Dr. Paulo Rodrigo Stival Bittencourt;
Co-orientador: Professor Edilio Moacir Antonioli



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DE CASO PARA O REAPROVEITAMENTO DE PÓ DE MDF NA FABRICAÇÃO DE BRIQUETE

Por:

Clairto Zimmermann da Motta
Marilene Guzzo da Motta

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 20:00 h do dia 03 de Dezembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial e no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Medianeira. Os acadêmicos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **Aprovado**.

Prof. Dr. Paulo Rodrigo Stival
Bittencourt
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Orientador)

Prof. Me. Ivair Marchetti
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Me. Renato Santos Flauzino
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Me. Paulo Job Brenneisen
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

Prof. Edílio Moacir Antonioli
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Co-orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Deus, que fez com que este momento pudesse se realizar!

Aos nossos pais, pessoas das quais temos muito orgulho e admiração, aos quais tomamos como exemplo de vida em família. Se chegamos até aqui, saibam que tudo isso foi possível devido a educação e ao incentivo que nos deram. Aprendemos com vocês a ter coragem, a não desanimar, a lutar sempre e saborear a vitória.

Aos nossos filhos, saibam que vocês são o sentido da vida, o motivo de nossas alegrias. Obrigado pela paciência, devido à ausência. Pela compreensão por não estarmos por perto em muitos momentos, e por entenderem que tudo isso era por um bom motivo. Vocês tiveram muita responsabilidade nesta nossa jornada, é por vocês que lutamos por dias melhores, queremos passar um bom exemplo, e sermos motivo de orgulho em suas vidas.

Aos professores, pelos ensinamentos durante nossa busca pelo conhecimento, em especial aos professores Paulo Rodrigo Stival Bittencourt e Edílio Moacir Antonioli, pela orientação, disponibilidade e apoio.

À empresa CBE Móveis, na pessoa de Elias Marchiori e a Tornearia São Jorge, na pessoa de Ernesto Farias, por cederem as dependências de suas empresas para que o presente trabalho fosse realizado com sucesso.

Enfim, agradecemos a todos, que de uma forma ou de outra, estiveram envolvidos em nossa formação.

“Uma mente necessita de livros da mesma forma que uma espada necessita de uma pedra de amolar se quisermos que se mantenha afiada”.

George R. R. Martin

RESUMO

MOTTA, Clairto Zimmermann da. MOTTA, Marilene Guzzo da. **Estudo de caso para o reaproveitamento do pó de MDF na fabricação de briquete.** Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental, Tecnologia em Manutenção Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

O setor moveleiro é um grande consumidor de matéria-prima e de tal forma, até o produto ser finalizado, gera grande quantidade de resíduos. Atualmente este ramo utiliza em seu processo fabril, quase que exclusivamente chapas de madeira reconstituída, como o MDP (*Medium Density Particleboard*) e o MDF (*Medium Density Fiberboard*), onde os restos de seu processo, tem-se acumulado em volumosas quantidades, entrando em conflito com questões ambientais. No entanto, nem sempre estas empresas dão um fim ambientalmente correto para os resíduos que sobram do processo produtivo. Nesse sentido, o presente trabalho, propôs a reutilização do resíduo de pó de MDF (*Medium Density Fiberboard*), transformando o rejeito em um novo produto, agregando valor ao mesmo, colaborando com uma solução para a melhoria da qualidade ambiental da empresa, trazendo de volta ao ciclo produtivo os rejeitos. Para isto foi fabricado uma matriz de compactação utilizando tubos, chapas e cantoneiras de aço SAE 1020, nos processos de corte com serra, torneamento e solda MIG/MAG, pensando na produção de briquetes na forma cilíndrica vazada para fins de testes com prensa hidráulica, e também uma mistura que usasse como aglutinante o adesivo PVA dissolvido em água, para moldagem a frio, com baixo custo de produção final. O trabalho resultou em briquetes de pó de MDF com boa resistência a compactação, dureza superficial e acabamento, permitindo pintura e cortes. Novas possibilidades para uso, misturas e modelagem do pó de MDF surgiram, sustentando a possibilidade do reaproveitamento deste material.

Palavras-chave: Resíduos. MDF (*Medium Density Particleboard*). Impactos Ambientais. Fenol. Uréia. Manutenção Industrial.

ABSTRACT

MOTTA, Clairto ZIMMERMANN da. MOTTA, Marlene Guzzo da. **Case study for the reuse of MDF powder in the manufacture of briquettes.** Work Course Conclusion (Environmental Technology Management, Technology Industrial Maintenance) - Federal Technological University of Paraná. Medianeira, 2015.

The furniture sector is a major consumer of raw materials and so, until the product is finalized, generates large amounts of waste. Currently this branch uses in its manufacturing process, almost entirely reconstituted wood plates, as the MDP (Medium Density Particleboard) and MDF (Medium Density Fiberboard), where the remains of his process, we have accumulated in massive amounts, entering in conflict with environmental issues. However, these companies do not always give an environmentally friendly end to the waste left over from the production process. In this sense, this paper proposed the reuse of waste MDF powder (Medium Density Fiberboard), turning the waste into a new product, adding value to it, collaborating with a solution for improving the environmental quality of the company, bringing back to the production cycle the waste. For it was manufactured an array of compression using tubes, plates and steel angles SAE 1020, in cutting processes with saw, turning and welding MIG / MAG, thinking in the production of briquettes in the cylindrical hollow for purposes of testing with hydraulic press, and also a mixture that used as a binder PVA adhesive dissolved in water so cold pressing, with low cost of final production. The work resulted in MDF powder briquettes with good resistance to compression, hardness and finish, allowing paint and cuts. New possibilities for use, blends and modeling MDF powder emerged, supporting the possibility of reuse of this material.

Keywords: Waste. MDF (Medium Density Particleboard). Environmental impacts. Phenol. Urea. Industrial maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Material utilizado para confecção da matriz de compactação	25
Figura 2 – Empresa CBE Móveis	26
Figura 3 – Pó de MDF	27
Figura 4 – Depósito de pó de MDF	27
Figura 5 – Croqui da matriz de compactação.....	27
Figura 6 – Croqui do Briquete	27
Figura 7 – Corte do cano.....	28
Figura 8 – Torneamento da arruela interna.....	28
Figura 9 – Torneamento da tampa de nylon	29
Figura 10 – Matriz de compactação	29
Figura 11 – Adesivo PVA	30
Figura 12 – Mistura pó de MDF/Adesivo com adesivo 5x1	31
Figura 13 – Mistura pó de MDF/Adesivo com adesivo 2x1	31
Figura 14 – Briquete mistura 20x1	31
Figura 15 – Briquete mistura 5x1	32
Figura 16 – Briquete mistura 5x1	32
Figura 17 – Briquete mistura 2x1	32
Figura 18 – Briquete mistura 2x1	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo da evolução da legislação ambiental no Brasil.....	16
Quadro 2 – A evolução da manutenção	24

