



LARISSA COSTA FONSECA

**DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
INDUSTRIAIS DE UMA FÁBRICA MOVELEIRA: IDENTIFICAÇÃO,
QUANTIFICAÇÃO E PROPOSTAS DE REAPROVEITAMENTO**

**Lavras – MG
2022**

LARISSA COSTA FONSECA

**DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS DE UMA
FÁBRICA MOVELEIRA: IDENTIFICAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E PROPOSTAS
DE REAPROVEITAMENTO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para
a obtenção do título de Bacharel.

Prof(a). Dr(a). Paula Peixoto Assemany
Orientadora

**Lavras – MG
2022**

LARISSA COSTA FONSECA

**DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS DE UMA
FÁBRICA MOVELEIRA: IDENTIFICAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E PROPOSTAS
DE REAPROVEITAMENTO**

**DIAGNOSIS OF SOLID INDUSTRIAL WASTE GENERATION FROM A
FURNITURE FACTORY: IDENTIFICATION, QUANTIFICATION, AND REUSE
PROPOSALS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para
a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em
Dr(a). Camila Silva Franco
Dr(a). Fatima Resende Luiz Fia

Prof(a). Dr(a). Paula Peixoto Assemany
Orientadora

**Lavras – MG
2022**

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a Deus por ter caminhado comigo durante a graduação, me concedendo muita saúde e forças para chegar até o final.

Agradeço aos meus pais e meu irmão, por todo esforço investido em minha educação, amparo e, principalmente, por sempre me incentivarem. Além de todos os familiares, que acreditaram e se orgulham de mim.

Sou grata as minhas amigas, por estarem sempre presentes, me apoiando nos desafios e colaborando com minha trajetória.

Agradeço ao meu namorado por estar ao meu lado em todos os momentos e ser uma peça fundamental na minha caminhada.

Agradeço à minha orientadora Paula Peixoto Assemany pela confiança depositada e pelo apoio no desdobramento deste trabalho.

Gratidão a Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Engenharia Ambiental (DAM) e a Preserva Jr. que foram a base de todo meu desenvolvimento.

RESUMO

As indústrias de móveis geram uma considerável quantidade de resíduos de madeira, resultantes principalmente, da etapa de corte das chapas utilizadas na fabricação. Porém, para além dos resíduos produzidos a nível fabril, essa geração começa desde a extração dos insumos. Nesse sentido, o MDF (Fibras de Média Densidade, do inglês *Medium Density Fiberboard*), o qual é um material derivado da madeira muito utilizado pelas indústrias do Brasil, representa um grande desafio ao setor moveleiro para lidar com a redução de seus resíduos e impactos ambientais. Este trabalho tem como objetivo identificar, quantificar e classificar os resíduos sólidos de MDF gerados pela fábrica “A” conforme NBR 10004 (2004), além de propor formas viáveis de reaproveitamento e destinação correta dos resíduos. Para a quantificação foram pesadas as aparas, o pó e os resíduos de fita gerados durante uma semana nas diferentes etapas do processo produtivo. Calculou-se a massa por dia de cada tipo de resíduo gerado, resultando em 6,47 kg/dia de pó, 22,22 kg/dia de aparas e 0,16 kg/dia de residual de fita de PVC. O percentual aproximado dos diferentes resíduos foi de 61% aparas e 39% pó. Atualmente a empresa não possui nenhum plano de gestão de seus resíduos, mas para reduzir seus gastos com painéis, a movelaria utiliza um plano de corte e o reaproveitamento dos resíduos maiores em outros projetos menores, como os armários de banheiro. Ao verificar os resultados, notou-se a importância de uma destinação correta dos resíduos de MDF, aparas e pó, visto que são os majoritários no processo. Além disso, observou-se a necessidade de uma capacitação dos funcionários da fábrica sobre o correto manuseio das chapas de MDF, afim de reduzir a geração dos resíduos. Como a empresa não possui capital previsto para colocar em prática um reaproveitamento com tecnologias envolvidas, foi identificada a necessidade de optar por maneiras mais econômicas e sustentáveis, como a doação ou venda dos resíduos para locais de artesanato, utilizar as aparas na confecção de pequenos objetos e o pó como enchimento e subproduto de massas, além da utilização em forros de cama de frango.

Palavras chaves: Gestão de resíduos; MDF (*Medium Density Fiberboard*); Movelaria.

ABSTRACT

The furniture industries generate a huge amount of wood waste, resulting mainly from the cutting stage of the plates used in the manufacture. However, in addition to the waste produced within the industry plant, this generation starts from the extraction of inputs. In this sense, MDF (Medium Density Fiberboard), which is a wood-derived material widely used by industries in Brazil, presents a great challenge to the furniture sector to deal with the reduction of its waste and environmental impacts. This study aims to identify, quantify and classify the solid MDF waste generated by the “A” factory according to NBR 10004 (2004), in addition to proposing feasible ways of reuse and correct disposal of the waste. For quantification, the scraps, dust and tape residues generated in one week in the different stages of the production process were weighed. The mass per day of each type of waste generated was calculated, resulting in 6.47 kg/day of dust, 22.22 kg/day of scraps and 0.16 kg/day of PVC tape residual. The approximate percentage of the different wastes was 61% scraps and 39% dust. Currently, the industry does not have any waste management plan, but to reduce its expenses with panels, the furniture company uses a cutting plan and reuses larger wastes in other smaller projects, such as bathroom cabinets. When verifying the results, it was noted the importance of a correct destination of MDF wastes, namely scraps and dust, since they are the majority in the process. In addition, the factory employees should be trained on the correct handling of MDF sheets, in order to reduce the generation of waste. Economical and sustainable ways of reusing the generated waste was identified since the industry has a limited budget for that purpose. Some options are to donate or sell the waste to craft places, so it can be used in the production of small objects and powder as a filling and by-product of pasta; or it can be donated to rural areas to be used in chicken litter linings.

Keywords: Waste Management; MDF (Medium Density Fiberboard); Furniture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Porta-ovos confeccionado a partir de resíduos de madeira.....	20
Figura 2-Briquete confeccionado a partir de pó de MDF.....	21
Figura 3- Maquinário responsável pelos cortes das chapas na “A”.	25
Figura 4- Equipamento responsável por colar as fitas de borda nas peças de MDF.	25
Figura 5- Máquina responsável pela usinagem das peças na “A”.....	26
Figura 6- Fluxograma resumo do processo de produção e geração de resíduos da “A”	27
Figura 7- Caixote com aparas geradas no processo de corte.	28
Figura 8- Exaustores responsáveis por deter e armazenar o pó gerado no processo de corte. .	28
Figura 9- Exaustores responsáveis por deter e armazenar o pó gerado no processo de colagem.	29
Figura 10- Resíduo de fita de PVC gerado na “A”.....	30
Figura 11- Exaustores responsáveis por deter e armazenar o pó gerado no processo de usinagem.....	31
Figura 12-Percentual da geração mensal aproximada de cada tipo de resíduo.	34
Figura 13-Caçamba com resíduos misturados da “A”.	36
Figura 14-Chapas de MDF armazenadas separadas dos demais processos.....	37
Figura 15-Armário contendo aparas para aproveitamento futuro.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Geração de resíduos na empresa Suprane Móveis em 8h/dia.	16
Tabela 2- Características da empresa objeto de estudo.	24
Tabela 3- Geração de resíduos sólidos do dia 20 a 24 de junho 2022 em todas as etapas de produção da empresa moveleira.	33
Tabela 4- Quantidade (em kg) de resíduos gerada nas diferentes etapas de produção durante os dias 20 a 24 de junho de 2022.	33
Tabela 5- Geração aproximada mensal e diária de resíduos sólidos na indústria moveleira. ..	34
Tabela A 1- Geração de resíduos sólidos do dia 20 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.	48
Tabela A 2- Geração de resíduos sólidos do dia 21 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.	48
Tabela A 3- Geração de resíduos sólidos do dia 22 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.	49
Tabela A 4- Geração de resíduos sólidos do dia 23 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.	49
Tabela A 5- Geração de resíduos sólidos do dia 24 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.	49
Tabela A 6- Geração de resíduos sólidos do dia 20 a 24 de junho 2022 na etapa de usinagem.	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Classificação dos resíduos e propostas de armazenagem e destinação final.	39
Quadro 2- Armazenamento indicado para cada categoria de resíduos sólidos sanitários.	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo Geral	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1	Legislação e classificação dos resíduos sólidos	11
3.2	Geração de resíduos sólidos nas fábricas de móveis	13
3.2.1	Matérias primas utilizadas	13
3.2.2	Painéis de madeira	14
3.2.3	Resíduos sólidos gerados	15
3.3	Sistema de Gestão Ambiental	16
3.4	Reaproveitamento, reciclagem de resíduos de madeira e proposição de práticas de gestão de resíduos	17
3.4.1	Ecodesign e design sustentável	17
3.4.2	Propostas de reaproveitamento	18
3.4.3	Proposição de práticas de gestão de resíduos	22
4	METODOLOGIA	23
4.1	Localização e caracterização da área de estudo	23
4.2	Processo Produtivo	24
4.3	Coleta e quantificação dos resíduos gerados no processo industrial	26
4.6	Proposição de alternativas de reaproveitamento dos resíduos sólidos	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	Classificações dos resíduos sólidos gerados	32
5.2	Quantificação dos resíduos gerados no processo produtivo	32
5.3	Destinação dos resíduos sólidos gerados e proposição de melhorias	35
5.5	Resíduos Sólidos sanitários	41
	CONCLUSÕES	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente experimentou muitas alterações ao longo dos anos, com isso, percebeu-se a importância de proteger os recursos naturais, visto que alguns destes são considerados esgotáveis (FONSECA et al, 2018). Nesse contexto, o crescimento desordenado da população mundial impacta na preservação ambiental, considerando, por exemplo, o uso de energia e matéria prima de forma excessiva e o aumento da geração de resíduos sólidos (KOZAK et al, 2008).

