

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA DA UFMG
EDUARDO ÁVILA TEIXEIRA

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MADEIRA EM UMA INDÚSTRIA
MOVELEIRA

Belo Horizonte - MG
2021
EDUARDO ÁVILA TEIXEIRA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MADEIRA EM UMA INDÚSTRIA
MOVELEIRA**

Monografia apresentada ao Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos.

Orientador: Prof. Dr. Glaucinei Rodrigues Corrêa

Coorientador: Msc. Marcelo Souza Manhago

Belo Horizonte - MG

2021

FICHA CATALOGRAFICA

T266a Teixeira, Eduardo Ávila.
Aproveitamento de resíduos de madeira em uma indústria moveleira
[manuscrito] / Eduardo Teixeira Ávila. - 2021.
51 f. : il.

Orientador: Glaucinei Rodrigues Corrêa.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais,
Escola de Arquitetura.

1. Indústria de móveis. 2. Reaproveitamento (Sobras, refugos,
etc.). 3. Resíduos industriais - Madeira. I. Corrêa, Glaucinei Rodrigues. II.
Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 338.43749

Ficha catalográfica: Gustavo Las Casas Provetti Gomes CRB-6/3417.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA - EAUFMG
Rua Paraíba, 697 – Funcionários
30130-140 – Belo Horizonte – MG - Brasil

Telefone: (031) 3409-8823

FAX (031) 3409-8822

ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DO ALUNO EDUARDO ÁVILA TEIXEIRA COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE EM CIDADES, EDIFICAÇÕES E PRODUTOS.

Às 14 horas do dia 5 de março de 2021, reuniu-se em teleconferência privada, devido ao COVID-19, a Comissão Examinadora composta pelo Prof. Glaucinei Rodrigues Corrêa, Orientador-Presidente, pelo designer Marcelo Souza Manhago, Co-orientador, pelo Prof. Leonardo Oliveira Gomes, membro interno, e pela pesquisadora Mariana Fonseca Braga, Membro Titular Externo, designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos, para avaliação da monografia intitulada **“Aproveitamento de Resíduos de Madeira em uma Indústria Moveleira”** de autoria do aluno **Eduardo Ávila Teixeira**, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos. A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso, atribuindo ao trabalho **85 pontos, conceito B**. A Comissão recomenda que sejam encaminhados: 01 (um) exemplar impresso para a Biblioteca da Escola de Arquitetura e 01(um) exemplar digital ao Repositório da UFMG, após as correções sugeridas.

Belo Horizonte, 5 de março de 2021.

Prof. Glaucinei Rodrigues Corrêa
Orientador-Presidente

Marcelo Souza Manhago
Co-orientador

Mariana Fonseca Braga
Membro Titular Externo

Prof. Leonardo Oliveira Gomes
Membro interno

Dedico este trabalho a minha esposa, Sílvia, pela paciência e todo o apoio. A família que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos.

AGRADECIMENTO

À minha família, pelo apoio no desenvolvimento do curso e por todos os momentos juntos.

Ao Orientador Professor Glaucinei Rodrigues Corrêa, pela dedicação, apoio e toda a condução no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Co-orientador Marcelo Souza Manhago por todas as dicas e colaboração.

À empresa voluntária que nos forneceu dados importantes sobre o gerenciamento de resíduos.

À Ana, secretária do curso por todo o apoio no decorrer do curso.

Ao Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo – TAU da UFMG.

RESUMO

A indústria moveleira cresceu na última década, e ao atingir a marca de 1% do PIB em 2019 ratificou sua importância para a economia brasileira. Milhares de peças são produzidas e, em seu ciclo produtivo acabam por gerar outros milhares de toneladas de resíduos, grande parte descartadas de maneira irregular, ocasionando graves danos à humanidade. Com o desmatamento elevado e o alto índice de queimadas, as discussões que visam uma cadeia produtiva mais equilibrada tornam-se cada vez mais necessárias. O objetivo deste trabalho foi avaliar o gerenciamento dos resíduos de madeira de uma grande indústria moveleira brasileira e sugerir o seu aproveitamento com a Tecnologia LIGNO que utiliza pó de MDF/MDP ou serragem para a obtenção de um material compósito capaz de produzir diversos produtos. O desenvolvimento deste estudo compreende o levantamento e a análise de dados junto a uma empresa voluntária, de grande porte, bem como o levantamento de custos para a instalação da tecnologia proposta. Como resultado conseguiu-se compreender os benefícios que podem gerar o aproveitamento de resíduos dentro de sua cadeia produtiva, como também, a demonstração de que são viáveis os investimentos, sendo compatíveis com grande parte das empresas do setor moveleiro.

PALAVRAS CHAVE: Indústria Moveleira, Aproveitamento, Resíduos de madeira, Tecnologia LIGNO.

ABSTRACT

The furniture industry grew in the last decade, and by reaching the mark of 1% of GDP in 2019, it ratified its importance for Brazilian economy. Thousands of pieces are produced and their production cycle ends up generating thousands of tons of waste, most of which are discarded in an irregular manner, causing serious damage to humanity. With high deforestation and a high rate of fires, discussions aimed at a more balanced production chain are becoming increasingly necessary. The objective of this work was to evaluate the wood waste management of a large Brazilian furniture industry and suggest its use with LIGNO Technology, that uses MDF / MDP powder or sawdust to obtain a composite material capable of producing several products. The development of this study comprises the collection and analysis of data with a large, voluntary company, as well as the analysis of costs for the installation of the proposed technology. As a result, it was possible to understand the benefits that the use of wood waste can generate within its production chain, as well as to demonstrate that investments to LIGNO production are viable, being compatible with most companies in the furniture sector.

KEY WORDS: Furniture Industry, Utilization, Wood waste, LIGNO Technology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Associação Brasileira de Empresas de Tratamento e Resíduos – (ABETRE)

Associação Brasileira de Norma Técnicas – (ABNT)

Avaliação do Ciclo de Vida – (ACV)

Banco Nacional do Nordeste – (BNB)

Conselho Nacional do Meio Ambiente – (CONAMA)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (IBGE)

Nível de Maturidade Tecnológica (Technology Readiness Level – TRL)

Painel de Fibra de Média Densidade – (MDF)

Painel de Partícula de Média Densidade – (MDP)

Plano Nacional de Resíduos Sólidos – (PNRS)

Poliacetato de Vinila – (PVA)

Policloreto de Vinila – (PVC)

Produto Interno Bruto – (PIB)

Quilowatt-hora – (Kwh)

Universidade Federal de Minas Gerais – (UFMG)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1 - Municípios Integrantes dos Polos Moveleiros do Brasil, por Região.</i>	16	
<i>Figura 2 - Fabricação de móveis por predominância de materiais relacionada ao valor produtivo.</i>	17	
<i>Figura 3 - Estrutura da Cadeia Produtiva Moveleira.</i>	18	
<i>Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo em uma indústria de móveis seriados.</i>	19	
<i>Figura 5 - Porcentagem de cada tipo de resíduo em relação à quantidade total.</i>	21	
<i>Figura 6 - Quantidade de resíduos gerados mensalmente.</i>	22	
<i>Figura 7 - Categorias de impactos ambientais gerados pelos resíduos de madeira.</i>	23	
<i>Figura 8 - Gráfico de Avaliação de Impactos: MDF, Madeira compensada e Madeira Serrada.</i>	24	
<i>Figura 9 - Centro de mesa reutilizando retalhos de MDF.</i>	25	
<i>Figura 10 - Rodapé</i>	<i>Figura 11- Mesa para área externa.</i>	27
<i>Figura 12 - Escadas externas.</i>	<i>Figura 13 - Tubos e estruturas.</i>	27
<i>Figura 14 - Placa produzida com o LIGNO.</i>	<i>Figura 15 - Ensaio de resistência à flexão.</i>	30
<i>Figura 16 - Molde do porta-copo aberto.</i>		30
<i>Figura 17 - Produtos desenvolvidos: linha de bowl, luminária e porta-copos.</i>		31
<i>Figura 18 - Gráfico comparativo da geração dos resíduos de madeira x demais resíduos.</i>		35
<i>Figura 19 - Fluxo de produção da Tecnologia LIGNO.</i>		37
<i>Figura 20 - Preenchimento do molde.</i>		38
<i>Figura 21 - Agitador/ peneirador.</i>		39
<i>Figura 22 - Encoladeira e bomba/ pistola.</i>		39
<i>Figura 23 - Prensagem.</i>		40
<i>Figura 24 - Layout de produção.</i>		42
<i>Figura 25 - Tabela com os custos para a aquisição do maquinário.</i>		44
<i>Figura 26 - Custo por peça no primeiro ano de investimento.</i>		45

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	13
1.1 Introdução	13
CAPÍTULO II	15
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 A Indústria Moveleira	15
2.2 Materiais na Indústria Moveleira	16
2.3 Processos Produtivos na Indústria Moveleira	18
2.4 Resíduos na Indústria Moveleira	20
2.4.1 Composição dos Resíduos	21
2.4.2 Impactos Ambientais	22
2.5 Alternativas para o aproveitamento	25
2.6 Ligno: material compósito com resíduo de madeira	29
2.6.1 Benefícios potenciais	31
2.6.2 Limitações	32
CAPÍTULO III	33
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
3.1 Levantamento e análise de dados	33
3.2 Análises dos dados e levantamento de custos	33
CAPÍTULO IV	35
4.1 Gestão de Resíduos na Empresa Conforto Ltda.	35
4.2 Estudos para implantação da tecnologia LIGNO	36
4.2.1 Processo de produção	36
4.2.2 Maquinário necessário	38
4.2.3 Consumo energético	40
4.2.4 Mão de obra	41

4.2.5 Espaço	41
4.2.6 Alternativas de produtos	42
4.2.7 Análises de Custo e Produção	43
<i>CAPÍTULO V</i>	46
<i>CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	46
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	47

CAPÍTULO I

1.1 Introdução

A indústria moveleira é responsável pela geração de 0,5% do produto interno bruto (PIB) do mundo, ao gerar U\$418,22 bilhões de dólares em 2017 (BRAINER, 2019). A China é a principal produtora, seguida por Estados Unidos, Alemanha e Itália. O Brasil, segundo a organização “Brazilian Furniture”, é o sexto colocado, com produção estimada em 435,9 milhões de peças, faturando R\$67,4 bilhões de reais em 2019, representando 1% do PIB nacional.

No Brasil, a principal matéria-prima utilizada na indústria moveleira é a madeira: na forma de placa de madeira reconstituída (painéis de madeira aglomerada [particle board – MDP], chapas duras de fibra [hardboard] e painéis de fibra de média densidade [MDF]) ou como madeira maciça, (CORRÊA, 2004). Neste sentido Lima (2019), afirma que cerca de 85% dos móveis fabricados no Brasil utilizam a madeira como insumo principal. A indústria ainda utiliza uma série de materiais como: aço, laminados plásticos, alumínio, latão, produtos químicos, vidros, cristais, tecidos, couros e pedras ornamentais (NAHUS, 2005, apud CORRÊA, 2016 et al.).

Entretanto, essa indústria também provoca muitos impactos ambientais. Segundo Corrêa, Duarte e Abreu (2016) é através da transformação da madeira maciça ou dos painéis de madeira reconstituída que são gerados os principais resíduos sólidos na indústria moveleira. O sítio “saneamento ambiental” cita o estudo encomendado pela Associação Brasileira de Empresas de Tratamento e Resíduos (ABETRE) e afirma que a indústria gerou em 2016, 33 milhões de toneladas (t) de resíduos sólidos. No entanto, o inventário do setor moveleiro de geração dos resíduos não é realizado de maneira sistemática, e depende da iniciativa de pesquisadores e instituições não governamentais.

A maior parte dos resíduos de madeira tem baixo aproveitamento e acaba sendo destinado à queima para geração de energia, forração de pisos em granjas e haras, e queima a céu aberto (CORRÊA, 2004). Johansson (2016) destaca os riscos do processo de queima que libera gases nocivos à saúde humana, e a contaminação do solo quando descartados de maneira irregular.