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

Atm	Pressão Atmosférica
BR	<i>Boil Resist</i>
°C	Grau Celsius
CF	Constituição Federal
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
cP	<i>centPoisés</i>
FF	Fenol-formaldeído
IARC	Agência Internacional para Pesquisa sobre Câncer
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
kgf/cm ²	Kilograma força por centímetro quadrado
MDP	<i>Medium Density Particleboard</i>
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MF	Melamina-formaldeído
MIG	<i>Metal Inert Gas</i>
MAG	<i>Metal Active Gas</i>
MR	<i>Moisture Resistent</i>
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial da Saúde
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>
pH	potencial Hidrogeniônico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PVA	Poliacetato de Vinila
UF	Uréia-formaldeído

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
4.1 RESÍDUOS SÓLIDOS E MEIO AMBIENTE	14
4.2 ASPECTOS LEGAIS	16
4.3 ADESIVOS	18
4.4 QUÍMICA DOS ADESIVOS	18
4.4.1 Fenol-formaldeído	19
4.4.2 Melamina-formaldeído.....	19
4.4.1 Resorcina-formaldeído	20
4.4.1 Uréia-formaldeído.....	20
4.5 A MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	21
4.6 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO MECÂNICA.....	23
4.6.1 Processo de corte.....	23
4.6.1 Processo de torneamento.....	23
4.6.1 Processo de soldagem MIG/MAG.....	23
5 MATERIAL E MÉTODO	25
5.1 ÁREA DE ESTUDO DE CASO.....	26
5.2 USINAGEM E MONTAGEM DA MATRIZ	27
5.3 MISTURA DO PÓ DE MDF COM ADESIVO PVA E ÁGUA	30
6 CONCLUSÃO	34
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

O setor moveleiro é um grande consumidor de matéria-prima e de tal forma, até o produto ser finalizado, gera grande quantidade de resíduos como retalhos de madeira, metais, espuma, papelão, plástico, lixas, pó de serra, entre outros. Atualmente este ramo utiliza em seu processo fabril, quase que exclusivamente chapas de madeira reconstituída, como o MDP (*Medium Density Particleboard*) e o MDF (*Medium Density Particleboard*), onde os restos de seu processo, tem-se acumulado em volumosas quantidades, entrando em conflito com questões ambientais.

Os painéis de madeira reconstituída, MDF (*Medium Density Particleboard*) ou Aglomerado, possuem na sua composição, ureia, formol, ácido acético e soda. Estas substâncias tornam os painéis de madeira reconstituída, potenciais poluidores do meio ambiente. A simples queima destes materiais libera gases tóxicos (ácidos), 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.

Atualmente, pequenas empresas que geram volumes menores de resíduos, não possuem um planejamento de manejo destes descartes. Normalmente o material é enviado a lixões ou consumido por pessoas vizinhas a empresa, que recolhem o material e utilizam para queimas em fogões residenciais.

Conforme descreve Feitosa (2007), o termo resíduo de madeira por muitas vezes é associado à palavra problema, pois geralmente sua disposição ou utilização adequada gera custos altos. Porém, a utilização de sobras na fabricação de novos produtos é uma importante prática que pode ser adotada pela indústria moveleira. Pelo fato de o resíduo estar em seus depósitos ocasionando custos e conseqüentemente reclamações, as empresas devem se planejar de maneira eficiente para que o resíduo retorne à cadeia produtiva sem que acarrete maiores custos.

A reciclagem é um processo industrial que converte o lixo descartado (matéria-prima secundária) em produto semelhante ao inicial ou em outro. Reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que é jogado fora e através dele gerar empregos e renda.

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), na resolução 313 de 29 de outubro de 2002, a definição de resíduo sólido industrial: "é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semissólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu

lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição”.

Os resíduos sólidos, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (1988) através da NBR 10004, podem ser de origem industrial, doméstica, hospitalar, agrícola, de serviços e de varrição, e são classificados em:

- Classe I (perigosos) – apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposições especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Ex: borra de tinta, resíduos com thinner.
- Classe II (não-inertes) – apresentam periculosidade, porém não são inertes e podem ter propriedades de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Exs: papel, lamas de sistemas de tratamento de águas, resíduos provenientes de caldeiras e lodos.
- Classe III (inertes) – não apresentam qualquer tipo de alteração em sua composição com o passar do tempo. Exs: entulhos de demolição, pedras, sucata.

No Paraná, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), de acordo com a lei nº 12493 de 22/01/1999, determina o tratamento adequado para os resíduos sólidos, não permitindo o simples descarte em lixões, terrenos baldios ou queima a céu aberto.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

A partir de um problema detectado na indústria moveleira, a partir do acúmulo de pó de MDF (*Medium Density Particleboard*) que ocupa grande espaço físico, das suas propriedades tóxicas e contaminantes e a inexistência de locais próprios para destino, surgiu a possibilidade de confeccionar briquetes, baseado neste resíduo com adição de adesivo PVA dissolvido em água e utilizá-los para produzir peças para uso em móveis e adornos, agregando valor, reduzindo depósitos e impactos ambientais causados pelo seu descarte ou consumo inapropriado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coleta de dados na empresa CBE Móveis sobre quantidade de resíduo gerado e qual o destino desse produto.
- Fabricar a matriz de compactação para a confecção dos briquetes.
- Ensaiar liga a base de cola PVA (Poliacetato de Vinila), água, pó de MDF (*Medium Density Particleboard*).
- Verificar a possibilidade prática de produzir briquetes com forma geométrica vazada (cilindro) para teste.

3 JUSTIFICATIVA

O pó de MDF (*Medium Density Particleboard*) é um grande problema, que pela composição química que existe em seu processo de fabricação, se constitui num grande problema para a saúde humana e o meio ambiente, devido aos formaldeídos utilizados na liga, pois pode provocar irritação dos pulmões, olhos, pele, nariz e mucosas, além de contaminar o solo e a água. (Branco, Renata. 2015).

Na cidade de Medianeira, as indústrias moveleiras não reutilizam o resíduo de MDF (*Medium Density Particleboard*), e normalmente o material é enviado a lixões ou consumido por pessoas vizinhas a empresa, que recolhem o material e utilizam para queima em fogões residenciais, o que representa perigo à saúde humana. A utilização de resíduos para o fabrico de outros produtos pode ser uma alternativa ambientalmente viável, aliviando a pressão sobre os lixões, minimizando as queimas a céu aberto, direcionando corretamente os descartes.

Produtos à base do pó já são produzidos, mas tem custo próximo das placas de MDF usadas na indústria moveleira, isto se deve ao uso de aglutinantes a base de formaldeído e processos de prensagem a quente iguais aos de origem. A busca de reciclar a custos baixos, torna estes processos não aceitos junto as empresas. Muitos investimentos em máquinas e equipamentos para trabalhar as chapas de MDF e coletar o pó produzido estão sendo feitos, mas o que fazer com os resíduos do processo preocupa e cada um “dá o seu jeito”.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 RESÍDUOS SÓLIDOS E O MEIO AMBIENTE

A Terra existe há quase 5 bilhões de anos, e a vida na Terra existe há mais de 3,5 bilhões de anos, sendo que o Homem a habita há quase 3 milhões de anos. Há 200 anos é que o Meio Ambiente passou a ser afetado consideravelmente com a ação humana, e há apenas 40 anos é que estes impactos passaram a ser considerados muito graves ao planeta (MACEDO, 2000, p. 55).