A geração de resíduos não se restringe apenas ao processo produtivo interno da indústria. Os resíduos da indústria moveleira, por exemplo, são gerados desde a extração dos insumos (BRITO; CUNHA, 2009) e se expande para os demais processos, como os cortes das chapas aplicadas na fabricação. As matérias primas principais utilizadas pelas indústrias desse ramo são a madeira maciça, painéis de madeira aglomerada e o MDF (*Medium Density Fiberboard* ou Fibras de Média Densidade) (KOCH, 2013).

Segundo Dal Vesco (2017), entre 2007 e 2014, o faturamento das indústrias moveleiras no Brasil dobrou, demonstrando a força de crescimento deste setor. De acordo com os últimos números da Conjuntura de Móveis, foram produzidos um montante de 421,2 milhões de móveis e colchões em 2021 (ABIMÓVEL, 2022). É importante, portanto, ter em vista o quanto o processo produtivo desse setor causa impactos ambientais, além de tomar conhecimento sobre os desperdícios resultantes desse processo (BRITO; CUNHA, 2009).

De acordo com Kozak et al. (2008), a natureza dos resíduos depende do seu processo industrial e, raramente, no processo de fabricação há um plano de gestão para os resíduos gerados a partir do beneficiamento da madeira. Sabendo que as empresas são responsáveis por gerenciar seus resíduos durante toda a cadeia produtiva, desde a concepção até a destinação ambientalmente correta, a implementação de um sistema de gestão ambiental (SGA) seria uma medida importante para o controle de possíveis impactos ao ambiente, oriundos das atividades industriais e humanas (DA SILVA, 2016).

Os resíduos de madeira podem ser reaproveitados de diversas maneiras, dentre essas, a produção de material combustível, na agricultura, na geração de energia elétrica em termoelétricas, na indústria de painéis reconstituídos e para a produção de pequenos objetos (ABREU, 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar um diagnóstico da geração de resíduos sólidos industriais de uma fábrica de móveis de pequeno porte localizada em Lavras-MG.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e classificar os resíduos conforme a NBR 10004;
- Determinar a quantidade dos diferentes resíduos sólidos gerados;
- Propor formas de redução da geração e/ou reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Legislação e classificação dos resíduos sólidos

A Lei nº 12.305 de agosto de 2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010) e altera a Lei n. 9.605 de 1998, dando outras providências. Em seu Art.2º apresenta outras leis aplicadas a resíduos sólidos como, as Leis nºs 11.445, de 5 de janeiro de 2007, 9.974, de 6 de junho de 2000, e 9.966, de 28 de abril de 2000, as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

O Art.3º inciso “X”, da Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), define o gerenciamento de resíduos sólidos como sendo conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei. Como objetivos da PNRS cita-se a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

No art. 13º inciso “I” da presente Lei, os resíduos são classificados quanto a origem: resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de

estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvipastoris, resíduos de serviços de transportes, resíduos de mineração. Os resíduos industriais são definidos na alínea “f” como, os gerados nos processos produtivos e instalações industriais. A Política traz em seu Art. 8º os seus instrumentos, dentre os 18 listados tem-se o instrumento “I” sobre os planos de resíduos sólidos, embasando a importância do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) (BRASIL, 2010).

Os resíduos podem ser classificados de acordo com a periculosidade, podendo ser perigosos ou não perigosos. Os resíduos perigosos são aqueles que possuem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica. Já os não perigosos são os que não se enquadram no mencionado anteriormente. Um ponto pertinente da PNRS, colocado no art. 25º, é que as determinações legais vinculam o poder público, o setor empresarial e a coletividade (BRASIL,2010).

Ademais, tem-se o Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022, que Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a PNRS.O Art. 12º, institui o Programa Nacional de Logística Reversa, integrado ao Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - Sinir e ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares.

Conforme a NBR 10004 (ABNT, 2004), os resíduos são classificados quanto ao risco à saúde pública e ao meio ambiente. Assim, os resíduos são divididos em perigosos e não perigosos, sendo que o segundo grupo se subdivide em não inerte e inerte. Assim, pela norma, os resíduos são enquadrados como:

- Resíduos classe I - Perigosos;
- Resíduos classe II – Não perigosos;
- Resíduos classe II A – Não inertes;
- Resíduos classe II B – Inertes.

A NBR 10004 (ABNT, 2004) considera como resíduos classe I ou perigosos os apresentam riscos à saúde pública (provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices) e/ou ao meio ambiente (quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada). Enquanto os de classe II ou não perigosos não apresentam estes riscos.

Os resíduos classe II A ou não inertes são definidos na NBR 10004 (ABNT, 2004), como aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de

resíduos classe II B - Inertes. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Já os resíduos classe II B ou inertes são definidos na NBR 10004 (ABNT, 2004), como quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004), e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006 (ABNT, 2004), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

3.2 Geração de resíduos sólidos nas fábricas de móveis

3.2.1 Matérias primas utilizadas

A indústria de móveis possui uma complexa organização pois, seu processo de produção não possui apenas um tipo de matéria prima (CASSILHA et al., 2004). Conforme Nahuz (2005), a indústria de móveis engloba uma enorme variedade de materiais, como:

- Derivados da madeira (madeira bruta, painéis, lâminas e derivados);
- Metais (principalmente alumínio, aço e latão, utilizados em puxadores, dobradiças, corredeiras, etc.);
- Vidros e cristais;
- Produtos químicos (tintas, solventes, colas, vernizes, etc.);
- Plásticos (fitas de borda, lâminas, puxadores, deslizadores, etc.);
- Tecidos e couros (naturais e sintéticos).

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2007) classifica a indústria moveleira segundo suas matérias-primas predominantes. As categorias base são: móveis de madeira, que constituem o principal segmento, representando 72% da produção; os móveis de metal, representando 12%; e os demais, confeccionados por outros materiais, como colchoarias e persianas.

O MDF é um produto muito comercializado no Brasil, suas características principais, são: sólido, homogêneo, estável, feito de fibras de madeira, sua densidade varia de 650 a 800 kg/m³, vendido em forma de chapas com dimensões de 1.830mm x 2.750mm e as espessuras variadas de 3,0 a 30,00 mm, com ou sem revestimento polimérico (BELINI et al., 2010).

Esta diversidade de materiais usados no setor gera diferentes resíduos, que, por falta de plano de gestão adequado, dificulta as formas de destinação e disposição final correta (NAHUZ, 2005).

3.2.2 Painéis de madeira

As indústrias de painéis de madeira possuem significativa importância para a economia do Brasil, pela geração de divisas e empregos, e também, pelo dinamismo para os setores moveleiro e construção civil (MACEDO; ROQUE, 1997). Existem dois tipos de painéis: os que são feitos com base na madeira processada mecanicamente e os elaborados de madeira reconstituída. Os painéis de madeira processada mecanicamente são aqueles originados a partir de camadas de lâminas ou sarrafos de madeira maciça. Enquanto os painéis de madeira reconstituída são formados do processamento químico da madeira, que passa por diferentes processos de desagregação (MATTOS; GONÇALVES; LACERDA, 2008).

Os painéis de madeira processada mecanicamente podem ser divididos em compensados e painéis colados lateralmente, do inglês *edge glued panel* (EGP). E os painéis de madeira reconstituída podem ser segregados em aglomerados ou *medium density particleboard* (MDP), MDF, painel de tiras de madeira orientadas, do inglês *oriented strand board* (OSB) e chapa de fibra (MATTOS; GONÇALVES; LACERDA, 2008). Esses podem ser descritos como:

- Aglomerado ou MDP: é uma chapa de com partículas de madeira, coladas com resinas sob a ação de pressão e temperatura;
- OSB: são lascas de madeira dirigidas perpendicularmente, aglutinadas com resinas através de elevadas temperaturas e pressão;
- MDF e correlatos: são desenvolvidos em processo semelhante ao MDP, porém com fibras reduzidas, sendo quanto menor for a fibra maior a densidade da chapa, sendo assim, inversamente proporcionais. Além da média densidade existem produtos como o painel de fibras de alta densidade, do inglês *high density fiberboard* (HDF) e placa de fibra de super densidade, do inglês *super density fiberboard* (SDF) para condições estruturais ou não, e condições úmidas e secas (MATTOS; GONÇALVES; LACERDA, 2008).

Para a fabricação do MDF, as resinas naturais presentes na madeira não são suficientes para polimerizar as fibras. Portanto, é necessário adicionar algum tipo de elemento de ligação. A adesão entre as fibras e o adesivo depende de interações físico-químicas. Os adesivos podem ser divididos em orgânicos ou substâncias inorgânicas. Os inorgânicos à base de silicone, resultando em alta resistência mecânica nas ligações. Os ligantes orgânicos são divididos em: (CAMPOS, 2004).

- Materiais termo fixos: são aqueles que alcançam a cura por reação química;

- Termoplásticos: são os que possuem cura reversivelmente com mudanças de temperatura, podem ser em forma sólida ou em solução (CAMPOS, 2004).

No Brasil, os painéis de aglomerado são produzidos a partir de florestas de eucalipto e pinus. As florestas plantadas permitem o uso em grande escala de madeira, reduzem a pressão sobre as florestas nativas e permitem o sequestro de carbono, com isso, pode se denominar como um produto ecologicamente correto (ABIPA, 2012).

3.2.3 Resíduos sólidos gerados

A geração dos resíduos ocorre devido à transformação da madeira maciça ou de painéis de madeira reconstituída (KOCH, 2013). Os resíduos sólidos da madeira podem ser encontrados em diferentes formas, como pó, serragem, maravalha e cavacos (CASSILHA et al, 2004).