Relatos na literatura sugerem outras formas de manejo e aproveitamento desses resíduos, como por exemplo: a) tecnologia LIGNO, que aproveita o pó de MDF/MDP ou serragem de madeira maciça na obtenção de um material compósito que pode ser utilizado

para produção de diversos produtos (CORRÊA; POLICARPO, 2018); b) os blocos de cerâmica porosos (ALMEIDA et al., 2019); c) ou ainda os incorporando na produção de ladrilhos hidráulicos (REIS; FAGUNDES, 2020).

A criação de soluções que elevam o valor agregado¹ dos produtos desenvolvidos a partir dos resíduos de madeira é primordial em discussões que visam o processo produtivo mais eficaz e sustentável². É com esse objetivo que este trabalho foi realizado, em busca de entender como é feito o gerenciamento dos resíduos em uma indústria moveleira de grande porte e propor através da Tecnologia LIGNO, uma alternativa que seja menos danosa ao meio ambiente, que tenha possibilidade de gerar emprego e renda e ainda, com possibilidade de gerar benefícios para a empresa.

Específicos os objetivos foram:

- Revisar a literatura quanto ao gerenciamento e o reaproveitamento dos resíduos na indústria moveleira nacional;
- Pesquisar como é feito o gerenciamento de resíduos de madeira em uma indústria de grande porte;
- Propor através de um projeto piloto o aproveitamento dos resíduos de madeira com a tecnologia LIGNO;
- Demonstrar os custos com maquinários para implantação.

¹ Produtos ou serviços com funcionalidades/benefícios que vão além do produto em si e com atributos que os diferenciam dos demais concorrentes/similares. Valor agregado = Benefício – Custo

² Conceito que, relacionando aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais, busca suprir as necessidades do presente sem afetar as gerações futuras.

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Indústria Moveleira

Com datas incertas quanto à origem, a produção de móveis, atividade inerente à evolução humana, se adapta aos tempos e serve como importante registro histórico. Segundo Brunt (1990, apud LIMA, 2019, p.14) há no Egito antigo registros da criação de “itens como: cama, cadeira, banco, mesa e arca”. No Brasil, “a produção de móveis surgiu juntamente com a chegada dos primeiros colonos europeus” (BALZAN et al., 2020, p. 10). Cabe ressaltar que a obra citada refere-se ao senso produtivo estabelecido à época e, desconsidera a pré-existência de um design nativo.

A industrialização da atividade moveleira dá-se a partir do século XVIII com a transformação dos trabalhadores artesanais em trabalhadores assalariados, (BOTTINI; BATISTA, 2013, apud BALZAN et al., 2020). Ainda de acordo com os autores, a produção artesanal no Brasil estende-se até o início do século XX, e é apenas com o crescimento de cidades como São Paulo e Rio de Janeiro que se inicia o processo de industrialização nacional.

Caracterizada por empregar diferentes tipos de materiais, a indústria moveleira pode ser classificada através da predominância de materiais utilizados para a fabricação dos móveis, como madeira e metal, ou conforme a utilização, residencial, corporativo e institucional (LIMA, 2019).

A produção da indústria moveleira no Brasil foi responsável por quase 1% do PIB em 2019, ratificando a importância do setor para a economia do país. A organização Brazilian Furniture (2020) contabiliza 268.300 trabalhadores com vínculo ativo, distribuídos em 19.000 fábricas no ano de 2019. As fábricas designadas à produção de móveis com predominância em madeira ocupam a principal fatia do mercado com 86%, seguidas pelos móveis produzidos com predominância em metal (8%), outros materiais (4%), e colchões (2%), segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019).

Com dimensões geográficas continentais, o setor moveleiro no Brasil concentra-se em regiões que facilitam o acesso aos insumos necessários à sua produção. Em 2018, como pode ser visto na Figura 1 “foram identificados 46 polos moveleiros distribuídos em 11 estados e quatro regiões” (BRAINER, 2019, p. 2). A localização dispersa dá-se pelo fato da

tecnologia ser relativamente fácil de ser implantada e o investimento inicial não elevado (SPEROTTO, 2018).

Figura 1 - Municípios Integrantes dos Polos Moveleiros do Brasil, por Região.

Região Norte	Manaus – AM.
Região Nordeste	Salvador – BA, Fortaleza – CE, Marco – CE, Jaguaribe – CE, Iguatu – CE, Imperatriz – MA e Recife – PE.
Região Sudeste	Votuporanga – SP, Bálamo – SP, Jaci – SP, Mirassol – SP, Neves Paulista – SP, Itatiba – SP, São Bernardo do Campo – SP, Colatina – ES, Linhares – ES, Vitória – ES, Ubá – MG, Bom Despacho – MG, Martinho Campos – MG, Uberaba – MG, Uberlândia – MG e Carmo do Cajuru – MG.
Região Sul	Curitiba – PR, Arapongas – PR, Londrina – PR, Cascavel – PR, Francisco Beltrão – PR, Bento Gonçalves – RS, Caxias do Sul – RS, Restinga Seca – RS, Passo Fundo – RS, Canela – RS, Gramado – RS, Rio Negrinho – SC, São Bento do Sul – SC, Chapecó – SC, Coronel Freitas – SC, Pinhalzinho – SC, São Lourenço do Oeste – SC e Otacílio Costa – SC.

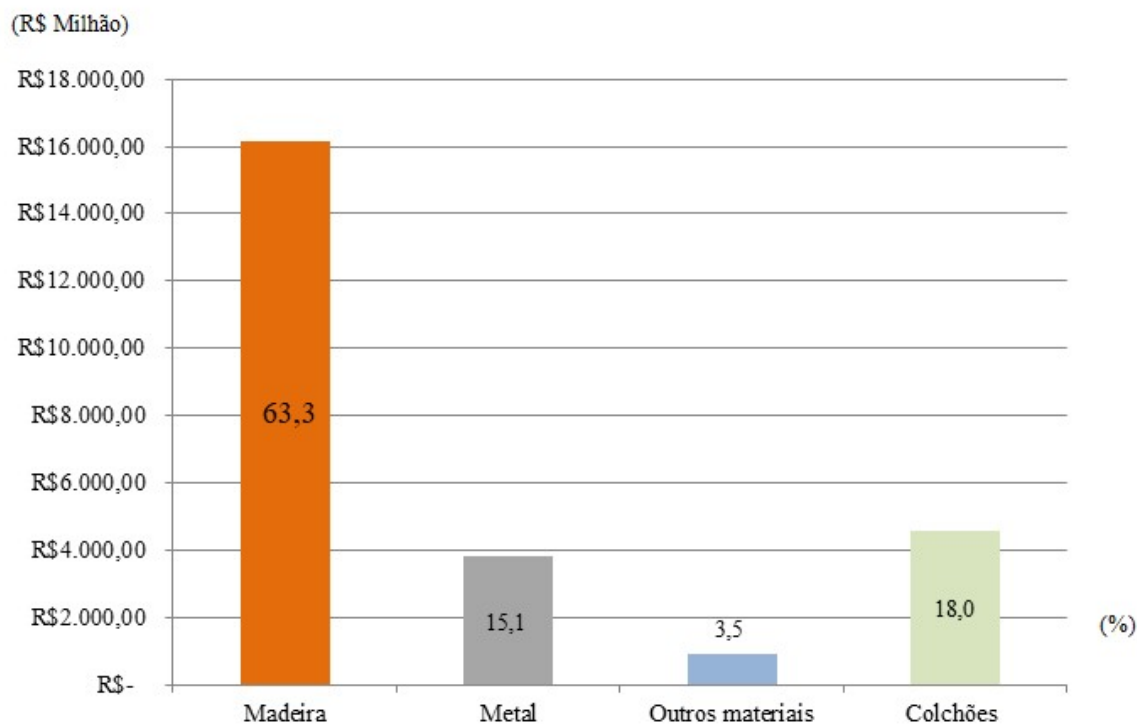
Fonte: Portal Moveleiro (2018) citado por Brainer (2019).

2.2 Materiais na Indústria Moveleira

A indústria moveleira é conhecida pela capacidade de adaptação às necessidades humanas e para atendê-las atua com diversas combinações de materiais. No entanto, é importante ressaltar que a utilização predominante de determinado material está diretamente ligada à sua oferta local. No Brasil há predominância na utilização da madeira (maciça e suas derivações), que além de demandas particulares, se dá pela oferta abundante do produto no mercado (BALZAN, 2020).

Relacionado ao valor de produção estimou-se em 2017 que a fabricação de móveis foi de: 63,35% com predominância em madeira, 15,1 % com predominância em metal, 3,55% outros materiais e 18,00% para colchões (Figura 2) (BRAINER, 2019).

Figura 2 – Fabricação de móveis por predominância de materiais relacionada ao valor produtivo.



Fonte: (IBGE, 2019).

Corrêa (2004, p. 13) relaciona os materiais e suas utilizações na indústria moveleira:

- Painel de aglomerado: utilizado em tampos de mesas, laterais de portas e de armários, racks, divisórias e laterais de estantes;
- Painel de compensado: utilizado em fundos de gaveta, armários, roupeiros, tampos de mesa, laterais de móveis, braços de sofá, fundos de armários e prateleiras;
- Painel de MDF: empregado em componentes frontais, internos e laterais de móveis, portas, fundos de gaveta, estantes, tampos de mesa e racks;
- Chapa dura de fibra (hardboard): utilizada em fundos de gavetas, de armários e de racks, tampos de móveis, móveis infantis e divisórias;
- Madeira maciça: utilizada em tampos de mesa, frontal e lateral de balcões, assento e estrutura de cadeiras, estruturas de camas, molduras, pés de mesa, estrutura de sofás, laterais de gavetas, embalagem, pés de cama, pés de racks, estrados e acabamento de móveis;
- Laminado melamínico de alta pressão (fórmica): utilizados em revestimentos para tampos, portas, armários e balcões;
- Termoplásticos: utilizados em mesas, cadeiras, puxadores, pés, acessórios e revestimentos;
- Vidros: em tampos de mesa e portas;
- Chapas de aço: em armários, portas, cadeiras, mesas, estantes e pés;
- Alumínio: em mesas, cadeiras, pés, puxadores e acessórios;

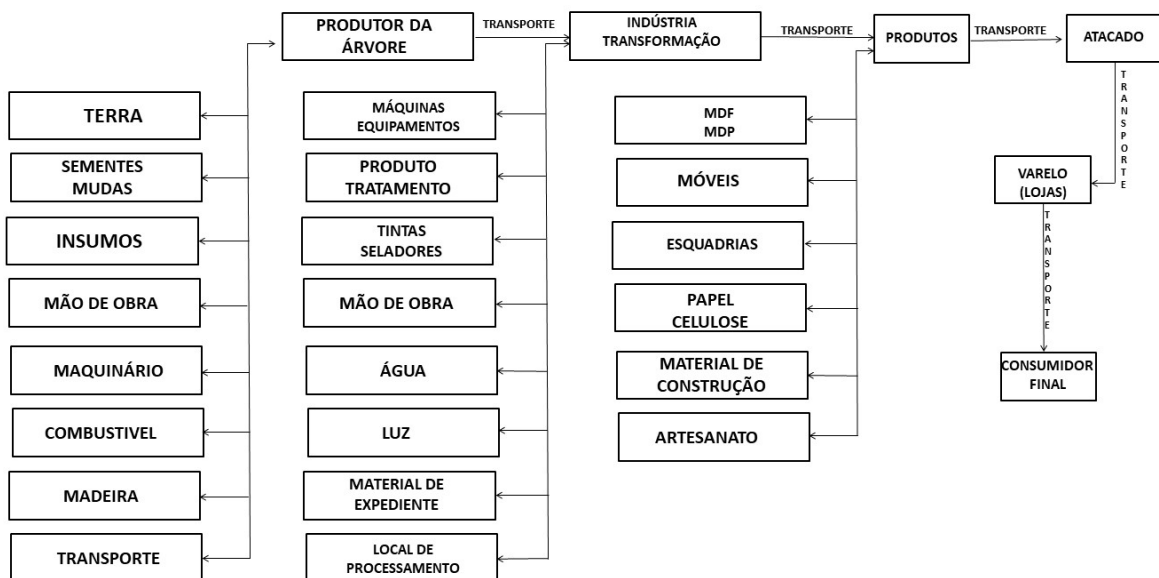
- Zamak: em puxadores, pés e acessórios;
- Couro e tecidos: revestimentos, estofados, assentos, etc.