De acordo com Manzini e Vezzoli (2005), as atividades humanas trazem impactos sobre a natureza e essas ações podem determinar os efeitos positivos ou negativos sobre o meio ambiente. Segundo Kazazian (2005, p.20), embora as preocupações com o impacto sobre o meio ambiente datassem do período industrial do séc. XIX, o pensamento ecológico somente surgiu nos anos 60 como ideologia contra uma sociedade materialista.

Entre os graves problemas associados à existência dos resíduos sólidos está a iminência da ocorrência de acidentes ambientais e estes acidentes podem se manifestar de diversas formas, envolvendo: descarte de resíduos ou de produtos químicos em vias públicas, disposição indevida sob o solo, bem como o armazenamento inadequado destes em indústrias, galpões de armazenamento, massas falidas, terrenos baldios e instituições de ensino, o que coloca em risco a saúde pública e o meio ambiente. (D. V. Ribeiro, 2009, pg. 49), e conforme Motta (1996), a geração de resíduos sólidos é um dos principais problemas ambientais.

Conforme dados do IBGE (citado por Sena apud Vieira, 2006), no Brasil é produzido 241 mil toneladas de lixo por dia, das quais 130 mil são resíduos domiciliares e 111 mil resíduos industriais. O grande problema por trás desses dados é que a maioria desses resíduos não é aproveitada devidamente e a produção de resíduos totais no mundo tem crescido quase exponencialmente (Matoski et al., 2002 apud Vieira, 2006).

Os materiais descartados, ou melhor, o lixo, pode contaminar o solo, os rios e prejudicar o ecossistema e o homem, conseqüentemente, já que ele está inserido e faz parte desse meio (A. F. Silva, C. F. de Figueiredo, 2010).

E um dos problemas está associada ao pó de MDF (*Medium Density Particleboard*), em razão do corte do material e do manuseio dele. Mas, além da saúde, existem outras grandes problemáticas quanto a esse resíduo. Essa questão envolve

a área ambiental, uma vez que:

- Depósitos de resíduos de madeira e produtos derivados constituem atração para insetos xilófagos (térmitas ou cupins). Tais depósitos funcionam como focos de atração e disseminação dos insetos, facilitando a contínua infestação da área ou da edificação;
- A má disposição de resíduos sólidos é a possibilidade de contaminação do solo e lençol freático, através da liberação de compostos químicos agregados à madeira e seus derivados.
- Na queima do material, partículas são liberadas na atmosfera. (Marcio A.R. Nahuz, PhD, 2005)

Segundo Calderoni, os fatores econômicos, ambientais e sociais mais relevantes e que levam ao incentivo à reciclagem são:

- A exaustão das matérias-primas naturais.
- Custos crescentes de obtenção de matérias-primas.
- Economia de energia.
- Indisponibilidade e custo crescente dos aterros sanitários.
- Custos de transportes crescentes.
- Poluição e prejuízos à saúde pública.
- Geração de emprego e renda.
- Redução dos custos de produção.

Sendo assim, o pó de serra que é produzido pela serragem de aglomerados e MDF (*Medium Density Particleboard*), assim como o resíduo de madeira tratada quimicamente ou envernizada, não podem em nenhuma hipótese ser utilizados em forração de granja ou como adubo de hortaliças, nem mesmo ser incinerados, sem controle, para a produção de energia, fatos estes que vem ocorrendo em diversos polos moveleiros. A falta de informação faz com que essas práticas sejam mantidas, erroneamente, sob o argumento de benefício ambiental (Pereira, 2005).

. No *cradle to grave* (do berço ao túmulo), os produtos são projetados e não há preocupação com o seu descarte final, que segue para aterros e incineradores. (A. F. Silva, C. F. de Figueiredo, 2010).

Dentro de uma nova perspectiva, denominada *cradle to cradle* (do berço ao berço), proposta por McDonough e Braungart (2002), os resíduos se tornam alimento, ou seja, matéria-prima para um novo produto.

4.2 ASPECTOS LEGAIS

O meio ambiente, ou seja, o ambiente em que vivemos, estabelece no artigo 225, da Constitucional da República Federativa do Brasil, de 1988, as bases e fundamentos aos direitos e deveres que todos devem ter com a preservação e conservação do meio ambiente, para o uso comum das presentes e futuras gerações:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (Constituição Federal - CF – 1988, Art. 225).

A Política Nacional do Meio Ambiente foi um marco legal para praticamente todas as políticas públicas de meio ambiente a serem desenvolvidas pelos entes federativos, pois antes da edição da Lei nº 6.938/81, cada Estado ou Município era autônomo para eleger as suas diretrizes políticas em relação ao meio ambiente de forma independente, embora na prática poucos realmente demonstrassem interesse pelo assunto (FARIAS; 2006).

A fim de enfrentar as consequências sociais, econômicas e ambientais do manejo de resíduos sólidos sem prévio e adequado planejamento técnico, a Lei nº 12.305/10 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pela Decreto 7.404/10. Esta política propõe a prática de hábitos de consumo sustentável e contém instrumentos variados para propiciar o incentivo à reciclagem e à reutilização dos resíduos sólidos (reciclagem e reaproveitamento), bem como a destinação ambientalmente adequada dos dejetos (O Eco, 2014)

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, sancionada pelo governo federal, e dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Observa-se no quadro 01, um breve resumo da evolução da legislação ambiental brasileira, desde seus primórdios até à atualidade.

✓	Em 1.605, surge a primeira lei de cunho ambiental no País: o Regimento do Pau-Brasil, voltado à proteção das florestas.
✓	Em 1,797, carta régia afirma a necessidade de proteção a rios, nascentes e encostas, que passam a ser declarados propriedades da Coroa.