- Pó: é proveniente do corte e lixamento das peças e geralmente é menor que 0,5mm.
- Serragem: resíduo que possui entre 0,5mm a 2,5mm e é gerado a partir do corte e usinagem das peças.
- Maravalha: resíduo com tamanho superior a 2,5mm e é gerado do processo de usinagem, furação e cepilhamento (limpeza das faces da peça).
- Cavaco: resíduo que deve ter no máximo 50 x 20 mm, geralmente proveniente dos picadores.

É possível identificar alguns aspectos em relação aos usos de resíduos sólidos gerados nas empresas de móveis e seus impactos no meio ambiente, podendo classificá-los quanto: (CASSILHA et al., 2004):

- a) ao tipo de matéria-prima utilizada - para a madeira maciça, como o resíduo não é considerado tóxico, pode ser aproveitado na agricultura para reter umidade do solo, por exemplo. Já para os painéis que utilizam madeira processada o aproveitamento é mais limitado.
- b) ao tipo de processo empregado – quanto mais moderno o maquinário utilizado, menor as perdas e mais eficaz a coleta de resíduos.
- c) ao tamanho da empresa – empresas menores o controle na geração, na coleta e no reaproveitamento também são reduzidos.
- d) à localização da empresa - visto que, o aproveitamento é facilitado pela proximidade dos setores que vão fazer a utilização em seus processos.

Em um estudo realizado por Júnior, Silva e Bandeira (2018), uma microempresa chamada Suprane Móveis, localizada em Marabá-PA, consumiu um volume 0,45 m³ de

painéis de MDF e gerou uma quantidade de 0,022 m³ de resíduos com oito horas trabalho/dia. Desses 0,022 m³, parte foi gerado da etapa de corte e parte da etapa de planejem, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1- Geração de resíduos na empresa Suprane Móveis em 8h/dia.

Etapas	Resíduos gerados/dia	Volume total (m ³ /dia)
	Pó de serragem	0,010
Corte	Cavacos	0,004
	Aparas	0,005
Plainagem	Pó de serragem	0,003
Total geral/dia		0,022

Fonte: JÚNIOR, SILVA E BANDEIRA (2018).

3.3 Sistema de Gestão Ambiental

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) pode ser considerado uma importante ferramenta de gestão, pois facilita a integração dos aspectos ambientais na cadeia de estratégia e decisão operacional da empresa (GONÇALVES; HELIODORO, 2005). De acordo com Wittaczik (2003), com o SGA, as indústrias poderão adquirir vários benefícios, pois assim, elas se envolverão em um importante passo a favor dos negócios e do meio ambiente, reduzindo custos e resíduos. Além disso, o uso racional dos recursos estimula as organizações a acolher ações em favor da saúde humana e meio ambiente.

O SGA tem por objetivo garantir o sucesso organizacional, não apenas por agregar uma contribuição positiva à imagem da empresa, contudo, por economizar o consumo de matéria-prima, reduzir os resíduos, gerar oportunidades de novos negócios, principalmente quando responde às expectativas dos consumidores (WITTACZIK, 2003).

Schlotefeldt e Brizolla (2016) concluíram que a implantação de um SGA com base na ISO 14001 (ABNT, 2004) alinhado de acordo com as necessidades da empresa, pode melhorar os indicadores econômicos e ambientais. Um ponto importante levantado por Wittaczik (2003), é que para uma implementação bem-sucedida, a organização deve priorizar em suas metas a gestão ambiental, com todas as etapas para implementar o SGA, listado no padrão ISO 14001. Os elementos de um sistema de gestão ambiental são estabelecidos nas normas ISO, que representa um sistema de banco de dados formal que integra todos os

processos e procedimentos, internos e externos às empresas, para treinamento de funcionários, monitoramento e comunicação de informações de desempenho ambiental (SROUFE,2000). A ISO 14001(ABNT, 2004) é um padrão internacional implementado por organizações em 1996 para aumentar as expectativas de práticas ambientais globais e facilitar o comércio, reduzindo suas barreiras (MELNYK et al., 2003).

Muitas diretrizes devem ser seguidas em cada fase do processo, para isso devem-se considerar as normas ISO 14001 (ABNT, 2004) e ISO 14004 (ABNT, 1996). Dessa forma, a implantação do SGA ocorre em cinco diferentes etapas, contínuas e sucessivas: política ambiental da organização; planejamento; implementação e operação; monitoramento e ações corretivas; e revisões gerenciais (WITTACZIK,2003). Para obter a certificação ambiental de acordo com a ISO 14001(ABNT, 2004), a organização deve explorar os itens: solicitação da certificação ISO 14001(ABNT, 2004); auditoria de certificação; homologação da certificação; auditoria de manutenção e certificação; uso dos certificados e logomarcas; requisitos legais (WITTACZIK,2003).

Um ponto importante levantado por Wittaczik (2003), é a necessidade de todos os integrantes da organização estar trabalhando em conformidade com a política ambiental, procedimentos e requisitos do SGA. Além disso, o autor declara a necessidade de se conhecer os impactos ambientais gerados na execução de suas atividades e os benefícios ambientais que cada um pode gerar pessoalmente.

3.4 Reaproveitamento, reciclagem de resíduos de madeira e proposição de práticas de gestão de resíduos

3.4.1 Ecodesign e design sustentável

O *Design for Environment, Green Design, Ecological Design, Ecodesign*, do português Design para o Meio Ambiente ou Design Verde, vem do encontro entre a atividade de design (projeto) e a preservação ambiental, constituído por critérios ecológicos. Para isto, deve ser um produto competitivo e ecologicamente correto, ou seja, deve ser ambiental e economicamente viável. Caracterizam, portanto, produtos em que sua qualidade ambiental possa ser mensurada e que minimizem o impacto negativo ao meio ambiente (PAZMINO, 2007).

O *ecodesign* se intensificou, quando surgiu o termo desenvolvimento sustentável, colocado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) (DA SILVA; DE FIGUEIREDO, 2010). Este é um conceito de design abrangente que considera

não apenas os aspectos estéticos, funcionais, de segurança ou ergonômicos do produto, mas principalmente os aspectos ambientais de todo o ciclo de vida do produto (PAZMINO, 2007).

Conforme Pazmino (2007), o *ecodesign* traz a necessidade da consciência ecológica e do domínio de ferramentas de projetos, para que seja possível introduzir as questões ambientais desde a fase inicial do desenvolvimento do produto. O *ecodesign* possui algumas diretrizes, como usar materiais não prejudiciais; usar materiais reciclados, recicláveis e renováveis; pouca geração de resíduo; menos processos produtivos; redução da variabilidade dos produtos; tornar a manutenção e reparos fáceis; redução de peso; entre outros (PAZMINO, 2007).

O design sustentável é considerado mais complexo e abrangente, este considera que o produto seja ecologicamente correto, economicamente viável e socialmente equitativo. Para mais, este pode incluir uma visão para o atendimento as comunidades menos favorecidas (PAZMINO, 2007). As diretrizes do design sustentável possuem as mesmas questões ecológicas do *ecodesign*. Para o alcance da sustentabilidade nesse processo é essencial que ocorram progressos dos produtos e também dos processos tanto no aspecto técnico como no cultural (PAZMINO, 2007).

3.4.2 Propostas de reaproveitamento

Alguns resíduos da produção de móveis podem ser reaproveitados para produzir novos produtos de qualidade igual ou superior ao original. O novo produto não tem necessariamente o mesmo mercado ou aplicação do produto original (DA SILVA; DE FIGUEIREDO, 2010).

Em uma nova perspectiva denominada berço-a-berço ou "cradle to cradle", proposta por McDonough e Braungart (2002), os resíduos tornam-se matéria-prima para novos produtos. A necessidade de mudança conceitual é baseada em ciência com valores e uma visão sustentável. *Cradle to Cradle* propõe uma modificação que considera aspectos sociais, econômicos e ambientais, e propõe uma nova revolução industrial que reúne ferramentas de análise e crítica de negócios e produtos, levando em consideração o impacto e a conexão (DA SILVA; DE FIGUEIREDO, 2010).

No entanto, O MDF não é um material que atende ao sistema *cradle to cradle*. O principal empecilho está na resina usada para juntar as fibras e no revestimento polimérico. Todavia, seu potencial para ser utilizado em ciclo fechado é grande, se porventura superar a barreira da utilização de produtos nocivos ao meio ambiente e à saúde (ARAÚJO, 2012).

A orientação é uma mudança conceitual do atual sistema industrial que utiliza produtos tóxicos em sua produção sem se preocupar em utilizar materiais e processos

ecologicamente corretos, facilitando a manutenção e desmontagem do produto. O cumprimento desses requisitos garante maior durabilidade e contribui para um sistema fechado de reciclagem em que o produto final é retornado ao seu estado original, ou quando este é descartado não polui o meio ambiente (DA SILVA; DE FIGUEIREDO, 2010).

A Economia Circular trata-se de uma abordagem do tipo do berço ao berço (*Cradle-to-Cradle*). Em uma pesquisa realizada por Mendes e Gonçalves (2020), observou-se as que empresas estudadas utilizavam o resíduo de MDF como principal matéria prima e careciam de modelos estruturados para aproveitamento das sobras. A estratégia apresentada propõe uma parceria entre indústria e designers para desenvolver novos produtos utilizando o MDF remanescente. Dessa forma, o reaproveitamento de matéria-prima ocorre dentro da indústria e não exige que o produto chegue ao fim de sua vida útil ou retorne ao início do processo para reaproveitamento, reduzindo assim os custos logísticos (MENDES; GONÇALVES, 2020).

O modelo de negócios proposto é projetado para beneficiar todos os envolvidos. A indústria se beneficia de uma redução no desperdício de resíduos. Os designers reduzem os custos de produção de seus projetos em 50% e têm potencial para comercializá-los, possibilidade de obter produtos de alta qualidade com menor custo para o consumidor final, e um ambiente que reduz em 35% os resíduos sólidos a serem descartados. Os dados mostram que o conceito de design ecológico e economia circular pode ser aplicado para criar um novo modelo de negócios (MENDES; GONÇALVES, 2020).