2.3 Processos Produtivos na Indústria Moveleira

Com a utilização de diversos materiais, a produção na indústria moveleira caracteriza-se pela variação nos processos de fabricação (BALZAN, 2020). Segundo Lima (2019, p. 26) “a manufatura moveleira apesar de muito diversificada, segue uma sequência padrão de operações”. Ainda de acordo com a autora, o que muda no processo produtivo das pequenas indústrias para as grandes é basicamente a automatização dos processos.

Balzan (2020) elenca os processos que compõem a cadeia produtiva, que se inicia com a extração de matérias-primas (madeiras brutas, algodão e minérios); a transformação em diferentes indústrias (tábuas de madeiras maciça, chapas de madeiras processadas, metais, plásticos, tecidos, etc.); até a fabricação em uma indústria moveleira e sua posterior venda aos lojistas e consumidor final. Sperotto (2016) coloca a montante os setores de fornecimento de insumos (painéis de madeira, placas, etc), e a jusante os serviços de apoio (design, pesquisa e desenvolvimento, capacitação, transporte e montagem). A Figura 3 abaixo procura demonstrar a estrutura da cadeia produtiva.

Figura 3 - Estrutura da Cadeia Produtiva Moveleira.



Fonte: SEBRAE, on-line, apud BALZAN et al., 2020, p. 15.

Argenta (2007) em busca de entender os impactos ambientais gerados dentro dos processos produtivos do polo moveleiro de Santa Maria - RS detalha o processo de produção em indústrias com características de produção sob encomenda:

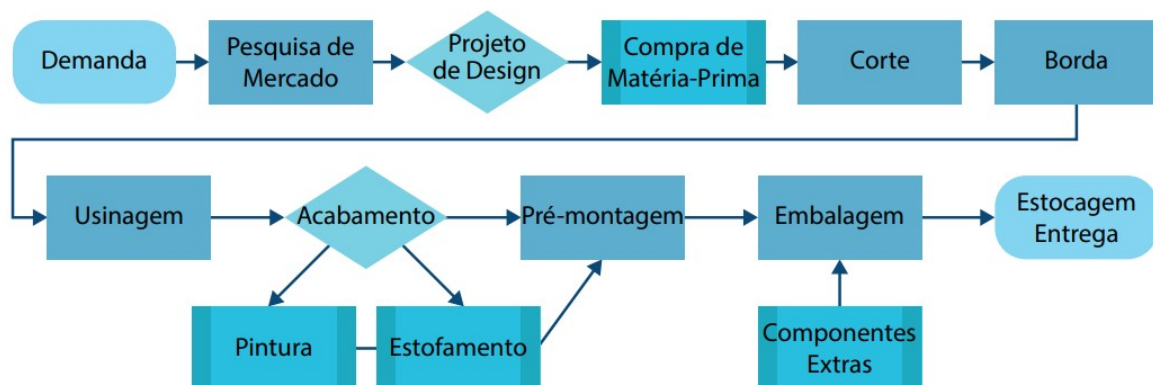
(...) inicia-se com a aquisição da matéria-prima que são as chapas de madeiras processadas (chapas de compensado, MDF, aglomerado e os laminados) para a fabricação dos móveis e a madeira para a estrutura do mesmo. Após a chegada da matéria prima, são devidamente conferidas pelo setor administrativo e repassado para o local de depósito.

(...) verifica-se que após o pedido do cliente é elaborado o projeto do móvel conforme o pedido. Após a conclusão do projeto inicia-se o processo de fabricação dos móveis conforme passo a seguir:

- a) Corte das chapas e da madeira;
- b) Laminação;
- c) Montagem de módulos;
- d) Montagem preliminar do móvel;
- e) Pintura;
- f) Entrega e montagem final.(ARGENTA, 2007, p. 57).

Socolovithc (2020) caracteriza a indústria de móveis seriados pela predeterminação das peças. Segundo a autora, para a produção de peças seriadas, os projetos precisam ser planejados através de uma intensa pesquisa de mercado, pelo nicho que deseja atingir, pelos materiais envolvidos, entre outros fatores que podem afetar a comercialização deste tipo de produto. Nessa perspectiva a autora define os processos de produção e os demonstra por meio de um fluxograma conforme a Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo em uma indústria de móveis seriados.



Fonte: Socolovithc (2020)

2.4 Resíduos na Indústria Moveleira

Segundo a resolução do CONAMA nº 313/2002 resíduo sólido Industrial é:

todo 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 técnica 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. (BRASIL, 2002, CONAMA Nº 313 p. 654)

A Norma ABNT NBR 10004:2004 classifica os resíduos provenientes da indústria moveleira (MDF, outras chapas de madeira reconstituída e madeira maciça, papéis e papelões, plásticos metais (alumínio e aço), lixas) como: Resíduos Classe II A - não inertes - que apresentam características de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, e (tintas, solvente, adesivos (colas) e vernizes, óleos lubrificantes) como Resíduos Classe I – perigosos - aqueles que oferecem risco a saúde pública ou ao meio ambiente, conhecidos por possuírem características de periculosidade tais como: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, e patogenicidade.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2012 prevê diretrizes e estratégias para o gerenciamento desses resíduos. Embora a legislação seja clara quanto à responsabilidade do gerador e a necessária extinção do descarte irregular, observa-se que os resíduos da indústria moveleira são frequentemente descartados como lixo comum em aterros sanitários (RIUL; SILVA; RIBEIRO, 2011). Esses autores ainda relacionam os problemas advindos do descarte irregular com o desperdício de materiais, a contaminação ambiental e a ocupação desnecessária dos aterros sanitários. Nesse contexto Johansson (2016) pontua que a maior parte do descarte irregular é feito por empresas de pequeno e médio porte, que representam mais de 90% das empresas do setor no Brasil.

Sabe-se que o inventário sobre a geração de resíduos na indústria moveleira não é realizado de maneira sistemática e o levantamento desses dados acaba por depender da iniciativa de pesquisadores e instituições governamentais. Entretanto, a ABETRE, por meio do estudo realizado pela Consultoria Tendências, estimou que em 2016, 33 milhões de toneladas de resíduos sólidos tenham sido gerados em decorrência da produção industrial.

2.4.1 Composição dos Resíduos

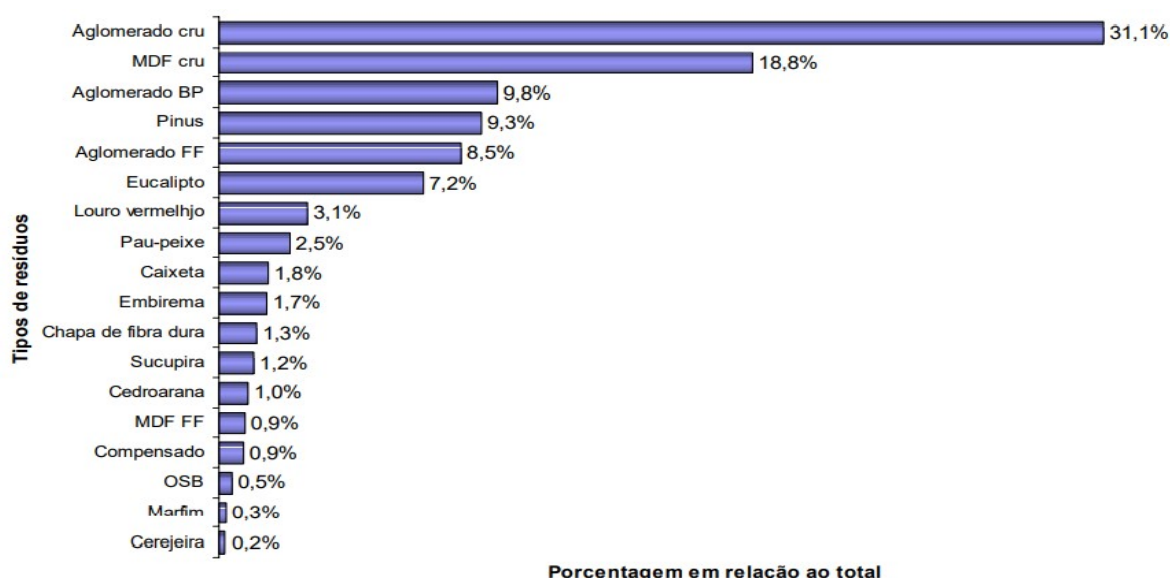
A indústria moveleira reúne diferentes tipos de materiais e através dos seus processos gera resíduos diversos. Em busca de entender a composição desses resíduos, Nahuz (2005 citado por RIUL et al., 2011) detalha quais são os materiais que constituem esses resíduos:

(...) pedaços de tamanhos e formas variadas de madeira maciça, painéis derivados de madeira com acabamentos naturais ou revestidos, retalhos ou aparas de lâminas de madeiras decorativas, usadas para revestimento, em diversos padrões e materiais, como plásticos e metais, e vários acabamentos, como vernizes e resinas; materiais metálicos, como componentes e peças variadas; rejeitos das ditas plásticas de borda, peças plásticas, vidros, têxteis e couros; resíduos das colas, vernizes e tintas secos; restos de lixas e dos materiais das embalagens, como papelão, fitas e plásticos. (NAHUZ, 2005, apud RIUL et al., 2011, p. 86).

Destacam-se entre os resíduos os que são provenientes da transformação da madeira. Riul, Silva e Ribeiro (2011) afirmam que esses resíduos, são gerados na maioria das vezes pela ineficiência no corte e armazenamento inadequado, podendo intensificar o problema de uso insustentável da madeira. Nesse sentido Corrêa, Duarte e Abreu (2016, p. 4216) afirmam que “os principais resíduos sólidos industriais são gerados como consequência direta da transformação da madeira maciça ou painéis de madeira reconstituída durante a produção de móveis”.

Corrêa (2004) realizou o inventário de geração de resíduos do polo moveleiro da cidade de Ubá – MG e estimou em 900 t/mês, contendo em sua composição (Figura 5):

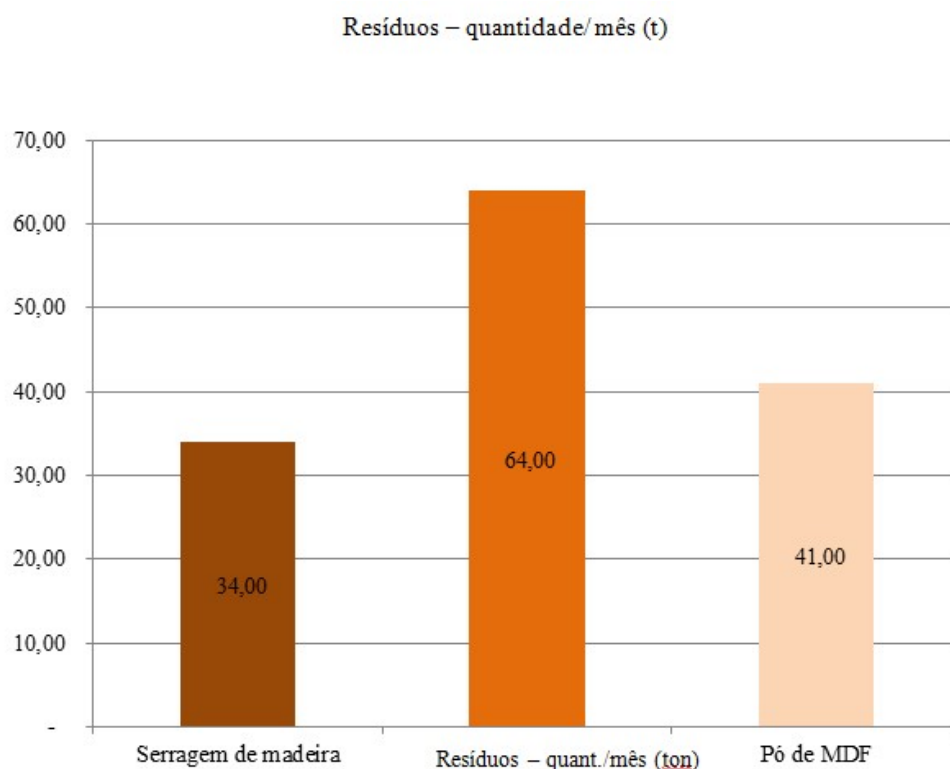
Figura 5 - Porcentagem de cada tipo de resíduo em relação à quantidade total.