✓	Em 1.799, é criado o Regimento de Cortes de Madeiras, cujo teor estabelece rigorosas regras para a derrubada de árvores.
✓	No ano de 1.850, é promulgada a Lei nº 601/1850, primeira lei de Terras do Brasil. Ela disciplina a ocupação do solo e estabelece sanções para atividades predatórias.
✓	No início do século passado, em 1.911, é expedido o Decreto nº 8.843, que cria a primeira reserva florestal do Brasil, no antigo Território do Acre.
✓	Em 1.916, surge o Código Civil Brasileiro, que elenca várias disposições de natureza ecológica. A maioria, no entanto, reflete uma visão patrimonial, de cunho individualista.
✓	Já no ano de 1.934, são sancionados o Código Florestal, que impõe limites ao exercício do direito de propriedade, e o Código de Águas. Eles possuem o embrião do que viria a constituir, décadas depois, a atual legislação ambiental brasileira.
✓	No ano da revolução, em 1.964, é promulgada a Lei nº 4.504, que trata do Estatuto da Terra. A lei surge como resposta a reivindicações de movimentos sociais, que exigiam mudanças estruturais na propriedade e no uso da terra no Brasil.
✓	Em 1.965, passa a vigorar uma nova versão do Código Florestal, ampliando políticas de proteção e conservação da flora. Essa nova versão inova estabelecendo a proteção das áreas de preservação permanente (APP).
✓	São editados, no ano de 1.967, os Códigos de Caça e Pesca e de Mineração, bem como a Lei de Proteção à Fauna. Na época, o governo militar, homologa uma nova Constituição e atribui à União competência para legislar sobre jazidas, florestas, caça, pesca e águas, cabendo aos Estados tratar de matéria florestal.
✓	Inicia-se em 1.975, o controle da poluição por atividades industriais. Por meio do Decreto-Lei 4.513, empresas poluidoras ficam obrigadas a prevenir e corrigir os prejuízos da contaminação do meio ambiente.
✓	No ano de 1.977, é promulgada a Lei 6.453, que estabelece a responsabilidade civil em casos de danos provenientes de atividades nucleares.
✓	Já em 1.981, é editada a Lei 6.938, que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente. A lei inova ao apresentar o meio ambiente como objeto específico de proteção.
✓	1.985 é o ano da edição da Lei 7.347, que disciplina a ação civil pública como instrumento processual específico para a defesa do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos.
✓	Em 1.988, ano da promulgação da Constituição Federativa do República do Brasil, a primeira a dedicar capítulo específico ao meio ambiente. Avançada, impõe ao Poder Público e à coletividade, em seu artigo 225, o dever de defender e preservar o maio ambiente para as gerações presentes e futuras.
✓	Em 1.991, o Brasil passa a dispor da Lei de Política Agrícola (Lei 8.171). Com um capítulo especialmente dedicado à proteção ambiental, o texto obriga o proprietário rural a recompor sua propriedade com reserva florestal obrigatória.
✓	Já em 1.998, é publicada a Lei 9.605, que dispõe sobre crimes ambientais. A lei prevê sanções penais e administrativas para condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

✓	Passados dois anos, surge em 2.000, a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº 9.985/00), que prevê mecanismos para a defesa dos ecossistemas naturais e de preservação dos recursos naturais neles contidos.
✓	E finalmente, em 2001, é sancionado o Estatuto das Cidades (Lei 10.257), que dota o ente municipal de mecanismos visando permitir que seu desenvolvimento não ocorra em detrimento do meio ambiente.

Quadro 01: Evolução da Legislação Ambiental no Brasil

Fonte: STJ - Superior Tribunal de Justiça.

4.3 ADESIVOS

Por definição, os adesivos são substâncias capazes de manter dois materiais unidos pela junção de suas superfícies (Regina C. R. Nunes, 2010).

Do ponto de vista técnico, o termo adesivo é usado para os produtos com propriedades de unir materiais através de substâncias químicas a base de polímeros.

Os principais adesivos empregados na fabricação de painéis à base de madeira são os adesivos sintéticos, destacando-se o fenol-formaldeído, o resorcinol-formaldeído, a uréia-formaldeído e a melamina-formaldeído. Estas quatro resinas compõem, aproximadamente, 90% de todas as resinas adesivas em painéis de madeira, sendo todas elas derivados de combustíveis fósseis (C. I. Campos, F. A. R. Lahr).

Segundo Vignote et al. (1996 apud SENAI. RS, 2003), as colas utilizadas na fabricação das chapas contêm formaldeído em excesso. Os problemas causados pelo uso de formaldeído variam de problemas de irritação até cancerígenos em concentrações a partir de 0,33 mg/m³ (VIGNOTE, 1996; MCREIDIE, 1992 apud SENAI. RS, 2003).

4.4 QUÍMICA DOS ADESIVOS

Os problemas, que suscitam preocupação, estão no uso dos resíduos do pó de MDF (*Medium Density Particleboard*). As resinas adesivas normalmente utilizadas são à base de uréia-formaldeído (UF), de fenol-formaldeído (FF), melamina-formaldeído (MF) ou uréia-formaldeídomelamina. O fenol, por exemplo, é um veneno cáustico de difícil decomposição; o formaldeído, principal componente para a síntese das resinas sintéticas, é uma solução cancerígena. Além disto, os painéis exigem o uso de substâncias outras, tais como as ignífugas (substâncias químicas usadas para diminuir o ponto de combustão); os fungicidas e/ou inseticidas; a parafina usada para dar

impermeabilidade ao material. Além dessas, outras substâncias usadas no processo de fabricação dos produtos são: adesivos (CASCAMIDE - feito à base de uréia-formaldeído; cola de contato - feita de borracha sintética e solventes alifáticos; PVA - polivinil acetato; EVA - etilvinilacetato) e acabamento (fundo e verniz em PU - poliuretano + catalisador + solvente). (Pereira, Andréa Franco, *et al*).

4.4.1 Fenol-formaldeído

Segundo IWAKIRI (2005), a resina fenol-formaldeído (FF), foi introduzida comercialmente na década de 30, a qual apresenta como característica principal alta resistência a umidade. É classificada como de uso exterior, pois seu uso se destina principalmente a produção de compensados à prova de água, também conhecidos como compensados navais, painéis de fibras (duras), painéis aglomerados estruturais “waferboard” e “OSB” (Oriented Strand Board).

Segundo IWAKIRI (2005), as resinas fenólicas são obtidas por meio de reações químicas de diversos fenóis com o formaldeído, através de dois métodos:

→ O primeiro método envolve a reação de fenol, geralmente produzido por síntese do benzeno, com excesso de formaldeído e na presença de um catalisador ácido, na razão molar entre 1,8: 1 a 2,2: 1, resina referida como “resol”;

→ O segundo método utiliza a reação do fenol em excesso com formaldeído, na presença de um catalisador ácido, na razão entre 0,8: a 1:1, resina referida como “novolac”.

O produto resultante é moído para obtenção de um pó fino e adicionado 15% de hexamilenetetramina.

Segundo IWAKIRI (2005), a resina FF apresenta as seguintes características:

- Coloração marrom avermelhado;
- Teor de sólidos entre 48 a 51 %;
- pH na faixa de 11 a 13;
- Viscosidade entre 300 a 600cp;
- Temperatura de cura entre 130 a 150 °C;
- Vida útil em armazenagem de 4 a 5 meses a temperatura de 20 °C.

4.4.2 Melamina-formaldeído

Conforme Iwakiri (2005), a melamina-formaldeído (MF), é uma resina

classificada como de uso intermediário entre as uréia-formaldeído e fenol-formaldeído (MR- moisture resistant, BR – boil resistant).

Apresenta coloração branca leitosa, com a vantagem de ter maior resistência a umidade em relação à resina UF e cura mais rápida em relação a resina FF. Todavia, o seu custo é de 3 a 4 vezes maior que a UF, na proporção de até 40:60. Esta forma de utilização está disponível no mercado com denominação de melamina-uréia-formaldeído (IWAKIRI, 2005).