Abreu, Mendes e Silva (2009) concluíram que é tecnicamente viável a produção de pequenas peças a partir de resíduos de painéis de madeira (MDF, OSB ou compensado) oriundos de indústrias de móveis. Em seus estudos foram feitos 10 objetos, caixa de chá, caminhão, helicóptero, jacaré, porta-chaves, porta-guardanapos, porta-ovos, porta-retrato, quebra-cabeça e suporte de vinho. Todos os painéis de madeira utilizados foram adequados para a confecção dos objetos selecionados. A Figura 1 representa o porta-ovos confeccionado.

Figura 1- Porta-ovos confeccionado a partir de resíduos de madeira.



Fonte: ABREU; MENDES; SILVA (2009)

Santos (2019) conclui em seu estudo que a adição de pó de MDF em matriz de PET (Polyethylene terephthalate) tende a melhorar a estabilidade térmica do PET, desde que a adição do pó de MDF não ultrapasse 10%. Com isso, é possível concluir que estes materiais podem ser juntamente utilizados para confeccionar compósitos poliméricos, sendo assim, mais uma alternativa para o reaproveitamento deste resíduo.

Outra importante alternativa para a utilização dos resíduos de MDF é por meio da produção de briquetes como uma possível fonte de energia interna, como por exemplo, o acendimento de fornos e caldeiras (NETO, 2015). Um estudo de Farage (2013) também demonstrou a possibilidade do reaproveitamento energético dos resíduos de MDF para produção de briquetes. Os gases gerados nos ensaios não produziram compostos tóxicos acima dos limites permitidos pelas normas ambientais. No entanto, as cinzas dos resíduos apresentaram altas concentrações de cromo, enquadrando-se como Classe I (perigosos), segundo a ABNT/NBR 10004/2004 (FARAGE, 2013).

Motta e Motta (2015) demonstraram a produção de briquetes apenas com o pó de MDF, adesivo PVA e água. Inicialmente foi produzido com êxito uma matriz de compactação de baixo custo, fácil utilização tanto em prensas hidráulicas ou até mesmo com macacos hidráulicos ou automotivos sendo necessário apenas uma sustentação. Os briquetes produzidos ficaram leves, resistentes à pressão, com bom acabamento e compactação, podendo ser cortados, tintados, lixados e selados, conforme a utilidade proposta, como adornos e em peças de móveis. A Figura 2 representa um dos briquetes produzidos.

Figura 2- Briquete confeccionado a partir de pó de MDF.



Fonte: MOTTA E MOTTA (2015).

A NBR 7170 (ABNT, 1983) estabelece tijolo maciço como “Tijolo que possui todas as faces plenas de material, podendo apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área”. Após a cura por queima ou secagem, o material passa a possuir maior resistência e capacidade de impermeabilização, podendo ser utilizado como material de cobertura de edificação ou até como blocos estruturais ou não estruturais (MACHADO; REIS, 2021). No entanto, a produção de tijolos de MDF não requer queima. Dessa forma, o processo elimina a liberação de gases poluentes ambiente, potencializando suas propriedades ecologicamente corretas (MACHADO; REIS, 2021).

Machado e Reis (2021) confirmaram que o pó de MDF pode ser usado como ingrediente em blocos de construção civil para usos não estruturais. No estudo, o índice de resistência à compressão médio de 28 dias foi em torno de 3,7 Mpa, o que está próximo da resistência mínima exigida pela NBR 7170 (ABNT,1983), que especifica a produção de tijolos maciços, subdividindo-os em ordem crescente de resistência.

Altos níveis de absorção de água foram observados nos tijolos, tornando o uso inviável para áreas expostas à água. A absorção média de água é de aproximadamente 47%, superando o máximo exigido pela NBR 15.270-2 (ABNT, 2005), que preconiza absorção máxima de 22%. De acordo com a descrição dos materiais presentes na massa, não são adicionados reagentes retardadores de secagem de gesso, hidrofugantes ou impermeabilizantes (MACHADO; REIS, 2021). A utilização do resíduo de MDF na produção de blocos sólidos para construção civil, mostrou-se uma alternativa de baixo custo, ecologicamente viável e com grande potencial para novas pesquisas que possibilitem sua produção em escala comercial (MACHADO; REIS, 2021).

Um estudo de Ferreira (2014), concluiu que a degradação térmica de resíduos como o MDF e de outras biomassas via processo de pirólise é uma boa solução, contando um projeto

de reator adequado, para evitar a disposição indesejada no meio ambiente desses resíduos. A utilidade desses produtos é confirmada pela disponibilidade de produtos produzidos durante a pirólise, que possuem bom valor de mercado para uso energético e indústria química (FERREIRA, 2014).

A simples combustão ou queima dos resíduos de MDF libera gases tóxicos que, se inalados, causam irritação no trato respiratório. Por outro lado, o despejo de resíduos em terrenos baldios ou lixões polui o solo e as águas subterrâneas. As grandes empresas do setor moveleiro são as que acabam por cumprir a legislação sobre destinação final de sobras desse material, pois são obrigadas, na fase inicial do negócio, a apresentar um plano de destinação para obtenção da licença de funcionamento (JOHANSSON, 2016). Atualmente, o desafio é garantir às pequenas e médias empresas moveleiras alternativas viáveis de destinação dos seus resíduos sem que comprometam o meio ambiente. Existe um alto custo para que esses sejam enviados para aterros industriais, o que inviabiliza esta opção (JOHANSSON, 2016).

3.4.3 Proposição de práticas de gestão de resíduos

Riul e Ribeiro (2012) propuseram diretrizes para minimizar a geração de resíduos na fonte, adequar segregação na origem, controlar e reduzir riscos ao meio ambiente e assegurar o correto manuseio, armazenagem e disposição final dos resíduos nas empresas do estudo. As Diretrizes e ações complementares propostas por Riul e Ribeiro (2012):

- “1) Identificar e descrever os principais resíduos gerados pelas empresas, apontando o processo de origem e as características, e classificar segundo a NBR 10.004:2004;
- 2) Implementar segregação por tipo de resíduo, com armazenamento em recipientes e locais adequados e seguros.
 - a) Promover treinamento para a segregação dos resíduos gerados na empresa de acordo com o tipo, esclarecendo aos funcionários a importância e a responsabilidade sobre tal medida;
 - b) Dispor os recipientes para o armazenamento temporário dos resíduos, devidamente identificados e em locais designados, observando-se o acesso e a segurança;
 - c) Incluir na segregação os demais resíduos gerados nas empresas, tais como lixo orgânico, materiais de escritório, lixo tecnológico, entre outros;
- 3) Estabelecer controle quantitativo dos resíduos;
- 4) Elaborar e implantar programa de redução da geração de resíduos na fonte. Verificar oportunidades de redução da geração de resíduos na fonte a partir da análise dos processos produtivos identificados como geradores de volume exagerado de resíduos através de controle quantitativo e aplicar estratégias do ecodesign, bem como outras medidas necessárias, a exemplo das seguintes:
 - a) Treinar os funcionários quanto a técnicas eficientes de corte da madeira;
 - b) Designar uma área de armazenamento para cortes de madeira a serem reaproveitados na produção, que podem ser segregados por tamanho;

- c) Verificar procedimentos adequados de estoque junto aos fornecedores;
 - d) Para evitar perdas e emissões dos solventes e outros materiais voláteis, manter seus recipientes cobertos quando não estiverem em uso;
 - e) Fazer o máximo aproveitamento dos materiais (por exemplo, estabelecer o planejamento de corte das chapas de madeira, utilizar tintas, solventes, colas e vernizes até o esvaziamento total da embalagem);
 - f) realizar parceria com multiplicadores da P+L para verificar novas oportunidades de melhorias;
- 5) Providenciar tratamento e destinação final adequada dos resíduos através de medidas listadas a seguir.
- a) Contratar serviço especializado de coleta terceirizada para o transporte e a destinação final dos resíduos perigosos e resíduos recicláveis, estabelecendo a coleta periódica em todas as empresas do APL. É importante verificar o licenciamento da empresa junto ao órgão ambiental competente antes de contratá-la;
 - b) Identificar potenciais compradores para os resíduos gerados, para sua utilização como matéria-prima ou reciclagem, podendo-se formar bolsas de resíduos com os resíduos do conjunto das empresas;
 - c) Verificar viabilidade técnica e econômica de parceria com empresas de reciclagem e catadores de materiais recicláveis. (RIUL; RIBEIRO, 2012)”

Por conseguinte, nota-se a variedade de alternativas para a destinação de maneira adequada dos resíduos sólidos industriais do setor moveleiro. Além do mais, a quantidade considerável de estudos literários para embasamento do diagnóstico da geração de resíduos de MDF.

4 METODOLOGIA

4.1 Localização e caracterização da área de estudo

O objeto de estudo deste trabalho é uma movelaria situada no município de Lavras, Minas Gerais, que utiliza como matéria prima painéis de MDF. O processo de fabricação de móveis não é considerado como seriado, pois os móveis são produzidos apenas sob medida. A Tabela 2 contém alguns dados básicos da microempresa lavrense.

Tabela 2- Características da empresa objeto de estudo.

Dados solicitados	Informações coletadas
Nome fantasia	“A”
Bairro	Distrito industrial
Tempo de atuação no mercado (anos)	11
Nº de funcionários	10
Nº de máquinas	3
Período de produção (horas/dia)	8
Área total do empreendimento (m ²)	750
Sistema de Gestão Ambiental	Não possui

Fonte: Do autor (2022).