Fonte: (CORRÊA, 2004, p. 64).

Corrêa, Duarte e Abreu (2016) fizeram o levantamento dos resíduos gerados no Polo Moveleiro de Belo Horizonte – MG e optaram por aprofundar a pesquisa nas empresas que têm como matéria-prima principal o MDF e a madeira maciça por serem as mais utilizadas. Os autores pesquisaram 39 empresas no ano de 2015 e encontraram 139 t/mês, de resíduos gerados, compostos por aparas de MDF (64 t), pó de MDF (41 t) e serragem de madeira (34 t) (Figura 6).

Figura 6 - quantidade de resíduos gerados mensalmente.



Fonte: Corrêa, Duarte e Abreu (2016).

2.4.2 Impactos Ambientais

A resolução do CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986 define impacto ambiental como:

(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986, CONAMA N° 001, on-line)

Os processos de transformação envolvidos na produção moveleira frequentemente geram consequências prejudiciais ao meio ambiente. Neste contexto, Riul, Silva e Ribeiro (2011) destacam os efeitos socioambientais negativos e alertam para o alto consumo energético, impactos acústicos e abundante geração de resíduos (serragem e pó). Hüebelin (2000, apud FARIAS et al., 2016) afirma que as perdas totais da cadeia produtiva da madeira podem chegar a quase 50% e são causadas tanto pela baixa qualidade da matéria-prima quanto pela falta de conhecimento básico das propriedades físicas, mecânicas e organolépticas da madeira, além de aplicações inadequadas para o seu processamento.

A Figura 7 demonstra quais são as categorias de impactos gerados pelos resíduos da madeira.

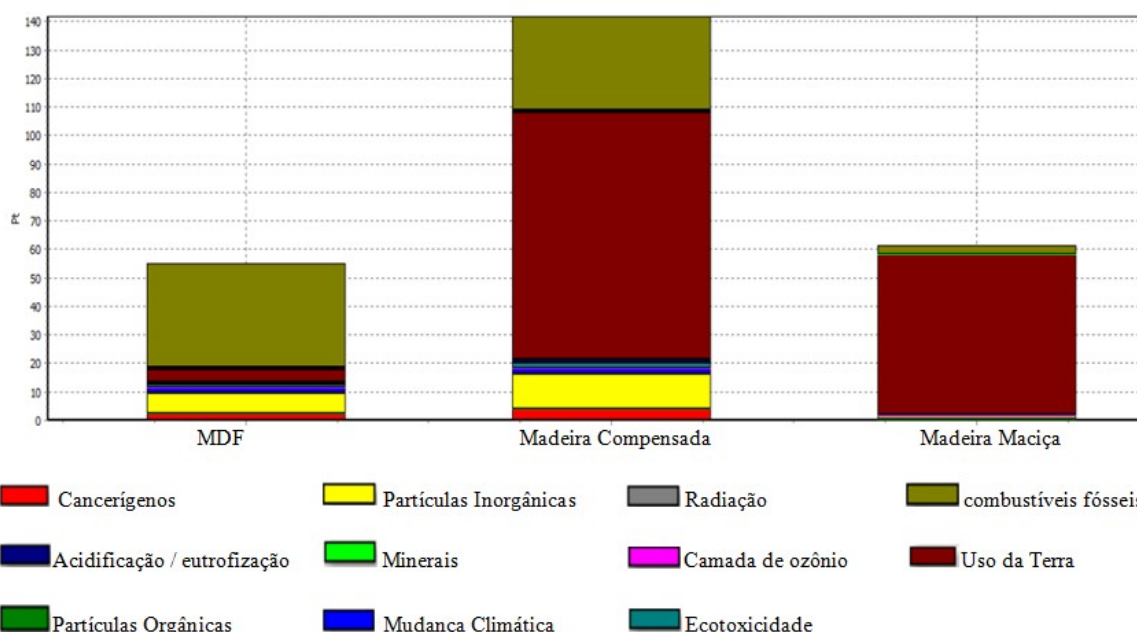
Figura 7 - Categorias de impactos ambientais gerados pelos resíduos de madeira.

CATEGORIA DE IMPACTO	DESCRIÇÃO
Emissão de substâncias cancerígenas	São os danos causados à saúde humana resultantes da emissão e todas as substâncias classificadas no grupo IARC (<i>International Agency for Research on Cancer</i>) 1, 2 ^a , 2B e 3 para os que se encontram disponíveis a informação necessária sobre as características psico-químicas e cancerígenos
Emissão de partículas inorgânicas	São os danos causados à saúde humana resultantes de emissões de poeira, orgânica e não orgânica, substâncias relacionadas aos problemas respiratórios
Mudança climática	Mudanças de temperatura, precipitação, nebulosidade e outros fenômenos climáticos
Radiação	São os danos causados à saúde humana resultantes de emissões rotineiras de substância radioativa ao meio ambiente
Camada de ozônio	São os males causados à saúde humana ligados ao aumento da radiação ultravioleta da Terra causada pela destruição da camada de ozônio
Toxicidade para o meio ambiente	Expressa os danos causados em espécies expostas à concentração de substâncias tóxicas. Os efeitos são calculados em <i>Potentially Affected Fraction</i> (PAF), com base em dados de toxicidade para organismos terrestres e aquáticos como microorganismos, plantas, anfíbios, moluscos, crustáceos, peixes e uma diversidade de plantas
Acidificação e Eutrofização	É utilizado o <i>Potentially Disappeared Fraction of Plant Species</i> (PDF) que expressa o acréscimo ou decréscimo de espécies a partir da deposição que emissões aéreas, com influência negativa sobre os ecossistemas aquáticos
Uso da terra	Também utiliza o <i>Potentially Disappeared Fraction of Plant Species</i> (PDF) porém utiliza modelos distintos que visam calcular os efeitos locais da ocupação e conversão do solo
Consumo de minerais	Os danos aos recursos são expressos como a energia necessária para a mineração futura, para os minerais calculam-se usando os modelos geoestatísticos que relacionam a disponibilidade dos recursos e a sua concentração
Uso de combustíveis fósseis	É estipulado pelo total excessivo da energia baseado no uso futuro do petróleo extraído dos areais do piche

Fonte: Farias et al. (2016).

Com o objetivo de incentivar o uso racional dos materiais de madeira (matéria-prima mais utilizada pelo setor) pela indústria moveleira, Farias et al. (2016) fizeram a avaliação do ciclo de vida (ACV) da madeira maciça (1m³), do MDF (1m³) e do compensado (1m³). A Figura 8 demonstra em forma de gráfico em quais categorias de impactos esses materiais se enquadram e qual é o tamanho dos danos gerados por eles.

Figura 8 - Gráfico de Avaliação de Impactos: MDF, Madeira compensada e Madeira Serrada.



Fonte: Adaptado pelo autor de Farias et al. (2016).

Encontra-se na madeira compensada a maior quantidade de danos, com sete categorias de impactos encontradas, destacando-se entre elas o uso da terra e de combustíveis fósseis, seguidos pela emissão de partículas inorgânicas, cancerígenos, mudança climática, ecotoxicidade e camada de ozônio. No MDF o destaque é a utilização de combustíveis fósseis, a emissão de partículas inorgânicas e o uso da terra, as demais categorias (cancerígenos, mudança climática, ecotoxicidade) são registradas em menor valor. Por fim, a madeira maciça que atinge três categorias, cabendo destaque somente ao uso da terra (FARIAS et al., 2016).

É importante ressaltar que a avaliação foi realizada a fim de proporcionar um melhor conhecimento sobre os impactos ambientais causados pela utilização desses materiais na indústria moveleira, devendo, portanto, auxiliar na escolha dos materiais a serem utilizados na produção de móveis, bem como incentivar o aproveitamento dos resíduos por eles gerados.

2.5 Alternativas para o aproveitamento

Com a revolução industrial tornou-se hábito tratar os resíduos como lixo, produto sem valor, descartável, e sem qualquer possibilidade de reutilização em uma cadeia de valor produtivo. No entanto com o decorrer dos anos e a percepção de acontecimentos catastróficos ao meio ambiente, concomitantemente às diversas crises de abastecimento, como a do petróleo no final da década de 60 até a década de 80, elevam-se as discussões sobre o limite dos recursos naturais e questões ambientais (SILVA; FIGUEIREDO, 2010).

É ao pensar na finitude dos recursos e nos impactos causados no descarte dos resíduos que se faz necessária a criação de novos insumos, elevá-los a uma condição economicamente viável a fim de que sejam reinseridos como matéria-prima em uma cadeia produtiva. Encontram-se neste tópico algumas alternativas para esse reaproveitamento.

- **Reaproveitamento de aparas de MDF da indústria moveleira**

Com o objetivo de reaproveitar os resíduos de MDF este estudo apresenta conceitos como design sustentável, Ecodesign, Cradle to Cradle entre outros. Realizado em uma empresa de médio porte denominada Cimol no polo moveleiro de Linhares – ES, com uma produção mensal de 35 mil peças (SILVA; FIGUEIREDO, 2010).

Iniciou-se o estudo com a seleção de resíduos baseado na classificação aproximada que analisa critérios como formatos, tamanhos e cortes. Posteriormente foi feito um questionário aos funcionários para melhor compreensão da gestão ambiental realizada pela empresa. A fábrica utiliza softwares que planejam os cortes objetivando perda aceitável entre 5% e 35%. Como proposta final os pesquisadores propõem a construção de um centro de mesa que reutiliza os retalhos de MDF em diferentes tamanhos como demonstra a Figura 9, (SILVA; FIGUEIREDO, 2010).

Figura 9 - Centro de mesa reutilizando retalhos de MDF.



Fonte: Silva; Figueiredo (2010).

Por fim, Silva e Figueiredo (2010) concluem o estudo afirmando que o Design para a sustentabilidade tem exercido papel relevante na sociedade e alertam para a possibilidade de repassar a terceiros a produção de peças mais manufaturadas em razão dos tamanhos sem que, com isso, perca a qualidade, evitando a incineração e a retirada de recursos naturais. Ao concluir o estudo, as autoras afirmam que o polo moveleiro pesquisado já se preocupa com questões ambientais e propõem oportunizar a criação de cadeias de pequenos grupos para a produção de produtos com resíduos.

- **Avaliação do potencial de aproveitamento energético dos resíduos de madeira e derivados gerados em fábricas do polo moveleiro de Ubá – MG**

O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial energético para o aproveitamento dos resíduos de madeira. Realizado no Polo Moveleiro de Ubá – MG a pesquisa contou com a participação de 11 fábricas (FARAGE et al., 2013).

Iniciando com a classificação e caracterização dos resíduos, a pesquisa identifica as oportunidades e possíveis limitações quanto a sua utilização. O levantamento conclui que mais de 90% dos resíduos gerados são provenientes da madeira e seus derivados. Os autores ainda identificaram que nenhuma ação integrada entre as fábricas é realizada a fim de adequar o gerenciamento ambiental, negligenciando seus riscos ambientais e sanitários, bem como seu potencial energético. A geração mensal média é de 1.699t de resíduos de madeira nas 11 fábricas, (FARAGE et al., 2013).

Ao concluir o estudo, Farage et al. (2013) analisaram os testes realizados e concluíram que os resultados são satisfatórios para que os resíduos tenham o devido reaproveitamento energético, uma vez que são altos os valores caloríficos encontrados.

- **Material compósito de resíduos de MDF e MDP estruturados em matriz de PVC para produtos alinhados pelo eco-design**

Santos e Trein (2015) procuram neste estudo desenvolver um novo produto que traria uma opção viável para o melhor aproveitamento dos resíduos de madeira. Para tanto os autores utilizaram resíduos de MDF e MDP na forma de pó e resíduos de PVC. A concepção do compósito se deu em três etapas: pré-mistura; mistura e extrusão. As Figuras 10, 11, 12 e 13 ilustram alguns produtos que podem ser produzidos a partir deste compósito.