No processo de fabricação do pré-condensado de melamina-formaldeído, o pH situa-se em torno de 9, com a finalidade de não acelerar demasiadamente a reação de condensação, entretanto, a cura final ocorre no meio ácido, com a utilização de mesmos catalisadores da resina uréia-formaldeído. A temperatura de cura é na faixa de 65 a 130 °C, sendo que, na temperatura de 130 °C, não é necessário o uso de catalisador (IWAKIRI, 2005).

Conforme IWAKIRI (2005), a vida útil em armazenagem é em torno de uma semana na forma líquida, a temperatura de 30 a 35 °C, e de um ano, quando na forma de pó.

4.4.3 Resorcina-formaldeído

De acordo com IWAKIRI (2005), é uma resina de cura a frio, com catalisador, e utilizada na produção de vigas laminadas (GLULAM), em construções navais, na aviação, etc. Apresenta coloração marrom, viscosidade na faixa de 500 a 800cp e vida útil em armazenagem em torno de um ano à temperatura de 25 °C.

O resorcinol é uma substância fenólica de reatividade muito mais elevada que o fenol, no entanto, devido ao alto custo de produção, geralmente o resorcinol é misturado na mesma proporção com o fenol, com adição de paraformaldeído momentos antes da utilização.

4.4.4 Uréia-formaldeído

Segundo IWAKIRI (2005), a resina uréia-formaldeído (UF) foi desenvolvida no início da década de 30, e atualmente possui uma ampla aplicação na indústria madeireira em todo mundo, como na colagem de madeira sólida e compostos laminados e particulados em geral. Em mais de 90 % de painéis de madeira, utiliza-se este tipo de resina, tendo em vista o seu baixo custo em relação às outras resinas.

A composição desta resina é baseada, principalmente, na uréia e formaldeído. A uréia é produzida comercialmente pela reação de dióxido de carbono e amônia, numa faixa de temperatura entre 135 a 200 °C e pressão de 70 a 130 atm. O formaldeído é obtido pela oxidação do metano, preparado comercialmente a partir de monóxido de carbono e hidrogênio, ou de petróleo (IWAKIRI, 2005). As resinas uréia-formaldeído são produzidas em solução aquosa, com conteúdo de sólidos entre 60 a 70%, ou também na forma de pó, de acordo com Iwakiri (2005), a resina UF apresenta as seguintes características:

- Coloração branca leitosa;
- Teor de sólidos entre 48 a 51 %;
- pH na faixa de 7,4 a 7,8;
- Viscosidade entre 400 a 1000cp;
- Temperatura de cura entre 90 a 120 °C;

4.5 A MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Segundo Monchy (1989), o termo manutenção tem sua origem no vocabulário militar, cujo sentido era manter o efetivo e o material, num nível constante. Para Azevedo (2007), manutenção é a atividade que visa manter as características técnicas de um equipamento ao nível do seu desempenho especificado e para Branco (2006), manutenção são ações técnicas como administrativas que visem preservar o estado funcional de um equipamento ou sistema, ou para recolocar o equipamento ou sistema de retorno a um estado funcional no qual ele possa cumprir a função para o qual foi adquirido ou projetado.

Esta nova postura é fruto dos novos desafios que se apresentam para as empresas neste novo cenário de uma economia globalizada e altamente competitiva, onde as mudanças se sucedem em alta velocidade e a manutenção, como uma das atividades fundamentais do processo produtivo, precisa ser um agente proativo. (Kardec,2002).

A seguir veremos a divisão da evolução da manutenção por gerações destacando as principais características da manutenção em cada geração.

Primeira geração	Conserto após a falha; Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham; Habilidades voltadas para o reparo.
------------------	--

Segunda geração	Manutenção preventiva (por tempo). Disponibilidade crescente; Maior vida útil do equipamento;
Terceira geração	Monitoramento da condição; Maior confiabilidade; Maior disponibilidade; Melhor relação custo-benefício; Preservação do Meio ambiente; Análise de risco; Projetos voltados para a confiabilidade;
Quarta geração	Gerenciar os ativos; Maior confiabilidade; Maior disponibilidade; Manutenibilidade; Preservação do Meio ambiente e maior segurança; Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição; Minimização nas manutenções preventiva e corretiva não planejada; Análise de falhas; Técnicas de confiabilidade; Engenharia de manutenção; Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e custo do ciclo de vida;

Quadro 2 – A evolução da manutenção

Fonte: Kardec e Nascif, 2009, p. 5

Para Renata Branco (2011), é importante lembrar que, para uma empresa conquistar excelência empresarial, é fundamental ter uma gestão de manutenção baseada na visão estratégica. Pode-se dizer que esta postura atual adotada por muitas indústrias e empresas é o resultado de um mercado cada vez mais competitivo e acirrado, no qual todo diferencial pode ser fator de sobrevivência. A manutenção industrial precisa estar voltada à produção sustentável, preservação do meio ambiente, à responsabilidade social...

Como definido por KARDEC & NASCIF (2001):

[...] “A manutenção deve contribuir para o atendimento do programa de produção, maximizando a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos e instalações dos órgãos operacionais, otimizando os recursos disponíveis com qualidade e segurança e preservando o meio ambiente...”.

4.6 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO MECÂNICA

4.6.1 Processo de corte

Cortar é seccionar os materiais em partes menores. A forma mais comum de corte de materiais metálicos é com o uso de uma máquina de corte dotada de uma lâmina de serra que, geralmente, possui pouca espessura, com o objetivo de seccionar o material. Na serra de fita horizontal, o corte acontece de forma contínua pois a lâmina realiza um movimento giratório (Almiro, 2010. Pg. 66/69).

Segundo Pollack (1988), a serra de fita horizontal é usada em operações de corte da seção transversal, ao passo que a serra de fita vertical geralmente é utilizada para corte de contornos.

4.6.2 Processo de torneamento

Este processo consiste em dar forma as peças, geralmente, redondas e serve para transformar a matéria-prima bruta em uma peça útil utilizando-se o torno mecânico e a ferramenta de corte. É um processo muito utilizado para preparar superfícies para operações de usinagem posteriores. Neste processo, a ferramenta de corte retira o cavaco de forma progressiva, enquanto a peça está executando movimento giratório (Almiro, 2010. Pg. 103).

4.6.3 Processo de soldagem MIG/MAG

Soldagem é uma área da mecânica que tem como objetivo produzir uniões permanentes entre peças. Estas após serem soldadas, tornam-se uma peça única, formando uma junta permanente. Para obter esta junta é preciso aquecer os metais até que atinjam a temperatura de fusão, sendo necessário uma fonte de calor proveniente de energia elétrica ou por meio de chama (Almiro, 2010. Pg. 9).

Segundo o mesmo autor, pode-se afirmar que o aço carbono é o material mais utilizado nas indústrias, o que torna necessário o emprego do processo de soldagem. Também chamado de aço comum, é uma liga metálica resultante da combinação de ferro e carbono. A quantidade de cada elemento é dada em porcentagem, onde o percentual de carbono pode variar de 0,08% a 2,06%, que fará com que o aço seja mais

ou menos duro.