4.2 Processo Produtivo

O início do processo se dá pelo projeto personalizado em um programa chamado *Promob Plus*. A primeira confecção do projeto ocorre nele pois assim, facilita e agiliza a execução dos projetos em 2D e 3D, além do entendimento dos clientes visto que é um programa de simples visualização e possibilidade de renderização.

Após a aprovação do projeto por parte do cliente, o trabalho é reexecutado em um outro programa chamado *Wood Cad Cam*. Ao contrário do anterior, este apresenta uma dificuldade maior. No entanto, é a partir do mesmo em que ocorre o orçamento, pois ele possibilita a listagem de todas as peças necessárias na execução. Além disso, o software conecta o projeto aprovado a uma máquina de corte, com um plano otimizador que calcula qual a melhor maneira de agrupar e desenhar as peças no painel de MDF, aproveitando sua área e conduzindo o corte com a menor perda de matéria-prima possível, evitando o desperdício. Um outro benefício gerado pelo *Wood Cad Cam* é a facilitação da montagem, visto que o mesmo gera o desenho para instrução dos montadores.

O corte é feito em uma máquina chamada seccionadora, na qual, o plano de corte se conecta ao seu sistema e esta executa suas funções de maneira automática. A Figura 3

apresenta a máquina responsável pela etapa. É possível observar as três bases que auxiliam no apoio das chapas de MDF e entrada da seccionadora.

Figura 3- Maquinário responsável pelos cortes das chapas na “A”.



Fonte: Do autor (2022).

Em seguida, as peças cortadas são encaminhadas a uma outra máquina chamada coladeira onde é executada a colagem das fitas de borda de policloreto de vinila (PVC) nas laterais expostas. A Figura 4 exibe a coladeira usada pela “A”.

Figura 4 - Equipamento responsável por colar as fitas de borda nas peças de MDF.



Fonte: Do autor (2022).

Quando as peças estão fitadas, elas são encaminhadas para o centro de furação, onde é feita a usinagem das peças no formato desejado. Nessa fase, ocorre a furação e recorte das peças e o acabamento dos produtos, como é o caso dos chanfrados. O maquinário responsável pela usinagem está apresentado na Figura 5. Por fim, essas são enviadas para as bancadas de montagem e posteriormente para os clientes. Não há o setor de embalagem como verificado em uma produção em série.

Figura 5- Máquina responsável pela usinagem das peças na “A”.

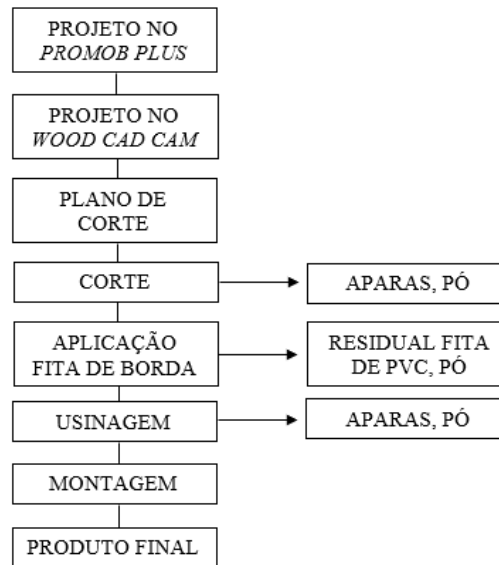


Fonte: Do autor (2022).

4.3 Coleta e quantificação dos resíduos gerados no processo industrial

O processo de produção dos móveis e geração de resíduos pode ser resumido por meio do fluxograma apresentado na Figura 6.

Figura 6- Fluxograma resumo do processo de produção e geração de resíduos da “A”.



Fonte: Do autor (2022).

A fim de se obter um panorama dos resíduos gerados pela empresa “A”, fez-se uma coleta presencial. Em uma semana de produção da empresa, dos dias 20 a 24 de junho de 2022, os funcionários recolheram os resíduos e ao final de cada dia ocorreu a medição. A quantificação dos mesmos se deu por pesagem e contou com a utilização de uma balança digital (SF-400) com precisão de 1 g. Os resíduos foram separados por etapas, para que fosse possível observar em qual fase da produção ocorre a maior geração de resíduos. Sendo assim, houve coleta nas fases de corte, colagem de fita de borda e usinagem. Para a avaliação mensal dos resíduos foi multiplicada a massa resultante de uma semana por 4, considerando uma aproximação de 4 semanas por mês.

Farage (2013) define aparas como pedaços de madeiras de dimensões variadas e o pó como resíduos menores que 0,5 mm. Na etapa de corte foram recolhidos dois tipos de resíduos, pó e aparas. Esses foram armazenados em um caixote durante o período da produção até que fossem pesados, como mostra a Figura 7. O pó, por sua vez, foi armazenado em dois exaustores acoplados à seccionadora como apresentado na Figura 8.

Figura 7- Caixote com aparas geradas no processo de corte.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 8- Exaustores responsáveis por deter e armazenar o pó gerado no processo de corte.



Fonte: Do autor (2022).

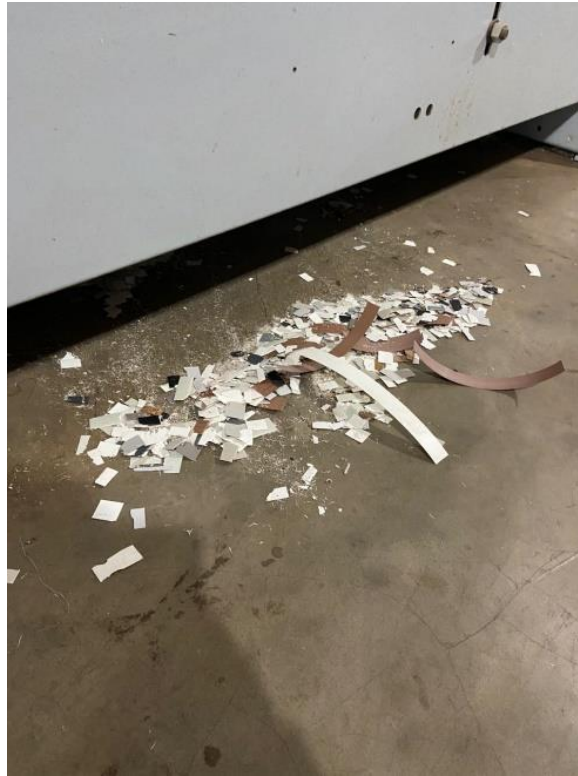
Seguidamente, houve a coleta dos resíduos gerados na fase de colagem da fita de borda. A coladeira é uma máquina que possibilita a automatização, no entanto, esta acaba gerando resíduos de fita de PVC e pó. Assim como descrito anteriormente, o pó foi armazenado em exaustores que estavam conectados neste processo e o residual de fita foi varrido e armazenado em sacolas plásticas para que fossem pesados. A Figura 9 apresenta os dois exaustores que são responsáveis pela detenção do pó gerado. A Figura 10, por sua vez, apresenta os resíduos de fita gerados na fábrica.

Figura 9- Exaustores responsáveis por deter e armazenar o pó gerado no processo de colagem.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 10- Resíduo de fita de PVC gerado na “A”.



Fonte: Do autor (2022).

A última etapa é a que possui menor geração de resíduo, pois não são todas as peças que passam por esse processo. Geralmente, a maior quantidade de resíduo desta etapa é o pó, que foi armazenado em dois exaustores, como expõe a Figura 11. O pó gerado nas três etapas foi detido em exaustores, mas foram transferidos para sacos plásticos para serem pesados. Em alguns projetos, como por exemplo os que possuem peças chanfradas há a geração de aparas, pois a máquina desta fase é a responsável pelo acabamento do chanfrado, mas raramente isso ocorre na fábrica “A”.

Figura 11- Exaustores responsáveis por deter e armazenar o pó gerado no processo de usinagem.



Fonte: Do autor (2022).

Os resíduos sólidos sanitários não foram quantificados, no entanto, realizou-se uma conversa com o gerente da “A” para entender como é realizada a gestão dos mesmos.

Os resíduos gerados no processo industrial foram classificados conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004). Para considerar uma maior assertividade, a literatura especializada foi também consultada através de pesquisas no Google Acadêmico sobre “classificação NBR 10004 resíduos de móveis” (Riul; Ribeiro, 2012; Kozak, 2008).

4.6 Proposição de alternativas de reaproveitamento dos resíduos sólidos

Mediante a quantificação e classificação dos resíduos foram consultados estudos na literatura para se conseguir propor diferentes formas de reaproveitamento, com intuito de possibilitar a fábrica de móveis planejados “A” destinar seus resíduos corretamente. Para tal, foi realizado uma busca no Google Acadêmico sobre o “setor moveleiro e seus resíduos sólidos” e o “aproveitamento dos resíduos gerados pela indústria moveleira”. Posto isso, encontrou-se os estudos utilizados, considerando os anos de 2010 a 2019 (Caetano, 2017;

Santos, 2019; Neto, 2015; Motta e Motta, 2015; Farage, 2013; Riul, 2010; Johansson, 2016; Abreu, Mendes e Silva, 2009; Fonseca et al, 2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Classificações dos resíduos sólidos gerados

Os resultados indicam a geração de três tipos de resíduos nas três fases do processo produtivo. Na etapa de corte ocorre a geração de aparas e pó, na colagem de fita são os resíduos de fita de PVC e pó e, na usinagem a geração majoritária de pó. De acordo com Kozak (2008), os resíduos de madeira podem ser classificados como II A – Não Perigosos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) e suas principais propriedades são a degradabilidade e a combustibilidade.

Da mesma forma, Riul e Ribeiro (2012) consideram os resíduos de fita de PVC como Classe II A, assim como os resíduos de madeira. Para que a fita se conecte ao MDF é necessário o uso de adesivos (colas), esses por sua vez, são classificados como Classe I (Perigosos) segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004) (RIUL; RIBEIRO, 2012). No entanto, os adesivos não foram quantificados no presente estudo porque eles são raramente descartados, apenas conforme a necessidade da coladeira e durante a semana da coleta não houve esta necessidade.