Figura 10 – Rodapé

Fonte: Santos e Trein (2015).

Figura 11- Mesa para área externa.

Fonte: Santos e Trein (2015).

Figura 12 - Escadas externas.

Fonte: Santos e Trein (2015).

Figura 13 - Tubos e estruturas.

Fonte: Santos e Trein (2015).

Os autores finalizam o trabalho afirmando que:

As oportunidades apresentadas e as peças produzidas a partir do material compósito conforme o processo descrito e extrusado ou injetado na forma de um perfil, com diversas formas, apresentam desempenho e características adequadas para o uso na indústria da construção civil e moveleiro. (SANTOS; TREIN, 2015, p. 386)

- **Utilização de resíduos agrícolas e resíduos da indústria da madeira na produção de fibra natural – reforçada com materiais compostos**

Na Europa, Antov et al. (2017) sugerem o uso de resíduos de madeira para produção de compósitos de polímero de fibra natural, que consistem em uma matriz polímera reforçadas por fibras naturais de alta força. Esses compostos podem ser utilizados na fabricação de diversos materiais, como molduras de janelas e portas, móveis, travessas de vias férreas, painéis automotivos, estofamento, embalagens. Estas fibras naturais vêm sendo bastante estudadas nos últimos anos, por apresentarem baixo custo em relação às fibras

sintéticas, boas propriedades mecânicas e substituírem, em muitas situações, materiais de origem fóssil. As limitações descritas para este tipo de material incluem a necessidade de temperaturas inferiores a 200°C para sua produção (devido ao risco de degradação das fibras), a baixa resistência térmica, à umidade e a maior degradação e envelhecimento, em relação às fibras sintéticas.

- **Preparação de blocos porosos utilizando resíduos de MDF na formulação de massas cerâmicas estruturais**

O estudo analisa a incorporação de resíduos de MDF na produção de blocos porosos utilizados na construção civil. O estudo foi realizado na região de Campina Grande - PB e utilizou uma massa para a confecção de peças da cerâmica vermelha e resíduos de MDF em forma de pó, (ALMEIDA et al., 2019).

A primeira etapa se inicia com a caracterização dos resíduos: química, mineralógica, e térmica. Posteriormente são definidos os valores percentuais de resíduos de MDF que serão utilizados: 5%, 10% e 15%. Por fim, é realizada a compactação dos corpos de prova e feito os testes de retração linear de queima, absorção de água, densidade aparente, porosidade aparente e resistência à flexão em três pontos (ALMEIDA et al., 2019).

Ao final do estudo Almeida et al. (2019) concluem que o pó de MDF obteve uma interação homogênea em todas as composições, porém recomendam a incorporação de até 10%. Os autores ainda afirmam que os valores de absorção de água, porosidade aparente e módulo de ruptura à flexão ficaram na faixa de valores estabelecida para blocos cerâmicos porosos, como também materiais cerâmicos acústicos e térmicos. E finalizam pontuando que a utilização dos resíduos poderá contribuir com a redução de custos na indústria cerâmica, bem como na redução de impacto ambiental.

- **Incorporação de resíduo de madeira em ladrilho hidráulico vibrado**

Reis e Fagundes (2020) analisam neste estudo a utilização dos resíduos de madeira em ladrilho hidráulico vibrado, muito utilizado em acabamentos na construção civil. O estudo foi realizado na cidade de Colatina – ES e o material coletado em empresas de pequeno porte da região.

São utilizados os resíduos de madeira passados em peneira com abertura de malha de 4,8mm, de forma que os mesmos são compostos por maravalha, serragem e pó. Tendo feito a caracterização dos materiais é definido os traços que serão utilizados com o resíduo de madeira substituindo a área em teores que variam entre 5% e 25%. Posteriormente os

materiais são misturados em argamassadeira e lançados no molde e vibrados por 80 segundos. Com esses processos concluídos é feito a cura por 24 horas seguidas pela desforma e imersão em água (REIS; FAGUNDES, 2020).

Com o produto final pronto foram realizados testes e os autores concluem que a utilização de resíduos na proporção entre 5% a 10% confirma que a incorporação dos resíduos aumenta o tempo de pega do cimento Portland e aumenta a demanda de água para a moldagem. Ainda de acordo com Reis e Fagundes (2020) os valores geométricos obedecem aos limites da norma e apenas a espessura não atende o mínimo estipulado de 18 mm, podendo tal fato ser solucionado com o contorno de moldes que atendem a esse requisito. A análise dos testes também demonstra que o ladrilho que atende aos requisitos de resistência à flexão foi produzido com teor de 5% e viabiliza a utilização dos resíduos de madeira.

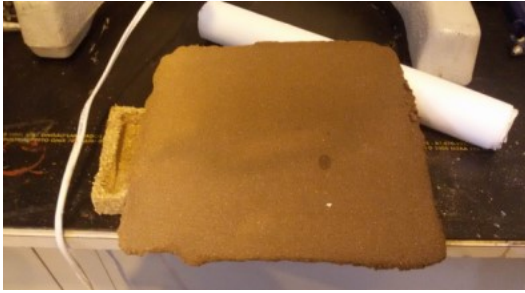
2.6 Ligno: material compósito com resíduo de madeira

Resultado de pesquisa desenvolvida pela Escola de Arquitetura da UFMG com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), a tecnologia LIGNO compreende a busca por um novo material compósito baseada em quatro pilares: aspecto ambiental (resíduos sendo transformados em produto de alto valor); impacto social (geração de emprego e renda); viabilidade produtiva (processo produtivo simples); e economia circular (reutilização do produto criado com o LIGNO para produção de novos produtos LIGNO). Para tanto, os pesquisadores Corrêa e Policarpo (2018) utilizaram pesquisas previamente realizadas na região metropolitana de Belo Horizonte – MG que identificam a quantidade de resíduos gerados neste Polo.

As etapas do estudo englobam as seguintes fases:

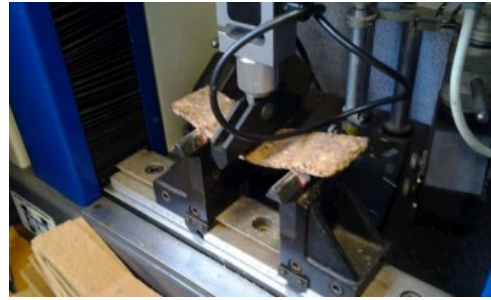
- Seleção dos resíduos: objetiva a homogeneização dos resíduos e análise granulométrica realizada com peneiras vibratórias;
- Desenvolvimento do material compósito: dividida em duas fases esta etapa começa com a fabricação de placas (Figura 14) para a retirada de corpos de prova e a realização dos ensaios físico-mecânicos (Figura 15);

Figura 14 - placa produzida com o LIGNO.



Fonte: Corrêa e Policarpo (2018).

Figura 15 - ensaio de resistência à flexão.



Fonte: Corrêa e Policarpo (2018).

- Desenvolvimento de alternativas (produtos): nesta etapa encontram-se os estudos que mapeiam as possibilidades de utilização do LIGNO e o desenvolvimento de projetos criados através de desenhos, modelos tridimensionais feitos à mão, modelamento virtual e até impressões 3D;
- Projeto e acompanhamento da fabricação dos moldes: após a escolha de alternativas estudadas foram selecionados três projetos para serem executados tendo seus moldes (Figura 16) confeccionados em empresa especializada com o devido acompanhamento dos pesquisadores do projeto;

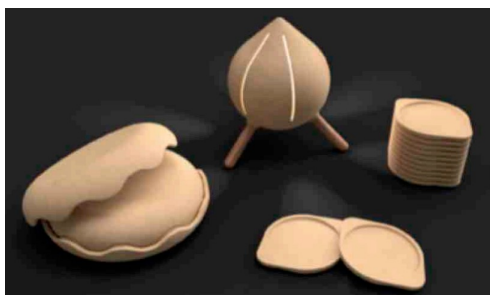
Figura 16 - Molde do porta-copo aberto.



Fonte: Corrêa e Policarpo (2018).

- Fabricação dos produtos utilizando a tecnologia LIGNO: linha bowl e porta-copos (Figura 17) (CORRÊA; POLICARPO 2018).

Figura 17 – Produtos desenvolvidos: linha de bowl, luminária e porta-copos.



Fonte: Corrêa e Policarpo (2018).

Em entrevista com os autores foi destacado a fácil implantação da tecnologia pela indústria moveleira, permitindo assim sua adesão, por empresas de diferentes portes. Os autores ainda reforçam que a tecnologia encontra-se no nível cinco de maturidade tecnológica (TRL), o que permite concluir que as fases de desenvolvimento em laboratório foram concluídas e que está preparada para sua implantação e testes em escala industrial.

A tecnologia LIGNO possui depósito de patente registrado sob número BR 102019004110-2 A2, em fevereiro de 2019, com data de publicação nacional em 06/10/2020 tendo como depositante a Universidade Federal de Minas Ferais.

2.6.1 Benefícios potenciais

O desenvolvimento de novas tecnologias que visam o processo produtivo na indústria moveleira mais sustentável é fundamental para a evolução do setor, assim como, para a sua compatibilização com as tendências de mercado.

Os potenciais da nova tecnologia apresentam diversos benefícios, como:

- Destinação adequada dos resíduos da indústria moveleira;
- Atribuição de valor agregado aos resíduos;
- Implantação relativamente fácil nos arranjos produtivos do setor;
- Investimento compatível com o porte das empresas estudadas;
- Fechamento do ciclo produtivo nos setores que envolvem a utilização da madeira na indústria moveleira;
- Retirada da peça pronta em 15 minutos, não necessitando de nenhum processo de usinagem, apenas tratamento de superfície, como aplicação de verniz, óleo ou cera;

- Matéria-prima com características distintas e desejáveis para aplicações diversas;
- Testes satisfatórios para a implantação em produtos como, por exemplo: utensílios, iluminação, artesanato, componentes de cozinha e escritórios, brindes, bem como na substituição da madeira natural, MDF, MDP e produtos correlatos;
- Material não citotóxico que não viabiliza a criação celular de bactérias;
- Baixa rugosidade: facilita a limpeza e diminui a interação do compósito com sujidades ou microrganismos patológicos;
- Resistência mecânica próxima a dos painéis de MDF:
 - LIGNO: 163 – Flexão estática – MOR (kgf/cm²)
 - MDF: 234 – Flexão estática – MOR (kgf/cm²).(CORRÊA; POLICARPO, 2018).

Os autores concluem afirmando que por ter uma adequação facilitada torna-se ainda mais evidente o potencial da tecnologia LIGNO frente as soluções análogas para o problema abordado (CORRÊA; POLICARPO 2018).

2.6.2 Limitações

As limitações encontradas estão compreendidas em experiências no desenvolvimento de produtos em ambiente laboratorial. Em entrevista com os pesquisadores nos foi relatado que o material carece da realização de mais testes físico-químicos assim como a observação da produção em grande escala podendo gerar possíveis limitações ao compósito. Acredita-se que as limitações encontradas até o momento são:

- Não resistente à umidade por ser fabricado com adesivo a base de água (PVA) que é menos nocivo ao meio ambiente;
- Utilização de espessuras maiores que 6 mm;
- Desconhecimento de valores de referência em testes físico-químicos como absorção de água e resistência ao fogo.

Os pesquisadores finalizam afirmando que a tecnologia LIGNO é nova e encontra-se em constante melhoria, buscando em novas pesquisas contribuições que visam promover a solução para as limitações encontradas.

CAPÍTULO III

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho desenvolveu-se a partir da colaboração de uma indústria moveleira de grande porte situada na região sudeste do Brasil. Conforto Ltda é o nome fictício adotado no decorrer deste trabalho para preservar a identidade da empresa.

A revisão da literatura baseou-se em artigos e teses a fim de conhecer os processos na indústria moveleira e os trabalhos desenvolvidos que visam o melhor aproveitamento de resíduos de madeira e seus derivados provenientes da indústria moveleira.

Como conclusão foi realizado o estudo de caso a fim de investigar as condições necessárias para a implantação da tecnologia LIGNO em uma indústria moveleira. Para tanto, levantamento dos custos e a análise de dados que envolvem a produção da tecnologia foram pesquisados.