Soldagem MIG/MAG é um processo de soldagem a arco elétrico que geralmente utiliza um arame eletrodo nu. Nesse método, um gás de proteção, que pode ser inerte ou ativo, protege o arco elétrico na poça de fusão. Quando se usa um gás de proteção inerte o processo denomina-se MIG (*Metal Inert Gas*). Já quando se usa um gás de proteção ativo, o processo denomina-se de MAG (*Metal Active Gas*). (Almiro, 2010. Pg.12).

5 MATERIAL E MÉTODO

A Classificação SAE é um tipo de classificação de aços criada pela Sociedade dos Engenheiros Automotivos dos EUA. Esta classificação é a mais utilizada no mundo para se identificar aços do tipo aço carbono e de baixa liga. Nela, os algarismos são sempre formados por quatro dígitos, sendo que os dois últimos representam os centésimos da quantidade de carbono, em porcentagem, que há no material. O primeiro dígito indica o tipo de aço e o segundo dígito indica suas variações. Assim, quando uma classificação SAE começa com "1", ela está indicando que o material é um aço carbono. Se o número que sucede o "1" for um "0", indica que o material é aço carbono comum. Quando dizemos que um material é SAE 1020, estamos dizendo que é um aço carbono comum com 0,20% de carbono em sua composição (<http://www.laudarames.com.br>).

Os materiais utilizados para produzir a matriz de compactação usada no trabalho são apresentados na figura 01.



Figura 01: Material utilizado para confecção da matriz de compactação.
Fonte: Os autores

- ✓ 02 cantoneiras aço SAE1020 espessura 4,75 mm, aba 38,10 mm, comprimento 550 mm.
- ✓ 03 cantoneiras aço SAE1020 espessura 4,75 mm, aba 38,10 mm, comprimento 200 mm.
- ✓ 01 arruela aço SAE1020 espessura 8,00 mm, diâmetro 84 mm, diâmetro do furo 38,30 mm.
- ✓ 01 arruela aço SAE1020 espessura 6,35 mm, diâmetro 78 mm.

- ✓ 01 tubo aço SAE1020 redondo bitola 88,90 mm, espessura de parede 2,0 mm, comprimento 495 mm.
- ✓ 01 tubo aço SAE1020 redondo bitola 88,90 mm, espessura de parede 2,0 mm, comprimento 24 mm.
- ✓ 01 tubo aço SAE1020 redondo bitola 38,10 mm, espessura de parede 2,0 mm, comprimento 495 mm.
- ✓ 01 arruela de nylon diâmetro 100 mm, espessura 22 mm.
- ✓ 02 chapas de aço SAE1020 espessura 4,75 mm, comprimento 30 mm, largura 30,50 mm.

Material utilizado para produção dos briquetes:

- ✓ Água
- ✓ Prensa
- ✓ 04 kg de cola PVA (Poliacetato de Vinila).
- ✓ Pó de MDF.

5.1 ÁREA DE ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso foi desenvolvido através da indústria moveleira CBE Móveis Ltda. (figura 02), após tomar conhecimento dos problemas enfrentados pela empresa com relação ao armazenamento e descarte do pó de MDF (*Medium Density Particleboard*). Está localizada à Rua Pernambuco, 1099, Bairro São Cristóvão – Medianeira – Paraná, limitando-se ao norte com os municípios de Ramilândia e Missal, a leste com Matelândia, a oeste com Itaipulândia e São Miguel do Iguaçu e ao sul com Serranópolis do Iguaçu.



Figura 02: Empresa CBE Móveis.
Fonte: Os autores

A empresa possui 08 funcionários, produzindo móveis sob medida, gerando em média 200 litros de pó de MDF por semana, o que totaliza, em média, 9.600 litros por ano, conforme figuras 03 e 04.



Figura 03: Pó de MDF
Fonte: Os autores



Figura 04: Depósito de Pó de MDF
Fonte: Os autores

Foram realizadas visitas a indústria para tomar conhecimento do processo produtivo e das suas características básicas como: local, geração e armazenamento de resíduos, bem com os efeitos causados pelo pó de MDF.

5.2 USINAGEM E MONTAGEM DA MATRIZ.

De posse do croqui da matriz de compactação (figura 05) e do croqui do briquete (figura 06), foi visitado a Tornearia São Jorge para orçar e localizar o material destinado a fabricação dos mesmos.

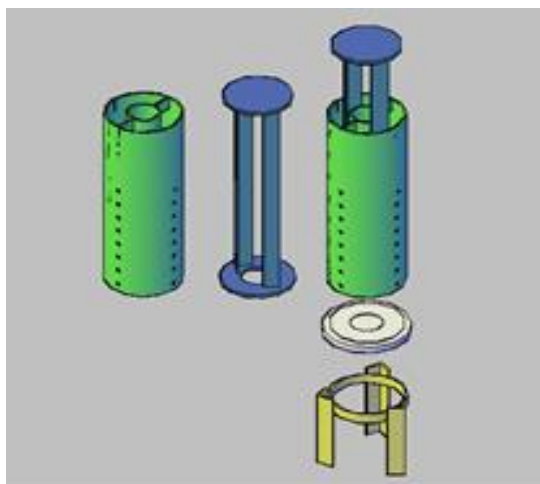


Figura 05: Croqui da matriz de compactação
Fonte: Os autores.

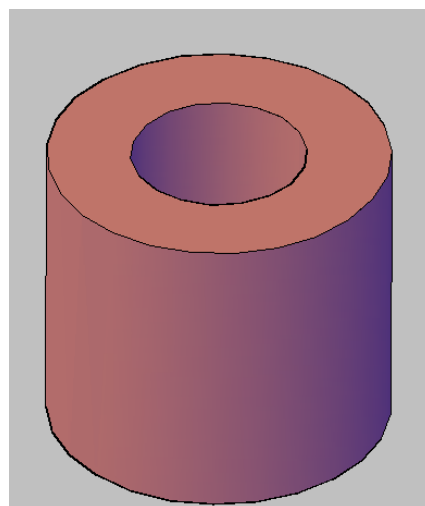


Figura 06: Croqui do briquete
Fonte: Os autores

Em busca no depósito, foram localizados e separados os itens, tendo início a preparação incluindo cortes, torneamento, remoção de rebarbas e soldagem, conforme figuras 07 e 08.



Figura 07 - Corte do cano
Fonte: Osautores



Figura 08 - Torneamento da arruela interna
Fonte: Osautores

No final do processo foi produzido um molde de compactação em formato cilíndrico com dois tubos de aço SAE1020, um com bitola de 88,90 mm e outro, colocado em seu interior, com bitola 38,10 mm os dois unidos apenas pela parte superior por duas chapas de aço SAE1020 de 4,75 mm de espessura. Em seu interior foi colocado duas cantoneiras soldadas de topo sobre a arruela de aço SAE1020 de diâmetro 84 mm e furo 38,30 mm, e na outra extremidade das cantoneiras foi soldada a outra arruela de aço SAE1020.

Para completar a ferramenta, as outras três cantoneiras foram soldadas na superfície externa do tubo de bitola 88,90 mm e comprimento 24 mm, de maneira a

suportar a ferramenta e assim, permitir a retirada da massa compactada do interior do tubo. Ao longo e ao entorno do tubo, foram feitos pequenos cortes para permitir a saída do líquido do interior do mesmo.