5.2 Quantificação dos resíduos gerados no processo produtivo

As quantificações de resíduos foram aferidas durante uma semana de produção, em etapas diferentes do processo. Os resultados de geração diária (em cada dia de coleta) dos resíduos da empresa estão exibidos nas Tabelas A1, A2, A3, A4 e A5, em anexo.

A etapa de usinagem foi a que menos produziu resíduo sólido, nos três primeiros dias de coleta não foi gerado nenhum resíduo desse tipo. Portanto, a medição dessa etapa ocorreu acumulando o resíduo da semana, ou seja, utilizando os dois últimos dias de produção apenas. A Tabela A6, em anexo, demonstra a geração de resíduos da etapa de usinagem.

Assim, foi possível elaborar a Tabela 3 com o resultado acumulado da semana para todos os diferentes resíduos.

Tabela 3- Geração de resíduos sólidos do dia 20 a 24 de junho 2022 em todas as etapas de produção da empresa moveleira.

Resíduo gerado	Massa (g)
Pó	71.189,00
Aparas	111.116,00
Resíduo fita PVC	798,00
Total	183.103,00

Fonte: Do autor (2022).

A Tabela 4 apresenta a quantidade de resíduos gerada em cada etapa produtiva.

Tabela 4- Quantidade (em kg) de resíduos gerada nas diferentes etapas de produção durante os dias 20 a 24 de junho de 2022.

Etapa de produção	Resíduo gerado	Massa (kg)
Corte	Aparas	111,12
	Pó	54,30
Colagem fita de borda	Resíduo fita PVC	0,80
	Pó	8,46
Usinagem	Pó	8,44

Fonte: Do autor (2022).

A partir da Tabela 4, entende-se que a etapa de corte é a que mais produz resíduos, portanto, uma etapa de maior prioridade de ação para o armazenamento e destinação correta. Ao analisar todas as etapas, é possível perceber que dos resíduos de MDF, o pó e aparas se sobressaem do demais.

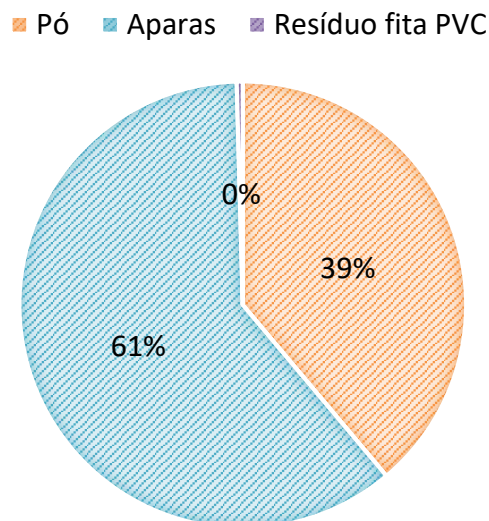
Os resíduos desta presente análise foram calculados mensalmente para se conseguir comparar com outros estudos disponíveis na literatura. A Tabela 5 demonstra os resultados dessa estimativa, bem como a geração média por dia e o desvio padrão. A Figura 12 apresenta o percentual acumulado para cada tipo de resíduo.

Tabela 5-Geração aproximada mensal e diária de resíduos sólidos na indústria moveleira.

Resíduo gerado	Geração média por mês(kg)	Geração média por dia (kg/dia)	Desvio Padrão Diário
Pó	284,76	6,47	6,33
Aparas	444,46	22,22	16,80
Resíduo fita PVC	3,19	0,16	0,08

Fonte: Do autor (2022).

Figura 12-Percentual da geração mensal aproximada de cada tipo de resíduo.



Fonte: Do autor (2022).

O estudo realizado por Kozak et al. (2008) contou com uma empresa de processo produtivo bem próximo ao da “A”. Ambas são enquadradas como micro empresa e o processo de fabricação de móveis é sob medida. A coleta descrita foi realizada em um mês de trabalho e o resultado foi de 874,20 kg de aparas, 227,50 kg de cepilho e 183 kg de pó, totalizando maior geração de resíduos de aparas do que a empresa estudada no presente trabalho.

No estudo de Kozak et al. (2008), os resíduos maiores foram separados em aparas e cepilhos, o que não ocorreu neste caso e os autores relatam a contribuição dos resíduos de varrição da fábrica, constituídos em maior parte de pó de madeira. Assim, pode-se explicar maior geração de resíduo de pó pela “A”, visto que esses são acumulados em exaustores

durante o processo e não vão para a varrição. Ao comparar os resíduos de aparas, estes foram bem menores que o do estudo. Nesse sentido, pode-se considerar uma eficiência do plano de corte usado pela “A”, além de um bom reaproveitamento dessas em outros projetos.

Considerando a Figura 12, pode-se notar baixa geração de resíduo de fita e PVC, com percentual próximo a 0%. No entanto, o resíduo de aparas é o tipo de resíduo gerado em maior quantidade, representando mais da metade do total dos resíduos. Portanto, pode-se considerar esse tipo de resíduo com uma urgência superior para destinação correta devido a sua maior quantidade gerada.

5.3 Destinação dos resíduos sólidos gerados e proposição de melhorias

A separação dos resíduos sólidos atual da “A” não ocorre de maneira adequada, visto que é necessária uma segregação das sobras de MDF e do pó gerado no processo. De acordo com Riul e Ribeiro (2012), apenas 50% das empresas fazem a segregação desses materiais. Apesar do pó ficar contido e separado nos exaustores quando coletado, esse resíduo se mistura posteriormente com as aparas para a destinação em aterro sanitário, como apresentado na Figura 13.

A falta de separação dos resíduos gerados contribui para alavancar um potencial contaminante, uma vez que, existe entre eles, materiais considerados perigosos conforme a NBR 10.004 (2004), como os materiais que contém a cola utilizada. Assim, a destinação inadequada dos resíduos perigosos, pode acarretar diversos riscos de contaminação desde ambientais até para saúde a pública.

A ausência da segregação dos resíduos dificulta diversos processos, como o controle, a reutilização e reciclagem dos materiais. Além disso, impede a identificação de problemas de desperdício de insumos e dificulta o retorno de tais materiais ao ciclo produtivo, dentro ou fora da fábrica. Assim, há a geração de mais resíduos e impactos negativos que poderiam ser evitados com o retorno dos resíduos na forma de matéria-prima ou energia (RIUL; RIBEIRO, 2012).

Figura 13-Caçamba com resíduos misturados da “A”.



Fonte: Do autor (2022).

A PNRS (BRASIL,2010) em seu artigo 9º estabelece a seguinte ordem de prioridade na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. No caso do presente estudo, um ponto importante para a não geração de resíduos é o manuseio e armazenamento das chapas de MDF de maneira correta. Caso a chapa apresente algum defeito, como perfuração ou umidade, ela pode se tornar um resíduo inutilizável para a empresa. Para isso, a movelaria armazena as chapas separadamente de outros processos, como apresenta a Figura 14.

Figura 14-Chapas de MDF armazenadas separadas dos demais processos.



Fonte: Do autor (2022).

Como mencionado, a fábrica “A” dispõe seus resíduos sólidos industriais em caçambas enviadas para aterros sanitários. Com isso, ela atende a Lei 12.305/2010, que diz que é de responsabilidade do gerador dispor corretamente seus resíduos sólidos industriais, independentes de serem perigosos ou não (BRASIL,2010).No entanto, esses resíduos não passam por segregação e destinação totalmente adequada, o cumprimento da lei se dá apenas pelo cumprimento da responsabilidade pela retirada do resíduo, não atribuindo a função de coleta do resíduo ao serviço público.

Em um estudo realizado por Caetano (2017), analisando micro e pequenas empresas do setor de móveis de Vitória- ES, duas das quatro estudadas fazem o descarte do pó/serragem para forrar camas de frango contribuindo para uma reutilização adequada. Considerando que o pó é o segundo maior resíduo gerado na moveleira mineira, tem-se uma importância em dar um destino adequado a este resíduo na empresa estudada, reduzindo o impacto ambiental e o custo com caçambas para a retirada dos mesmos.

Com relação às aparas geradas, essas são inicialmente segregadas para um reaproveitamento interno em projetos menores, como o caso de móveis de banheiro. Assim, quando o funcionário da máquina de corte percebe que a aparas pode ser reutilizada, ele a deposita em um armário para ser utilizada em outro processo, como mostra a Figura 15.

Figura 15-Armário contendo aparas para aproveitamento futuro.



Fonte: Do autor (2022).

Muitos estudos apresentam a reutilização alinhada ao conceito de design sustentável, por isso, uma maneira sustentável de destinação é a utilização das aparas para confecção de produtos para os próprios clientes da “A”. Além da utilização das aparas no processo interno e do pó de MDF para forrar cama de frango, tem-se outras formas de uso para os mesmos (Quadro 1).

Quadro 1- Classificação dos resíduos e propostas de armazenagem e destinação final.

Resíduo	Classificação	Armazenagem	Destinação Final
Aparas MDF	Classe II A	Tambores de metal identificados e tampados (para evitar incêndios)	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilização interna em projetos menores • Reutilização externa para artesanato • Cogeração de energia • Logística reversa
Pó de MDF	Classe II A	Coletados e armazenados nos exaustores até que fiquem cheios e posteriormente em tambores de metal identificados e tampados (para evitar incêndios)	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilizante orgânico (compostagem) • Fabricação de massas para serem moldadas em produtos de artesanato e esculturas • Enchimento no artesanato • Reciclagem de papéis para papéis decorados • Blocos da construção civil não estruturais • Briquetes • Matriz de PET
Resíduo fita de borda de PVC	Classe II A	Tambores de metal identificados e tampados (para evitar incêndios)	<ul style="list-style-type: none"> • Doação para cooperativas de materiais recicláveis
Adesivos (colas)	Classe I (Perigosos)	Tambores identificados e tampados (para evitar incêndios)	<ul style="list-style-type: none"> • Aterros devidamente licenciados para recepção de resíduos perigosos

Fonte: Adaptado de Riul (2010).