3.1 Levantamento e análise de dados

Os dados fornecidos pela empresa foram descritos, classificados e quantificados a partir de planilhas utilizadas para gerenciamento interno. Buscou-se entender por meio dessas informações como é feito o gerenciamento dos resíduos gerados na empresa.

Por meio de cálculos simples e comparações diretas desenvolveu-se a análise dos dados, que pretende demonstrar no estudo de caso como a empresa Conforto Ltda gerencia os resíduos gerados em seus processos produtivos. O tratamento dos dados ainda pretende evidenciar a capacidade produtiva da tecnologia LIGNO, devido a grande quantidade de resíduos gerados, neste caso, matéria-prima.

Destaca-se enfim como ponto importante do estudo, o entendimento que se dá através dos dados analisados, que contabiliza os resíduos gerados em todos os setores o que possibilita melhor compreensão dos benefícios advindos com a utilização dos resíduos de madeira para a produção da tecnologia LIGNO.

3.2 Análises dos dados e levantamento de custos

Para a implantação da tecnologia LIGNO realizou-se levantamento das etapas que envolvem a produção: maquinário, consumo energético, mão de obra, espaço necessário e as alternativas de produtos. O levantamento de custos visa entender o tamanho de investimento para a implantação. Os dados utilizados para a realização deste levantamento foram

adquiridos através de pesquisas realizadas junto ao mercado especializado no decorrer do trabalho. Os valores estimados levam em conta o preço médio praticado na região sudeste do Brasil, onde está localizada a empresa voluntária.

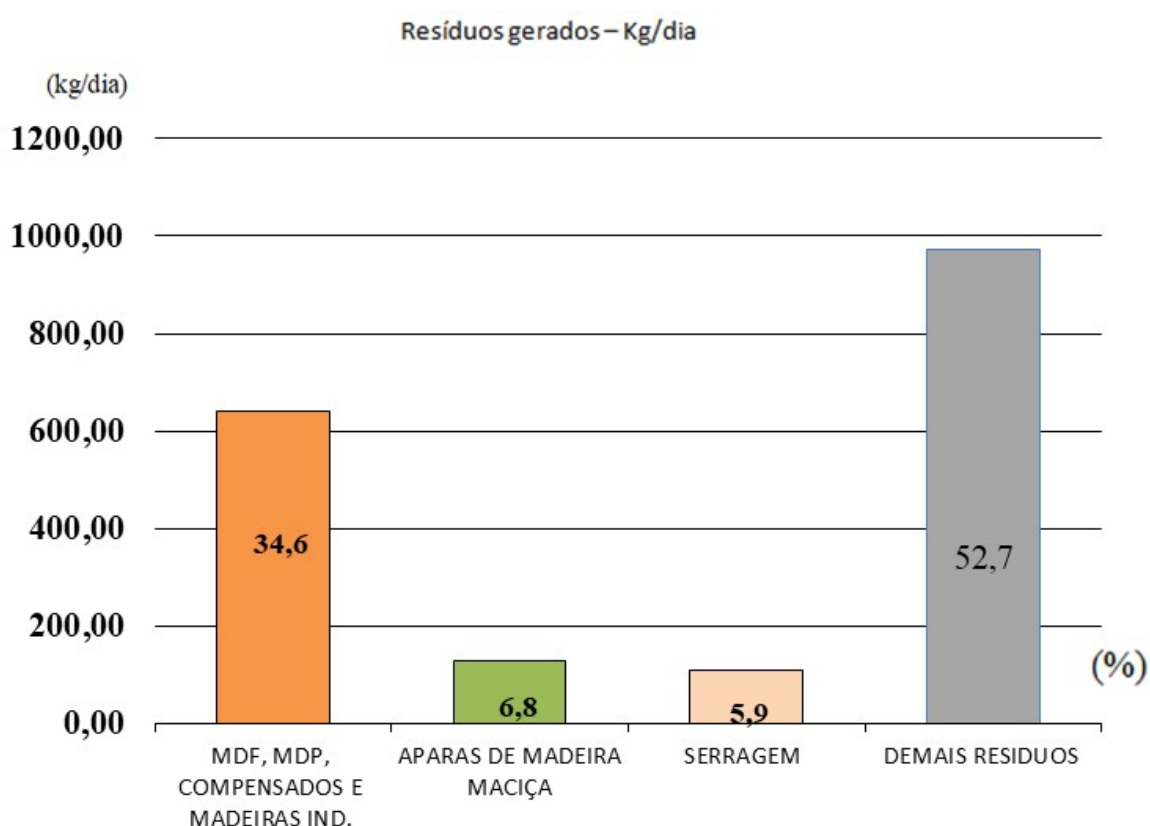
CAPÍTULO IV

4.1 Gestão de Resíduos na Empresa Conforto Ltda.

Localizada na região sudeste do Brasil a empresa voluntária Conforto Ltda atua com produção e comercialização de móveis predominantemente feitos em madeira e é considerada uma indústria de grande porte com mais de 1000 funcionários em seu quadro de colaboradores.

A gestão de resíduos na empresa é realizada de acordo com o que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos. A Figura 18 demonstra os dados comparativos dos resíduos oriundos da transformação da madeira e os demais resíduos.

Figura 18 - Gráfico comparativo da geração dos resíduos de madeira x demais resíduos.



Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados fornecidos pela empresa Conforto Ltda.

Os dados comparativos evidenciam a significativa quantidade de resíduos de madeira (47,3%). Os demais resíduos estão divididos entre outras 18 categorias e representam

(52,7%). A descrição completa e os dados de forma detalhada podem ser encontrados no Anexo A.

É importante ressaltar que a tecnologia LIGNO é um material compósito que procura oferecer uma melhor alternativa para a destinação de resíduos de madeira (pó de MDF/MDP), e que por conterem produtos com alta toxicidade em sua composição encontram dificuldades para serem aproveitados em tecnologias já desenvolvidas. Os de madeira maciça, aparas, cavacos, serragem, etc., já conseguem ser melhor aproveitados por não serem tóxicos. A empresa Conforto Ltda. armazena em um mesmo local todos os resíduos oriundos da transformação de MDF/MDP, dos compensados e das madeiras, e não forneceu informações sobre a quantidade de pó gerada. Portanto, será considerada uma quantidade média de pó em torno de 70% (447,22 Kg/dia), conforme valores médios citados por Corrêa, Duarte e Abreu (2016) que identificaram dentro do inventário de resíduos pesquisado quase 70% em forma de pó.

Por fim é importante destacar que a destinação dos resíduos da empresa Conforto Ltda. segue o que preconiza a regulamentação utilizando processos como: a reciclagem dos resíduos, a reutilização, o coprocessamento, a descontaminação e o envio para aterros classe II A e B. A reciclagem e a descontaminação são tratamentos realizados por empresas terceirizadas, os demais processos ficam a cargo da empresa voluntária.

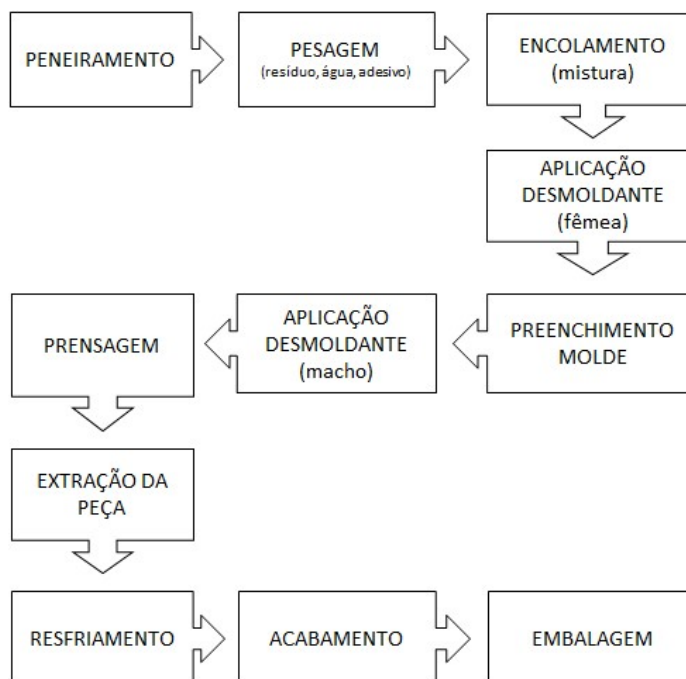
4.2 Estudos para implantação da tecnologia LIGNO

Os estudos para a implantação da tecnologia LIGNO estão compreendidos em etapas que visam demonstrar passos necessários para que o processo produtivo possa ser iniciado. Cabe ressaltar que este é um projeto piloto que vislumbra a destinação dos resíduos em forma de pó gerados a partir do processamento das chapas de MDF e de MDP da empresa Conforto Ltda.

4.2.1 Processo de produção

A proposta da tecnologia LIGNO é utilizar os resíduos caracterizados como pó de MDF/MDP e serragem de madeira maciça. Para tanto é necessário que os resíduos sejam selecionados, homogêneos e que tenham sua granulometria compatibilizada por meio da utilização de peneiras vibratórias. A Figura 19 demonstra o passo a passo para a produção.

Figura 19 - Fluxo de produção da Tecnologia LIGNO.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Corrêa e Policarpo (2018).

Detalhadamente os processos são:

- **Seleção dos resíduos:** identificação e separação dos resíduos (pó) gerados pela empresa Conforto Ltda;
- **Peneiramento:** homogeneização granulométrica dos resíduos;
- **Pesagem dos materiais:** pesagem dos resíduos, adesivo e água;
- **Encolamento:** aspersão do adesivo no resíduo com pistola de pintura e mistura da massa;
- **Aplicação do desmoldante:** aplica-se o produto facilitador de desmolde na parte fêmea do molde;
- **Preenchimento do molde:** nesta etapa deposita-se o material (resíduo + cola) na prensa (Figura 20);

Figura 20 - Preenchimento do molde.



Fonte: Professor Glaucinei Rodrigues Corrêa.

- **Aplicação do desmoldante**: aplica-se o produto facilitador de desmolde na parte macho do molde;
- **Prensagem**: 15 minutos com 12 toneladas de pressão a 85°C podendo variar de acordo com o tamanho da peça projetada;
- **Extração da peça**: após o resfriamento é feita a retirada da peça prensada;
- **Acabamento/ tratamento na superfície**: aplicação de verniz, cera ou tinta.

4.2.2 Maquinário necessário

A escolha do maquinário pode variar de acordo com o tipo de produto, tamanho e forma, com a quantidade a ser produzida e com o tipo de produção, se automatizada ou artesanal. Neste caso as máquinas escolhidas atendem à demanda proposta que visa de forma mista (artesanal e automatizada) processar os resíduos selecionados para a produção.

As máquinas utilizadas são:

- **Peneiramento**: Agitador elétrico para peneiras quadradas com 50 x 50 cm de lado por 10 cm de altura com caixilho em ferro zincado, nas malhas ASTM – Tyler e aberturas em milímetros de 140/150 (0,106mm) (Figura 21);

Figura 21 - agitador/ peneirador.



Fonte: <http://www.bertel.com.br/agitador.html>

- **Encoladeira de partículas de madeira MA686:**
Tambor, dimensões: L=1220 mm x P=850 mm x A=1630 mm.
Porta para descarga, com pistola aplicadora de adesivo - tipo gravidade, alta produção (Figura 22);
- **Bomba pulverizadora AirLess elétrica profissional -** Pressão máxima de trabalho de 3300 libras (227bar); Vazão máxima de trabalho 1.8 LPM; Tamanho máximo do bico 0,21” (Figura 22);

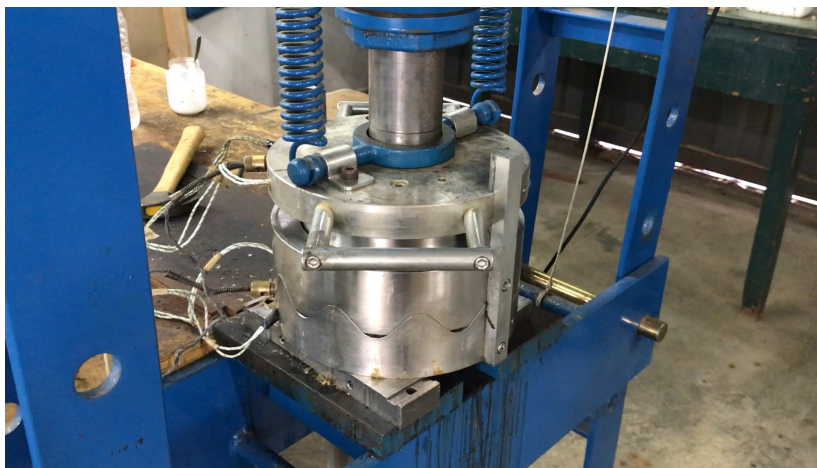
Figura 22 - encoladeira e bomba/ pistola.