Uma tampa foi produzida em nylon (figura 09) no formato de arruela com encaixe para os dois tubos em sua superfície, permitindo assim sua colocação e retirada conforme necessidade.



Figura 09-. Torneamento da tampa de nylon
Fonte: Osautores

A matriz de compactação (figura 10), foi pensada para produção a baixo custo, fácil utilização tanto em prensas hidráulicas ou até mesmo com macacos hidráulicos ou automotivos sendo necessário apenas uma sustentação.



Figura 10-. Matriz de compactação
Fonte: Osautores

O custo dos materiais como tubos, cantoneiras, arruelas, torno, solda e nylon para produzir a matriz de compactação totalizou R\$ 200,00 (duzentos reais). O custo do adesivo PVA (Poliacetato de Vinila), onde foi utilizado seis kilogramas, totalizando R\$ 75,00 (setenta e cinco reais). O custo do adesivo PVA (Poliacetato de Vinila) pode variar de acordo com o tipo e fabricante.

5.3 MISTURA DO PÓ DE MDF, ADESIVO PVA E ÁGUA.

Em um vasilhame foi colocado 10 litros de pó de MDF peneirado, na tentativa de obter a mistura que pudesse dar ao briquete resistência, dureza e conformidade pensando também no menor custo, foram produzidos vários briquetes com diferentes misturas e compactações. A mistura inicial foi de 20 partes de água para 01 parte de adesivo PVA (Poliacetato de Vinila) (figura 11). A partir desses resultados foi possível trabalhar misturas com menos dissolução do adesivo.



Figura 11: Adesivo PVA (Poliacetato de Vinila).
Fonte: Osautores

A mistura deu-se da seguinte forma:

- 1ª mistura: 20 partes de água e 1 parte de adesivo PVA.
- 2ª mistura: 5 partes de água e 1 parte de adesivo PVA (figura 12).
- 3ª mistura: 2 partes de água e 1 parte de adesivo PVA (figura 13).



Figura 12-. Mistura pó de MDF/Adesivo 5x1
Fonte: Os autores



Figura 13-. Mistura pó de MDF/Adesivo 2x1
Fonte: Os autores

O primeiro briquete da mistura 20x1 foi prensado com 500 kgf/cm^2 e teve grande compactação e perda de aglomerante tornando a peça seca demais e sem liga, tal qual o próprio pó coletado, esfarelando-se conforme mostrado na figura 14. Em uma prensagem com 300 kgf/cm^2 obteve-se uma peça mais úmida, mas sem liga mesmo após a secagem, por isto reduziu-se a dissolução.



Figura 14-. Briquete mistura 20x1.
Fonte: Os autores

Com a segunda mistura, de 5x1 a diferença foi apenas na pressão utilizada. Com pressão de 200 kgf/cm^2 (figura 15), a peça ficou macia, úmida e mais longa que a peça com pressão de 300 kgf/cm^2 (figura 16), que apresentou melhor compactação e liga, mas insuficiente para o objetivo do estudo.



Figura 15: Briquete mistura 5x1 com prensagem de 200 kgf/cm²
Fonte: Os autores



Figura 16: Briquete mistura 5x1 com prensagem de 300 kgf/cm²
Fonte: Os autores

Com a terceira mistura 2x1, usando a pressão de 200 kgf/cm², percebeu-se que houve uma boa adesão mas faltou maior compactação. A partir dos testes com 300 kgf/cm² (figura 17) a peça se aproximou dos resultados esperados, com boa resistência e acabamento, apresentando deformação na superfície externa e visível diferença de aglomeração entre parte inferior e superior. Todas as peças com menor pressão de compactação demoraram em torno de 30 dias para secarem, tempo muito além dos 07 dias esperados, já as peças com maior pressão demoraram em torno de 15 dias para secagem.



Figura 17: Briquete mistura 2x1 com prensagem de 300 kgf/cm²
Fonte: Os autores

Estas amostras não foram submetidas ao teste de compressão em prensa hidráulica por estarem abaixo do esperado. A partir das análises das amostras anteriores, foram produzidos briquetes com comprimento menor, dos 17 centímetros

de média anterior para 06 a 08 centímetros, objetivando secagem mais rápida, compactação mais regular, maior resistência, menor deformação e melhor acabamento superficial (figura 18).



Figura 18: Briquete mistura 2x1 com prensagem de 300 kgf/cm²
Fonte: Os autores

A mistura adotada para os novos briquetes foi 2x1 nas pressões de 200 e 300 kgf/cm² resultando amostras, sob pressão de 300 kgf/cm², dentro do esperado, superiores nas características em comparação com as amostras submetidas a pressão de 200 kgf/cm². Estas amostras submetidas ao teste de resistência suportaram até a pressão de 200 kgf/cm² para apresentarem deformação plástica (quando o material submetido a uma determinada tensão de forma permanente, este mantém a deformação mesmo quando a tensão é retirada).

Vale ressaltar que todo o líquido resultante da prensagem dos briquetes foi reutilizado no processo, não havendo perdas nem lançamento no ambiente.

6 CONCLUSÃO

A partir da realização deste trabalho, concluiu-se que o resíduo em questão, se não for dado um fim de forma ambientalmente correta, traz consequências indesejáveis, uma vez que, seu acúmulo na empresa, toma grande espaço tornando inviável mantê-lo no local, constituindo-se em atração para insetos e roedores, e caso ocorra a má disposição desses resíduos, há a possibilidade de ocorrer a contaminação do solo e dos lençóis freáticos. A empresa fonte de estudos, com porte pequeno, produz quantidade nem um pouco desprezível de resíduos, e se for levado em conta outros descartes como pó de madeira com produtos químicos, fitas de borda com cola, maravalha e restos de materiais, somados a muitas outras indústrias na cidade, geram quantidade alarmante de poluente.

A matriz de compactação foi produzida com êxito, os materiais são de fácil acesso e baixo custo, com desenho simples e funções básicas. Seu uso atendeu as necessidades do plano de produção dos briquetes suportando grandes pressões na prensa, garantindo confiabilidade nos resultados.

Os ensaios das misturas do adesivo com água e pó, na proporção de duas partes de água para cada parte de adesivo PVA, comprovou a potencialidade desta mistura para compactação a frio. A quantidade de pó de MDF fica em torno de cinco partes para cada parte da solução (água/adesivo). Os briquetes produzidos ficaram leves, resistentes a pressão, com bom acabamento e compactação, podendo ser cortados, lixados, selados e pintados, conforme o uso proposto, como adornos e em peças de móveis.

A forma cilíndrica adotada para produzir as peças, levou em conta a disponibilidade do material e o preço, além da aceitação do mercado, proposta pelo marceneiro. Em cada briquete confeccionado com as seguintes dimensões: comprimento 80 mm, diâmetro externo 87 mm e diâmetro interno 37,5 mm, foram usados 630 ml de pó de MDF, 120 ml de adesivo PVA e 240 ml de água, com custo apenas do adesivo em R\$ 1,40 por 100 gramas, cada briquete custou R\$ 1,68. Neste valor não foi considerado o custo da matriz de compactação por não ter o número final de peças produzidas pela mesma.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para estas misturas foi utilizado apenas o pó do MDF peneirado mas poderia ser adicionado outros materiais, como o pó de madeira e maravalha, oriundos da serra, plaina, tupia, furadeira e lixadeira, e também outros produtos como corantes e impermeabilizantes, para melhorar as características do briquete conforme a necessidade.