Segundo Johansson (2016), a logística reversa para as aparas de MDF seria a solução adequada, pois compartilha a responsabilidade com o fabricante do material. Com isso, tem-se

uma necessidade de incluir este material na lista da Política Nacional de Resíduos Sólidos para que todos os envolvidos na cadeia produtiva deste setor sejam listados, evitando destinação ilegal dos resíduos. Além de uma ação legislativa, indica-se que a “A” contate seus fornecedores de materiais para entender se atualmente estes atuam conforme a logística reversa. Caso os fornecedores aceitem, seria importante um acordo para a destinação dos resíduos de forma correta.

Como a fábrica de móveis “A” não possui capital previsto para se colocar em prática um reaproveitamento com uso de tecnologias avançadas como os citados, tem-se a necessidade de optar por maneiras mais econômicas e sustentáveis como a doação ou venda dos resíduos para locais de artesanato, com a utilização das aparas na confecção de pequenos objetos e o pó como enchimento e subproduto de massas não estruturais, além de forro de camas de frango.

Abreu, Mendes e Silva (2009) concluíram a viabilidade da produção de pequenos objetos como porta chaves, porta ovos, suportes de vinho e quebra-cabeça, a partir de resíduos de painéis de madeira. No estudo, os objetos elaborados com mistura de resíduos de painéis de madeira não apresentaram diferenças significativas em relação aos confeccionados apenas com painéis, ao comparar funcionalidade, peso, proporção e simetria.

O pó de MDF pode ser utilizado dentro do artesanato, por exemplo, para produzir pesos de porta e outros tipos de enchimentos. No estudo realizado por Fonseca et al. (2018), os produtos montados a partir dos resíduos de MDF, como próprios pesos de porta, foram doados a instituições assistenciais, que os comercializaram, gerando renda extra. Assim sendo, é possível perceber que a redução do impacto da reutilização dos resíduos vai além do ambiental, se estendendo a questões socioeconômicas (FONSECA et al., 2018).

A destinação adequada depende do tipo de resíduo, por essa razão, é de grande importância o armazenamento separado. O pó gerado nas três etapas (corte, colagem de fita e usinagem) fica retido nos exaustores acoplados nas respectivas máquinas. À vista disso, devem ser unidos para a destinação adequada do pó e não mesclado com os outros tipos de resíduos, como é feito atualmente. Para tal, após o enchimento dos exaustores, deve-se transportar o pó para tambores metálicos, identificados e tampados, para evitar acidentes de incêndio.

Ao considerar as aparas, essas devem ser separadas em caixotes com rodinhas até que possam ser transferidas também para tambores metálicos, identificados e tampados. Um ponto crucial nessa fase, é que a empresa continue reutilizando as aparas maiores em outros

projetos, visto que dessa forma, o resíduo gerado reduz e conseqüentemente o custo atrelado ao seu destino.

Diferentemente do pó, o residual de fita de PVC não é coletado por exaustores. Portanto, estes ficam espalhados pelo entorno do maquinário responsável pela colagem da fita. Para que esses sejam armazenados devem ser juntados diariamente e assim como os demais resíduos armazenados em tambores metálicos tampados, para evitar incêndios.

Um levantamento feito na região de Lavras-MG, apontou que Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) do município recebe retalhos de tecido que são resíduos de alguns empreendimentos locais para confecção de artesanato, como o caso de tapetes. Além desses, a APAE aceita recicláveis para serem utilizados em produção artesanal. Desse modo, deve-se analisar a viabilidade de mediar uma parceria com esta associação visto que já possuem uma mobilização interna para confecção de produtos a partir de outros resíduos.

Sendo assim, é possível perceber que para que a coleta, armazenagem e principalmente a destinação sejam de maneiras adequadas, é necessário que tenha recursos mínimos iniciais, como os tambores metálicos, etiquetas, educação ambiental para os funcionários e um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) para a empresa, contendo um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Além do mais, é pertinente que a “A” direcione uma área especial para que os resíduos gerados no processo industrial sejam armazenados até sua destinação. Com esse fim, o solo deve ser impermeável e o local fechado, evitando riscos de acidentes e contaminações ambientais.

5.5 Resíduos Sólidos sanitários

Atualmente, a coleta dos resíduos gerados nas áreas administrativas e comuns da fábrica (como refeitório, escritório e banheiros) é realizada apenas 2 vezes por semana via caminhão compactador da prefeitura municipal. A rua onde a fábrica se localiza não faz parte da rota da coleta seletiva. Com isso, a empresa não faz a separação dos seus resíduos recicláveis, entretanto, conforme o gerente, os materiais mais gerados são os papéis pelo administrativo e o orgânico pela alimentação dos funcionários.

Tanto os papéis quanto os orgânicos gerados podem ser destinados de forma adequada, de modo a não serem dispostos em aterros sanitários. Os papéis podem ser doados a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Lavras (ACAMAR) e os orgânicos

para pequenos produtores da região que fazem compostagem, transformando os resíduos orgânicos em adubo natural.

Para que os resíduos de papel e os orgânicos possam ser doados, primeiramente, estes precisam ser separados adequadamente. Para tal fim, orienta-se que sejam segregados em quatro categorias distintas, os papéis, que são os resíduos mais gerados na área administrativa da movelaria, os orgânicos, os recicláveis, com exceção dos papéis, e os resíduos cinzas ou não recicláveis. Optou-se pela separação dos papéis dos demais resíduos recicláveis, pois, estes são os gerados majoritariamente e são facilmente contaminados. O Quadro 2 apresenta o armazenamento adequado para cada categoria escolhida.

Para facilitar a destinação dos orgânicos para a compostagem local, é necessário que esta categoria de resíduo também seja destacada. Um quesito benéfico na segregação dos orgânicos é que se evita a contaminação dos recicláveis. Assim, como maneira de boas práticas, deve-se orientar os funcionários que atuam na separação e manuseio adequado, como, lavar e secar os recicláveis antes do armazenamento e que os papéis devem estar secos e dobrados.

Quadro 2- Armazenamento indicado para cada categoria de resíduos sólidos sanitários.

Categoria dos resíduos	Armazenamento
Papéis	Tambores metálicos na cor azul, adequadamente identificados e tampados para reduzir o risco de incêndio.
Recicláveis	Tambores metálicos, adequadamente identificados e tampados para reduzir o risco de incêndio.
Orgânicos	Tambores adequadamente identificados e tampados.
Não recicláveis	Tambores metálicos, adequadamente identificados e tampados para reduzir o risco de incêndio.

Fonte: Do autor (2022).

CONCLUSÕES

Com base na análise dos resultados aferidos, os principais resíduos sólidos gerados pela movelaria “A” são as aparas de MDF, pó de MDF e resíduo de fita de borda de PVC. Esses são classificados como resíduo classe II A pela NBR 10.004 (2004). O único material notado como classe I (perigosos) pela NBR foram os resíduos da cola usada para aderir a fita ao MDF, entretanto, não foram quantificados, mas são a minoria e devem ser destinados para aterros licenciados.

Sabendo que medidas de não geração são de grande importância, atualmente, a “A” contém um plano de corte alinhado ao programa que já reduz e evita a geração de resíduos. Uma outra ação importante observada na empresa aqui analisada é que ela já separa as aparas que podem ser utilizadas em outros projetos, como os móveis de banheiro que demandam menores tamanhos de painéis.

Para a destinação dos resíduos produzidos na indústria mineira, tem-se a necessidade da coleta e armazenamento adequados. Com isso, torna-se importante algumas ações internas como o uso de recipientes apropriados e identificados, além de área para armazenamento impermeável e fechada, a fim de se evitar acidentes e contaminações. Por fim, para que o processo como um todo ocorra de maneira segura e correta, os funcionários responsáveis devem ser treinados para um correto manuseio, armazenamento e separação dos resíduos gerados.

Dessa forma, para um reaproveitamento econômico, visto que a movelaria não contém um planejamento orçamentário destinado para este fim, conclui-se que seria viável a adoção de práticas simples e de cunho social. Por conseguinte, foi identificado a opção da doação das aparas e do pó para o artesanato da cidade de Lavras, com o intuito de utilizar, por exemplo, as aparas na confecção de pequenos objetos e o pó como enchimento e subproduto de massas, e para granjas da região utilizarem como forros de cama de frango.

Nesse contexto, tal prática de destinação e reutilização dos resíduos pode ser adotada por demais empresas do ramo. Isso evidencia o fato de que este trabalho pode servir de exemplo para indústrias com atividades em setores relacionados, inspirando modelos de reaproveitamento e destinação de resíduos com atenção aos impactos socioambientais. Além disso, espera-se que este trabalho possa contribuir com pesquisas futuras na área de descarte e reutilização de resíduos sólidos, resíduos de indústrias que trabalham com MDF e afins e, também, para novas sugestões e inovações sobre o reuso das aparas, pó e demais resíduos similares.

REFERÊNCIAS

ABIMÓVEL (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO). **Consolidado 2021 e primeiros resultados de 2022:** ABIMÓVEL anuncia dados da indústria de móveis. Disponível em: <<http://abimovel.com/capa/dados-do-setor/>> Acesso em: 12 de agosto 2022.

ABIPA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DDA INDÚSTRIA DE PAÍNEIS DE MADEIRA). **Produtos e tecnologia:** nossos produtos. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/produtosMDP.php>>. Acesso em: 16 de maio 2022.