Fonte: <<http://www.marconi.com.br/produto/670/encoladeira-de-particulas-de-madeira>>
<<https://spraytecnoc.com/produto/equipamento-airless-eletrico-std-390-pc-230v-p-n-17c386-graco/>>

- **Prensagem:** Prensa Eletro-Hidráulica (Motorizada) 60 Toneladas, formato “H”, vão mínimo: 210mm e máximo: 760mm - Curso: 150mm (Figura 23);

Figura 23 - Prensagem.



Fonte: Professor Glaucinei Rodrigues Corrêa.

- **Balança Industrial Digital Pesadora:** Capacidade de 300KG; Sensibilidade de 100g; Plataforma: 0.50m x 0.50m; Bivolt;
- **Sistema de Aquecimento:** Sistema de aquecimento por resistências, com central de controle de temperatura, com possibilidade de variação de 50°C a 150°C. Sistema projetado e produzido sob encomenda, de acordo com o tipo e tamanho do molde;
- **Molde para fabricação de produto:** Molde com duas cavidades, específico para o produto que ainda será desenvolvido nas quantidades propostas de 1kg, 2kg e 4kg por cavidade.

4.2.3 Consumo energético

Recomenda-se que seja feita a aferição em toda a planta produtiva de modo que seja atestado o consumo energético em diferentes níveis da capacidade produtiva em operação. A análise baseada em valores de referência informados pelos fabricantes das máquinas pode conter distorções importantes na junção de todo o processo. Neste sentido os pesquisadores Corrêa e Policarpo (2018) iniciaram os testes para a aferição do maquinário em operação, no entanto, até a data de fechamento deste trabalho somente os testes de consumo energético do molde haviam sido finalizados. De forma detalhada os valores aferidos são:

- Molde com quatro resistências que utiliza aproximadamente 200g de matéria-prima em 15 minutos de prensa – **0,630252101 Kwh**

De acordo com Leandro Ávila (on-line), chefe de negócios de eficiência energética da empresa WEG, em média 68% do consumo energético em uma indústria está relacionada aos motores elétricos, e chama a atenção para a importância da implantação de maquinários com alta eficiência energética.

4.2.4 Mão de obra

Considerando a linha de produção pouco automatizada foram estimados três níveis de atuação para o posicionamento de operadores. As variações nas linhas de produção também podem impactar na quantidade de operadores. A sugestão no quadro de colaboradores visa atender a demanda produtiva proposta neste trabalho, de modo que o fluxo de produção seja contínuo e equânime.

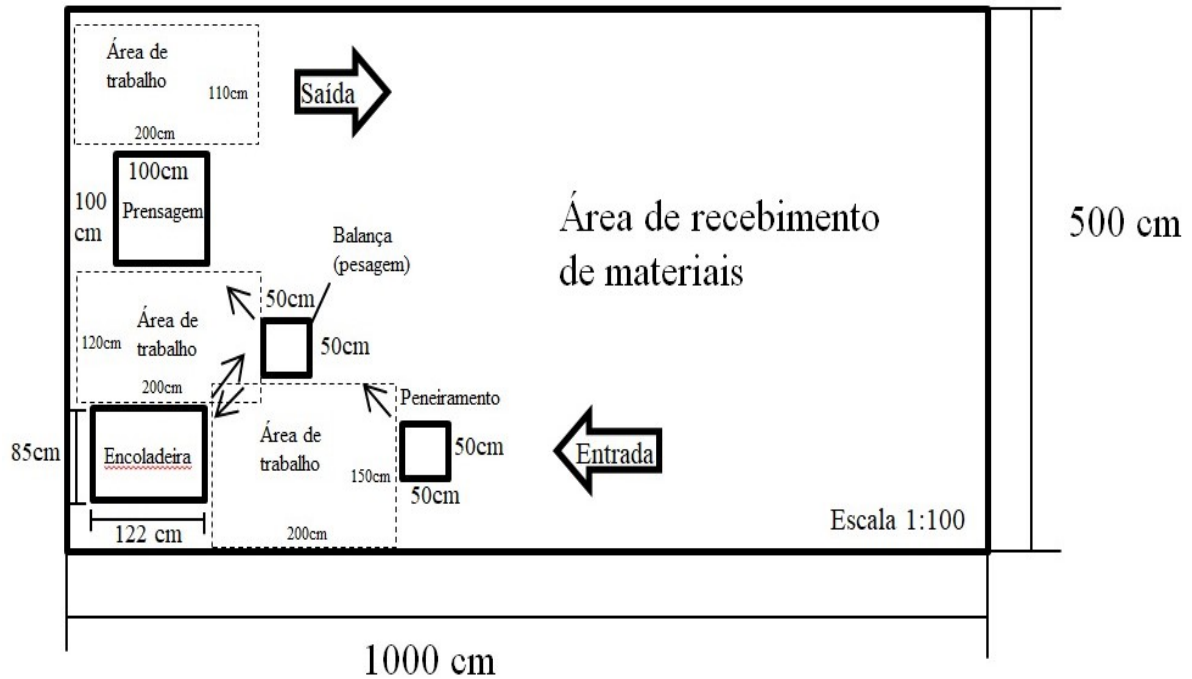
Desta forma a lista abaixo relaciona os operadores e suas posições na linha de produção.

- **Recebimento do resíduo e preparação da massa** —————> **1 operário**
Função: receber os resíduos (pó); fazer o peneiramento e a preparação da massa;
- **Controle de prensa** —————> **1 operário**
Função: Alimentar a prensa com a massa preparada e realizar os procedimentos para a execução da prensagem e desmolde;
- **Auxiliar de produção** —————> **1 operário**
Função: auxiliar os demais operadores quando solicitado e levar os produtos produzidos até o setor de acabamento.

4.2.5 Espaço

A sugestão para o layout da planta produtiva de produtos que utilizem a tecnologia LIGNO está pautada no aproveitamento dos espaços pré-existentes de modo que a implantação seja facilitada e, pode ser adotada por empresas de diferentes portes e com investimentos adequados a realidade de cada uma delas. A Figura 24 ilustra em formato de planta baixa o layout sugerido.

Figura 24 - Layout de produção.



Fonte: elaborado pelo autor

As áreas maiores estão reservadas para o recebimento de materiais e o escoamento da produção. Optou-se pela colocação da balança no centro para que os espaços entre as máquinas possam ser utilizados como área de trabalho e espera para os materiais já processados e os que estão aguardando.

4.2.6 Alternativas de produtos

A simulação da produção de produtos a partir da Tecnologia LIGNO neste trabalho foi baseada na indicação de dados para que possa ser feita a estimativa de custos que envolvem a implantação do projeto piloto para a produção. Portanto as alternativas estão indicadas em forma de peso (quilograma), porque ainda não foram desenvolvidos os produtos³ podendo assim ser calculada a quantidade de peças que deverá ser produzida dentro da proposta deste estudo.

Produto 1: 1kg

Produto 2: 2Kg

Produto 3: 4Kg

³ Considera-se que o desenvolvimento dos produtos se caracterizam como outra frente de trabalho/pesquisa e que neste caso, para levantamento dos custos, a quantidade de resíduos em peso, é o suficiente.

É importante destacar que há produtos desenvolvidos com a Tecnologia LIGNO como bowls e porta copos, mas que por utilizarem pouca quantidade de resíduos em suas composições traria dificuldades para dar vazão aos resíduos de madeira gerados pela empresa voluntária. Por tanto é sugerido o desenvolvimento de novas pesquisas que se enquadrem na quantidade dos materiais indicados, com por exemplo, para o peso de 1Kg, assentos ou encostos para cadeiras. Para 2Kg, tampos pequenos para mesa e luminárias. Para 4Kg, peças maiores, como tampos de mesa, bancos, entre outros.

4.2.7 Análises de Custo e Produção

Estimou-se neste tópico os custos que envolvem a aquisição do maquinário necessário para a implantação do projeto piloto proposto neste trabalho. Cabe ressaltar que os valores informados foram orçados na região sudeste do Brasil e podem conter variações de acordo com a região, forma de entrega, e forma de pagamento. Os custos referentes à mão de obra não foram calculados visto que a empresa voluntária dispõe de um grande quadro de colaboradores com possibilidade de remaneja-los. Desta forma, os valores encontrados encontram-se na Figura 25 tendo sua descrição completa no tópico (Maquinário necessário - 4.2.2.).

Figura 25 - Tabela com os custos para a aquisição do maquinário.

Descrição	Unidade	Valor unitário (R\$):	Valor Total (R\$):
Aagitador Elétrico	1	R\$ 7.650,00	R\$ 7.650,00
Tampa quadrada	1	R\$ 225,00	R\$ 225,00
Funil de descarga	1	R\$ 390,00	R\$ 390,00
Peneira quadrada (2,320 mm)	1	R\$ 420,00	R\$ 420,00
Peneira quadrada (0,106 mm)	1	R\$ 390,00	R\$ 390,00
Encoladeira	1	R\$ 57.955,34	R\$ 57.955,34
Bomba Pulverizadora	1	R\$ 9.016,59	R\$ 9.016,59
Balança Digital	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
Prensa Eletro-Hidráulica	3	R\$ 19.993,00	R\$ 59.979,00
Sistema de Aquecimento	3	R\$ 13.000,00	R\$ 39.000,00
Molde (produto 1)*	1	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
Molde (produto 2)*	1	R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00
Molde (produto 3)*	1	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00
Custo total:	R\$		576.525,93

*Valores estimados tendo como referência os moldes já produzidos na pesquisa. Os valores exatos serão determinados quando houver os projetos dos produtos desenvolvidos.

Fonte: elaborado pelo autor.

As sugestões realizadas, bem como, as análises de produção visam utilizar a quantidade média de resíduos gerados pela empresa voluntária. Considera-se que a empresa trabalha com média de 21 dias úteis mensais e 8 horas de produção diária.

- Matéria-prima (resíduo - pó de MDF/MDP): 447,22Kg/dia;
- Capacidade produtiva: 14,00Kg a cada 15 minutos - 6 peças; (molde com duas cavidades, sendo produzidas duas peças para cada quantidade, sendo 2 peças de 4Kg, 2 peças de 2Kg e 2 peças de 1Kg);
- Produção por hora: 56,00Kg/ hora – 24 peças;

- Produção por dia: 448,00Kg/ dia – 192 peças;
- Produção por mês: 9.408,00Kg/mês – 4032 peças;
- Produção por ano: 112.896,00Kg/ano – 48384 peças.
- Custo de investimento em maquinas distribuído por peça no primeiro ano de produção: **R\$ 11,92** – estimado através do valor investido e igualmente distribuído por peça produzida no primeiro ano de fabricação (Figura 26).

Figura 26 - Custo por peça no primeiro ano de investimento.



Fonte: elaborado pelo autor.

Cabe destacar que o valor encontrado contempla o investimento designado para aquisição dos maquinários relativos à produção. Outros custos deverão ser incorporados em novas pesquisas, sugere-se que junto aos valores encontrados sejam somados os custos de pessoal (projetistas e operários), cola PVA, demais matérias-primas e royalties.

O cálculo de retorno deste investimento deverá ser realizado em pesquisa posterior junto com a definição dos produtos e os valores que serão comercializados. No entanto, acredita-se que com o redirecionamento dos resíduos e a sua transformação em matéria-prima a empresa possa ter ganhos consideráveis, uma vez que ela consegue destinar seus resíduos para a produção de novos produtos tornando seu ciclo produtivo cada vez mais limpo em consonância com os caminhos da sociedade atual.