A ferramenta usada na produção do briquete pode ser feita em vários formatos dando origem a formas vasadas quadradas, triangulares, sextavadas, etc., ou formas compactas, conforme moldes utilizados, em porta objetos e objetos de decoração.

Devido à demora de secagem das peças produzidas, sugere-se continuar os estudos e testes de novas misturas, novos desenhos, novos projetos, para baratear custos de produção, diminuir tamanhos, facilitar e agilizar o uso da ferramenta e melhorar a qualidade final dos produtos, gerando uma aceitação no mercado e motivando as empresas a investirem em responsabilidade sócio ambiental e inovação junto ao município.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A função Manutenção. Disponível em:< [https// manutencaoeficaz. wordpress. com/ 2011 /05/03/a –funcao-manutencao.>](https://manutencaoeficaz.wordpress.com/2011/05/03/a-funcao-manutencao/) Acesso em 01 nov 2015.

A. F. SILVA, C. F. de FIGUEIREDO. **Reaproveitamento de Resíduos de MDF da Indústria Moveleira**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462, 1994** –

BERNARDI, Renato. **D O S S I Ê T É C N I C O: Reconstituição de chapas de aglomerado.** SENAI-RS. Centro Tecnológico do Mobiliário. Disponível em:< <http://www.sbrrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTc=>> Acesso em 28 out 2015.

BRANCO, Renata. **Manutenção industrial.** – Disponível em: <http://www.manutencao.esuprimentos.com.br/conteudo/2927-manutencao-industrial/> acesso dia 23 out 2015.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição [da] República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal.

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente,** seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 13 ago. 2015.

BRASIL. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos,** cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Acesso em: 13 ago. 2015

BRASIL. Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm>. Acesso em: 10 out. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 10 out. 2015.

CAMPOS, C. I., LAHR, F. A. R. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Engenharia de Estruturas. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=707&subject=E%20mais&title=MDF%20produzido%20com%20fibras%20de%20pinus%20utilizando%20ur%E9ia-formalde%EDdo Acesso em: 04 nov. 2015.

Classificação SAE. Disponível em: <http://www.laudarames.com.br/classificacao_sae.html> Acesso em 15 nov. 2015.

Emerson, Denis Willians Vargas. **Métodos de Análise de Formaldeído e Otimização da Reação de Hantzsch.** Universidade Federal do Paraná. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/tccpublicados/tccdenisemerson.pdf>> Acesso em: 08 nov 2015.

FARIAS, Talden Queiroz. **Aspectos gerais da política nacional do meio ambiente** – comentários sobre a Lei nº 6.938/81. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, IX, n. 35, dez 2006. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1544>. Acesso em 15 set 2015.

Histórico da função Manutenção. Disponível em: <<https://manutencaoeficaz.wordpress.com/2011/05/18/historico-da-funcao-manutencao/>> Acesso em 08 out 2015.

A Crise Ambiental Planetária. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/direito/artigos/16301/a-crise-ambiental-planetaria>> Acesso em 08 out 2015.

LEFF, E. **Pensar a complexidade ambiental.** In: LEFF, E (Org.). A complexidade ambiental. São Paulo: Cortez, 2003. p 55.

MATOSKI, S. L. S.; SILVA, D. A.; MATOSKI, A. **Análise da geração de resíduos dentro de indústria de móveis e esquadrias – um estudo de caso.** In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS 2002, **Anais...** Curitiba, 2002.

MAURO E. C. B. Pinto; LEILA L. Y. Visconte; REGINA C. R. Nunes; Rinaldo F. Luz. **Adesivos poliméricos à base de SBR. 2. Influência de diferentes tipos de agentes promotores de adesão.** Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282011000400005&script=sci_arttext

NAHUZ, Marcio A. R. **Resíduos da indústria moveleira.** In: Seminário de Produtos Sólidos de Madeira de Eucalipto e Tecnologias Emergentes para a Indústria Moveleira, 3, 2005, Vitória. Disponível em: <<http://www.cgimoveis.com.br/tecnologia/residuos-na-industria-moveleira>>. Acesso em: 27 out. 2015.

MOREIRA, Maria Cristina. **Serramento do Aço Abnt 1045 Utilizando Serras Circulares com Insertos de Metal Duro e Cermet.** Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8SJLJP/disserta__o_maria_cristina.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 out. 2015

NETO, Teófilo Cortizo Moreira. **A história da evolução do sistema de gestão de manutenção.** Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-evolucao-do-sistema-de-gestao-de-manutencao/75650/#ixzz3qWRKhY9Y>> Acesso em 02 nov 2015.

O Eco. **Entenda a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28492-entenda-a-politica-nacional-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 27 out. 2015

PEREIRA, Andréa Franco; CARVALHO, Laura de Souza Cota; PINTO, Ana Carolina de Oliveira; **Resíduo de madeira: limites e possibilidades de seu uso como matéria-prima alternativa.** Disponível em<<http://blogs.anhemi.br/congressodesign/anais/artigos/69847.pdf>>Acesso em 10 nov. 2015.

RIBEIRO, D. V., MORELLI, M. R. **Resíduos Sólidos: problema ou oportunidade?** / Daniel Verás Ribeiro, Márcio Raymundo Morelli. – Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos: 2008.

SENA, L. B. R. **Política Nacional de Resíduo Sólido.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Coordenadoria de Planejamento do Meio Ambiente, 1998. Documentos especiais.

STJ – Superior Tribunal de Justiça. **Linha do tempo: um breve resumo da evolução da legislação ambiental no Brasil.** Disponível em:<http://www.stj.jus.br/portal_stj/publicacao/engine.wsp?tmp.area=398&tmp.texto=97547>.Acesso em: 18 set. 2015.

SIMEI, Luís C. **A Definição da Manutenção.** Disponível em: <<http://manutenabilidade.blogspot.com.br/2012/09/a-definicao-da-manutencao.html>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

TAKAYAMA, Mariana Amorim Silva. **Análise de Falhas Aplicada ao Planejamento Estratégico da Manutenção.** Monografia. Disponível em:<http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_3_Mariana-Amorim.pdf>

TEIXEIRA, M. G.; CÉSAR, S. F. Produção de compósito com resíduo de madeira no contexto da ecologia industrial. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de

Madeira – EBRAMEM, 10. 2006. São Pedro. Anais, 2006, p. 1-9.

VALLE, Cyro E. do. **Qualidade Ambiental**: O desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Pioneira, 1995.

WEISS, Almiro. **Processos de fabricação mecânica**. – Curitiba: Editora do Livro Técnico, 2012. 264 p.

WEISS, Almiro. **Soldagem**. – Curitiba: Editora do Livro Técnico, 2010. 128 p.