ABREU, Luciana Barbosa de; MENDES, Lourival Marin; SILVA, José Reinaldo Moreira da. Aproveitamento de resíduos de painéis de madeira gerados pela indústria moveleira na produção de pequenos objetos. **Revista Árvore**, v. 33, p. 171-177, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/j4NJD5NjzVPGnZ9FgYDLSJK/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 26 de jan. 2022.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10006:** Solubilização de Resíduos – Procedimento. Rio de Janeiro-RJ, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10007:** Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro-RJ, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro-RJ, 2004. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: http://www.suape.pe.gov.br/imagens/publicacoes/normas/ABNT_NBR_n_10004_2004.pdf Acesso em: 31 de jan. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2:2005.** Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15316-1:** Chapas de fibras de média densidade. Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2004), **NBR ISO 14001 –** Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7170:1983.** Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15.316-1:2014.**Painéis de fibras demédia densidade. Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, 2014.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL. **O setor de móveis na atualidade**: uma análise preliminar. Rio de Janeiro: BNDS, 2007. Disponível em: <www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set2503.pdf>. Acesso em: 16 de maio 2022.

BELINI, Ugo Leandro et al. Propriedade de painéis MDF de Eucalipto. **Revista da Madeira**, Sine loco edição n°125, novembro de 2010. Disponível em: <<http://madeira.set.eesc.usp.br/article/view/127>> Acesso em: 19 de maio 2022.

BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 31 de jan. 2022.

BRITO, Leandro de Souza; CUNHA, Magda Elisa Turini. Reaproveitamento de resíduos da indústria moveleira. **Unopar Científica Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 8, n. 1, 2009. Disponível em: <<https://revista.pgsskroton.com/exatas/article/view/619>> Acesso em: 26 de jan. 2022.

CAETANO, Miraya Dutra DegliEsposti. **Análise do gerenciamento de resíduos sólidos em micro e pequenas empresas do setor de móveis de madeira da grande Vitória-ES**, 2017

CAMPOS, CI de; LAHR, Francisco Antônio Rocco. Estudo comparativo dos resultados de ensaio de tração perpendicular para MDF produzido em laboratório com fibras de pinus e de eucalipto utilizando uréia-formaldeído. **Matéria**, v. 9, n. 1, p. 32-42, 2004. Disponível em <<http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10108/10592.pdf>>. Acesso em: 19 de mai. 2022.

CASSILHA, Antonio Carlos et al. Indústria moveleira e resíduos sólidos: considerações para o equilíbrio ambiental. **Revista Educação & Tecnologia**, n. 8, 2004. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/view/1142>>. Acesso em: 16 de maio 2022.

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

DA SILVA, Cleiton Luiz Loyola. Gerenciamento de Resíduos e sua Importância para o Sistema de Gestão Ambiental. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 2, n. 2, 2016. Disponível em: <<http://143.244.215.40/index.php/reinpec/article/view/133>> Acesso em: 25 de jan. 2022.

DAL VESCO, Gilberto Ribeiro. **Setor moveleiro: uma análise da indústria no Brasil de 2007 a 2015**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/3140>> Acesso em: 26 de jan. 2022.

DECRETO N° 10.936, DE 12 DE JANEIRO DE 2022. **Regulamenta a Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm> Acesso em: 31 de jan. 2022.

FARAGE, R. M. P. Avaliação do potencial de aproveitamento energético dos resíduos de madeira e derivados gerados em fábricas do polo moveleiro de Ubá - MG. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 23, n.1, -p. 203 – 212, jan – mar, 2013.

FERREIRA, Suelem Daiane. **Estudo da viabilidade da conversão térmica de resíduos de fibra de média densidade (MDF)**. 2014. Disponível em:

<<https://repositorio.ucs.br/handle/11338/800>> Acesso em: 31 de maio 2022.

FONSECA, E. S. et al. Reutilização de resíduos de MDF de pequenas marcenarias da cidade de Itu–SP. In: **6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente**. 2018.

Disponível em: <https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=139&ano=_sexto>

Acesso em: 26 de jan. 2022.

GONÇALVES, Sidalina Santos; HELIODORO, Paula Alexandra. A contabilidade ambiental como um novo paradigma. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v.1, n.3, 2005. Acesso em: 08 de fev. de 2022.

JOHANSSON, Fernando. **Alternativas de destinação de resíduos de MDF**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em:

<<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/9673>> Acesso em: 19 de maio 2022.

KOCH, Marciano Ricardo. **Gestão de resíduos sólidos de uma indústria de aglomerados e moveleira-um olhar para sustentabilidade**. 2013. Dissertação de Mestrado. Disponível em:

<<http://hdl.handle.net/10737/293>> Acesso em: 25 de jan. 2022.

KOZAK, Pedro Altamir et al. Identificação, quantificação e classificação dos resíduos sólidos de uma fábrica de móveis. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 6, n. 2, p. 203-212, 2008.

Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/10478>> Acesso em:

26 de jan. 2022.

MACEDO, Angela Regina Pires; ROQUE, Carlos Alberto Lourenço. **Painéis de madeira**.

1997. Disponível em: < <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3084>> Acesso em: 08 de fev. 2022.

MACHADO, Eduardo Corrêa; REIS, Oswaldo Henrique Barolli. Reutilização do pó de mdf como agregado na produção de blocos maciços para alvenaria. **Reutilização do pó de mdf como agregado na produção de blocos maciços para alvenaria**, 2021. Disponível em:

<<http://192.100.247.84/handle/prefix/2258>> Acesso em: 19 de maio 2022.

MATTOS, René Luiz Grion; GONÇALVES, Roberta Mendes; LACERDA, Flávia das

Chagas. **Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas**. 2008. Disponível em: <

<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2526>> Acesso em: 08 de fev. 2022.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things**. 2002, New York: North Point Press.

MELNYK, Steven A.; SROUFE, Robert P.; CALANTONE, Roger. Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. **Journal of operations management**, v. 21, n. 3, p. 329-351, 2003.

MENDES, Marcela Lopes; GONÇALVES, Daniel Bertoli. Uma proposta para aplicação do conceito de ecodesign e economia circular na indústria moveleira. **ANAIS II SEMINARIO DE CIENCIAS AMBIENTAIS**, p. 92, 2020.

MOTTA, Clairto Zimmermann da; MOTTA, MarileneGuzzo da. **Estudo de caso para o reaproveitamento de pó de MDF na fabricação de briquete**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

NAHUZ, M. A. R. **Resíduos da indústria moveleira: a cadeia produtiva de móveis no Brasil**. São Paulo: IPT, 2005. (Divisão de Produtos Florestais).

NETO, César Mattos et al. Geração de energia a partir de briquetes produzidos de pó de serragem de MDF (MediumDensityFiberboard) proveniente de uma fábrica de móveis-biomassa. **Humanas Sociais & Aplicadas**, v. 5, n. 13, 2015.

PAZMINO, Ana Verónica. Uma reflexão sobre design social, eco design e design sustentável. **Simpósio Brasileiro de Design Sustentável**, v. 1, p. 1-4, 2007.

RIUL, Marília; RIBEIRO, Edson Leite. Diagnóstico e Diretrizes para a Gestão de Resíduos no APL de Móveis de João Pessoa-PB. UNOPAR. **Científica Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 11, n. 1, 2012.

RIUL, Marília et al. **Diagnóstico e diretrizes para a gestão de aspectos sociais e ambientais no APL de móveis de João Pessoa-PB**. 2010.

SANTOS, Caroline Gabriela Ferrazzo Borges dos et al. **Desenvolvimento de um composto polimérico de pet mdf como material de engenharia: estudo exploratório**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SCHLOTEFELDT, Josiane De Oliveira; BRIZOLLA, Maria Margarete Baccin. Sistema de gestão ambiental em uma indústria de móveis de madeira. **Salão do Conhecimento**, 2016.

SROUFE JR, Robert Paul. **Environmental management systems: implications for operations management and firm performance**. Michigan StateUniversity, 2000.

WITTACZIK, Beatriz Maria et al. **Sistema de gestão ambiental-ISO 14001: o caso da Indústria de Móveis Rudnick SA**. 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86405>>. Acesso em: 23 de maio 2022.

ANEXO

Tabela A 1- Geração de resíduos sólidos do dia 20 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.

Etapa de produção	Resíduo gerado	Massa (g)
Corte	Aparas	5.174
	Pó	5.969
Colagem fita de borda	Resíduo fita PVC	242
	Pó	1.320

Fonte: Do autor (2022).

Tabela A 2- Geração de resíduos sólidos do dia 21 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.

Etapa de produção	Resíduo gerado	Massa (g)
Corte	Aparas	9.630
	Pó	4.364
Colagem fita de borda	Resíduos fita PVC	171
	Pó	2.410

Fonte: Do autor (2022).

Tabela A 3- Geração de resíduos sólidos do dia 22 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.

Etapa de produção	Resíduo gerado	Massa (g)
Corte	Aparas	21.111
	Pó	11.024
Colagem fita de borda	Resíduos fita PVC	105
	Pó	1.600

Fonte: Do autor (2022).

Tabela A 4- Geração de resíduos sólidos do dia 23 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.

Etapa de produção	Resíduo gerado	Massa (g)
Corte	Aparas	27.468
	Pó	11.118
Colagem fita de borda	Resíduos fita PVC	50
	Pó	1.681

Fonte: Do autor (2022).

Tabela A 5- Geração de resíduos sólidos do dia 24 de junho 2022 nas etapas de corte e colagem de fita de PVC.

Etapa de produção	Resíduo gerado	Massa (g)
Corte	Aparas	47.733
	Pó	21.818
Colagem fita de borda	Resíduos fita PVC	230
	Pó	1.450

Fonte: Do autor (2022).

Tabela A 6- Geração de resíduos sólidos do dia 20 a 24 de junho 2022 na etapa de usinagem.

Etapa de produção	Resíduo gerado	Massa (g)
Usinagem	Pó	8.435

Fonte: Do autor (2022).