Por fim, cabe destacar que os custos estimados representam menos de 0,5% do faturamento anual da empresa voluntária. E é nesse contexto que se baseia a utilização do LIGNO, com investimentos proporcionais ao porte de cada empresa interessada.

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento do estudo conseguiu-se compreender tamanha necessidade de aproveitar as alternativas criadas para a reinserção dos resíduos de madeira em seu ciclo produtivo. São poucos os estudos encontrados e carecendo de mais dados no âmbito acadêmico nacional, em consonância, também são poucas as empresas que se aproveitam das alternativas criadas e muitas vezes só as implementam quando as encontram incorporadas como tendências em outros mercados. E foi em busca de incentivar a mudança desse cenário que este trabalho se baseou.

O custo de investimento comprovou ser viável e compatível com o porte da empresa voluntária, representando menos de 0,5% do faturamento anual. As análises demonstram que é possível investir em alternativas desenvolvidas em território nacional como na produção de produtos que utilizem a Tecnologia LIGNO. Além dos benefícios mensuráveis acredita-se que são muitos os ganhos quando se incorporam os resíduos gerados nos processos de produção em sua cadeia produtiva. Desta maneira conclui-se que alguns desses ganhos podem ser:

- Impacto financeiro: resíduos transformados em matéria-prima, com o aproveitamento para criação de produtos com alto valor agregado;
- Impacto de Brand Equity⁴: fortalecimento da imagem (empresa sustentável) com a ratificação da filosofia da empresa que se adequa às tendências atuais;
- Impacto ambiental: maior eficiência na gestão de resíduos com a destinação correta e facilitada.

Sugere-se como foco de trabalhos futuros:

- a) O desenvolvimento de projetos para a criação de produtos que utilizem a Tecnologia LIGNO;
- b) Estudos do comportamento de mercado que evidenciem a capacidade comercial de produtos fabricados com o LIGNO;
- c) Desenvolvimento e aplicação do LIGNO em outros mercados como na construção civil.

⁴ Termo da área do marketing – valor adicional que se atribui a algum produto ou serviço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Ester Pires de et al . **Preparação de blocos porosos utilizando resíduos de MDF na formulação de massas cerâmicas estruturais**. Matéria (Rio J.), Rio de Janeiro , v. 25, n. 1, e-12592,2020 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151770762020000100346&lng=en&nrm=iso>.

Antov, Petar & Savov, Viktor & Neykov, Nikolay. (2017). **Utilization of Agricultural Waste and Wood Industry Residues in the Production of Natural Fiber-Reinforced Composite Materials**. 10.13140/RG.2.2.35619.35365.

ARGENTA, Dory Ollivia Fretes. **Alternativas de Melhoria no Processo Produtivo do Setor Moveleiro de Santa Maria/ RS: Impactos Ambientais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/ RS, p 121. 2007.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 10004:2004 – Resíduos Sólidos: classificação**.

BALZAN Matuchevski, K.; LUIS Brum, A.; TRENNPOHL, D.; KOHLER, R. **Aspectos da cadeia produtiva moveleira do Brasil e o Rio Grande do Sul nesse contexto**. Revista Perspectiva, v. 44, n. 166, p. 7-18, 30 jul. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre a classificação de Impacto Ambiental.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - **Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Publicada no DOU no 226, de 22 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 85-91.

BRASIL. [Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010]. **Política nacional de resíduos sólidos** [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. – (Série legislação ; n. 81).

BRAZILIAN FURNITURE. [s.d.] Disponível em:

<<http://www.brazilianfurniture.org.br/sobresetor>>. Acesso em: 20 de dez, de 2020.

BRAINER, M. S. **Caderno Setorial ETENE: Setor Moveleiro na Área de atuação do BNB**. Fortaleza: Ano 4, n. 89, julho, 2019. 19p.

CORRÊA, Glaucei Rodrigues. **Desenvolvimento, produção e caracterização de compósitos de madeira-plásticos para aplicação na indústria moveleira**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Rede temática em engenharia de materiais. Minas Gerais, p 113. 2004.

CORRÊA, Glaucei Rodrigues; DUARTE, Adriana Luisa; ABREU, Lucimar Guimarães de; **"RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA: DIAGNÓSTICO NAS EMPRESAS ASSOCIADAS AO SINDIMOV-MG"**, p. 4214-4225 . In: Anais do 12º Congresso

CORRÊA, Glaucei Rodrigues; POLICARPO, Alessandro de Oliveira; **"Ligno: material compósito com resíduo de madeira"**, p. 145-159 . In: Anais do 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design (2018). São Paulo: Blucher, 2019.

ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/ped2018-8.2_ACO_14

FARAGE, Rogério Machado Pinto et al. **Avaliação do potencial de aproveitamento energético dos resíduos de madeira e derivados gerados em fábricas do polo moveleiro de Ubá-MG**. Ciência Florestal, v. 23, n. 1, p. 203-212, 2013.

FARIAS, Bruno Serviliano Santos et al. **Comparativo de impactos ambientais entre produtos provenientes da madeira para projetos de mobiliário**. Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 9, p. 4143-4154, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Industrial Anual**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 ago. 2020.

JOHANSSON, Fernando. **Alternativas de destinação de resíduos de MDF**. 2016. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Processos Ambientais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

LIMA, Elaine Siegel de. **Guia de referências para o desenvolvimento de projetos de móveis de madeira na indústria moveleira** – 2019, 52p. Monografia (Especialização em Gestão de Desenvolvimento de Produto) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPPF, Curitiba, 2019.

Notícias, **Empresa do setor moveleiro reduz o consumo de energia com produtos de alta eficiência WEG**. Ávila, Leandro. < <https://www.weg.net/institutional/BR/pt/news/produtos-e-solucoes/empresa-do-setor-moveleiro-reduz-o-consumo-de-energia-com-produtos-de-alta-eficiencia-weg>> Acesso em: 14/01/2021.

REIS, Alessandra Savazzini dos; FAGUNDES, Alana Franzin. **Incorporação de resíduo de madeira em ladrilho hidráulico vibrado**, p. 416-426. In: *73º Congresso Anual da ABM*, São Paulo, 2018. ISSN: 2594-5327, DOI 10.5151/1516-392X-31366

RIUL, Marília; SILVA, Lilian Ferreira Cardoso da; RIBEIRO, Edson Leite. **Aspectos e Impactos Sociais e Ambientais da Indústria Moveleira e Experiências de Gestão**. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, [S.l.], n. 18, p. 79-95, ago. 2011. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/219>>. Acesso em: 26 Out. 2020.

SANEAMENTO AMBIENTAL. [s.d.] Disponível em:

<http://www.sambiental.com.br/noticias/estudo-mostra-que-apenas-25-tem-tratamento-correto>
Acesso em: 16 de dez, de 2020.

Santos, Aguinaldo dos; Trein, Fabiano André; **"Material compósito de resíduos de mdf e mdp estruturados em matriz de pvc para produtos alinhados pelo eco-design"**, p. 377-388. In: Anais do 5º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável [=Blucher Design Proceedings, v.2, n.5]. São Paulo: Blucher, 2016.

SOCOLOVITHC, Thiara L. S. Stivari. **Estrutura da Indústria e do Mobiliário –**

Unicesumar - 2020. E-book Material Didático. Disponível em:

<<https://www.unicesumar.edu.br/wp-content/uploads/degustacao/ebook/ebook-material-didatico-design-de-produtos.pdf>> Acesso em: 10/12/2020.

SILVA, Aline Freitas Da; FIGUEIREDO, **Carolina Finamore De.** **Reaproveitamento de resíduos de MDF da indústria moveleira.** Design e Tecnologia, v. 1, n. 02, p. 77-87, 2010.

SILVA, J. Da. **Tratamento de resíduos, impactos e dinâmica ambiental na indústria moveleira de Arapongas – Paraná.** 2010. 137p. Dissertação (Mestrado em Geografia Dinâmica e Espaço Ambiental) - Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, 2010.

SPEROTTO, Fernanda Queiroz. **"Arranjo Produtivo Local Móveis da Serra Gaúcha [Local Productive Arrangement Furniture from Serra Gaúcha/ Brazil]"**.

In Aglomerações e Arranjos Produtivos Locais no Rio Grande do Sul [Local Production Agglomerations and Arrangements in Rio Grande do Sul/Brazil], edited by MACADAR, Beky Moron de; COSTA, Rodrigo Moren da, 405-443. Porto Alegre, Brazil, 2016.

SPEROTTO, Fernanda Queiroz. **Setor moveleiro brasileiro e gaúcho: características, configuração e perspectiva.** Indicadores Econômicos FEE, Porto Alegre v. 45, n. 4, p. 43-60, 2018.

ANEXO A: Detalhamento dos resíduos gerados pela empresa Conforto Ltda.

DESCRIÇÃO DO RESÍDUO	CLASSE: (I, II-A, II-B)	SETOR	ATIVIDADE	GERAÇÃO MÉDIA (Kg/dia)		DESTINO
				MÁXIMA	MÉDIA	
Diluyente, Thinner e Tinta Líquida	I	Acabamento	Pintura dos Móveis	228,57	37,82	Reciclagem
Borra de tinta	I	Acabamento	Cabine de Pintura	397,62	50,74	Coprocessamento
Borra de espumação	I	Espumação	Fabricação da Espuma (forma)	12,42	7,68	Coprocessamento
Aparas de couro	I	Estofados	Máquina de Corte	116,76	10,39	Coprocessamento
Lixa de acabamento/ Plástico, papel e papelão contaminados com tinta/ Filtro de feltro/ Lixa de polimento/ Roda PG/ Pó de serralheria	I	Acabamento/ Diversos/ Manutenção/ Cabine de pintura/ Serralheria	Lixa e Pintura dos móveis	15,34	10,39	Coprocessamento
Resíduos de processo produtivo não contaminados com substâncias perigosas (aparas pequenas de papel e plástico, plásticos não passíveis de reciclagem, aparas de tecidos e linhas, feltro e aparas de acrílan)	II-A	Todos	Todas	54,29	36,41	Coprocessamento
Resíduo de banheiro, refeitório e varrição de fábrica não contaminada	II-A	Todos	Sanitários, cozinha e escritório	467,62	57,40	Aterro Classe II A e B
Sucata de ferro e aço	II-B	Acabamento/ Serralheria	Reaproveitamento de peças	503,33	83,53	Reciclagem
Lâmpadas	I	Manutenção	Troca de componentes	1,76	0,13	Descontaminação
Resíduos eletrônicos (CPU, monitor, telefones, celulares, FAX)	II	Tecnologia da Informação	Manutenção e troca de peças	10,48	1,52	Reciclagem
Sucata de alumínio	II-B	Vidraçaria e solda	Fabricação de perfil (portas)	80,56	25,60	Reutilização
Sucata de papel branco	II-A	Estofados	Desenho do Auto-cad	31,79	13,49	Reciclagem
Sucata de papelão	II-A	Embalagem/ Estofados	Todos	1557,62	200,44	Reciclagem
Sucata de plástico	II-A	Embalagem/ Estofados	Todos	471,90	127,42	Reciclagem
Sucata de plástico diversos	II-A	Todos	Todos	380,95	131,65	Reciclagem
Sucata de vidro	II-B	Vidraçaria	Corte de peças	525,71	84,19	Reciclagem
Serragem	II-A	Marcenaria/ Mobiliadora	Fabricação de Móveis de Madeira natural	212,86	108,15	Reciclagem
Aparas de madeira	II-A	Mercenaria/ Mobiliadora	Fabricação de móveis de madeira natural	238,10	126,42	Reciclagem
MDF, MDP, compensados e madeiras industrializadas	II-A	Diversos	Fabricação de móveis de madeira Industrializada	4296,00	638,88	Coprocessamento
Efluente sanitário	II-A	Estação de tratamento	Tratamento de efluente sanitário	85,98	62,79	Estação de tratamento de efluentes sanitários
Espuma	II	Fábrica de espuma	Fábrica de espuma	32,46	32,35	Reutilização Interna