



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS
BACHARELADO EM GESTÃO AMBIENTAL**

**LUCÉLIA DE ALMEIDA CARVALHO
MARIA APARECIDA MIRANDA**

**ALTERNATIVAS PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO
MADEIREIRA EM SANTARÉM-PA**

**SANTARÉM, PA
2022**

**LUCÉLIA DE ALMEIDA CARVALHO
MARIA APARECIDA MIRANDA**

**ALTERNATIVAS PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO
MADEIREIRA EM SANTARÉM-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará – Ufopa, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Diani Fernanda da Silva Less

**SANTARÉM, PA
2022**

**LUCÉLIA DE ALMEIDA CARVALHO
MARIA APARECIDA MIRANDA**

**ALTERNATIVAS PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO
MADEIREIRA EM SANTARÉM-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará – Ufopa, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Data: ____ / ____ /2022

Banca Examinadora

Prof. Dra. Diani Fernanda da Silva Less– Orientadora
Universidade Federal do Oeste do Pará – Ufopa

Prof. Dr. Antônio do Socorro Ferreira Pinheiro
Universidade Federal do Oeste do Pará - Ufopa

Prof. Dr. Rafael Caldeira Magalhães
Universidade Federal do Oeste do Pará - Ufopa

Dedicamos este trabalho a Deus, pois esteve conosco em todo o decorrer do mesmo, á Deus toda a nossa gratidão.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos aos familiares e amigos que estiveram presentes durante nossa vida acadêmica e presenciaram todos os nossos esforços para que este dia fosse vivenciado. Aos professores que passaram no decorrer de nossa graduação nos repassando conhecimento e contribuindo de forma grandiosa para o profissionalismo de seus alunos, e de forma especial a nossa orientadora Diani Fernanda Less, por toda a dedicação em nos orientar. Finalmente agradecemos à Universidade Federal do Oeste do Pará, através desta instituição temos a honra de nos formarmos Gestoras Ambientais.

“Proteger o meio ambiente ... É um princípio orientador do nosso trabalho em prol do desenvolvimento sustentável; é um componente essencial na erradicação da pobreza e um dos alicerces da paz” kofi Annam.

RESUMO

A floresta produz matéria-prima para a obtenção de diversos produtos que podem ser classificados como madeireiros e não madeireiros, no ano de 2018 o Brasil foi o nono maior produtor de madeira serrada de folhosas do mundo, produzindo cerca de 2,4 milhões m³, foram exportados 20,24% da produção nacional, o que corresponde a US\$ 221.987.000,00. Durante o processo de transformação da madeira, são aproveitados de 40% a 60% de seu volume, o restante se converte em resíduo, muitas vezes gerenciados incorretamente, o que pode causar degradação ambiental e perda de lucro para a empresa. Nesse contexto este estudo teve como objetivo analisar o modelo de gerenciamento de resíduos sólidos de uma serraria de grande porte localizada em Santarém-PA e propor alternativas sustentáveis para seu aproveitamento adequado. Para isso, foram realizadas visitas *in loco* e entrevistas semiestruturadas para levantamento de informações relacionadas ao processo produtivo da empresa, identificação da geração de impactos ambientais e as possibilidades de melhoria do desempenho ambiental, e a regularização ambiental junto Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS). De acordo com a SEMAS - PA em Santarém existem 17 empresas do setor madeireiro que estão em conformidade ambiental, e juntas movimentam anualmente um volume de 126.226,3 m³ madeira beneficiada. A empresa alvo da pesquisa gera um total resíduos de madeira de 450 m³ por semana, sendo que uma parte deste resíduo é usada como fonte de energia (pontas de madeira) e o excedente (serragem) é doado para olarias e cerâmicas próximas do empreendimento. Observou-se que devido a grande quantidade de resíduo gerado ocorrem problemas de armazenamento, como alternativas de reaproveitamento que agreguem valor e previnam a degradação ambiental sugere-se a briquetagem e confecção de Pequenos Objetos de Madeira (POM).

Palavras chave: Serragem; Tecnologias Sustentáveis; Ambiental.

ABSTRACT

The forest produces raw material for obtaining various products that can be classified as timber and non-timber, in 2018 Brazil was the ninth largest producer of hardwood sawn wood in the world, producing about 2.4 million m³, 20.24% of the national production was exported, which corresponds to US\$ 221,987,000.00. During the wood transformation process, 40% to 60% of its volume is used, the rest is converted into waste, often incorrectly managed, which can cause environmental degradation and loss of profit for the company. In this context, this study aimed to analyze the solid waste management model of a large sawmill located in Santarém-PA and propose sustainable alternatives for its proper use. For this, on-site visits and semi-structured interviews were carried out to collect information related to the company's production process, identification of the generation of environmental impacts and the possibilities of improving environmental performance, and environmental regularization with the State Secretariat for the Environment and Sustainability (SEMÁS). According to SEMÁS - PA in Santarém there are 17 companies in the wood sector that are in environmental compliance, and together they annually handle a volume of 126,226.3 m³ of processed wood. The target company of the research generates a total of 450 m³ of wood waste per week, with a part of this waste being used as a source of energy (wood tips) and the surplus (sawdust) is donated to potteries and ceramics close to the enterprise. It was observed that due to the large amount of waste generated, storage problems occur, as alternatives for reuse that add value and prevent environmental degradation, briquetting and making Small Wooden Objects (POM) is suggested.

Keywords: Sawdust; Sustainable Technologies; Environmental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- a) Molde para a fabricação de cabos de talheres .b) Madeira processada.	26
Figura 2 - Mostruário de madeira comercializadas pela empresa.....	26
Figura 3– Fluxograma do Processo produtivo das tábuas e dos moldes dos cabos de talheres.	27
Figura 4 - Silo de Armazenamento da serragem na empresa.	28
Figura 5 - A) rejeitos da produção do molde B) rejeitos de moldes imperfeitos	29
Figura 6 - Percepção do excesso de serragem no silo.	29
Figura 7 - a) rejeitos da produção do molde b) rejeitos de moldes imperfeitos.....	30
Figura 8 - Modelo de Briquete.....	32
Figura 9 - Estrutura de uma usina de briquete	33
Figura 10 - A) Tapete feito com rejeitos de madeira. B) Chaveiros artesanais personalizados. C) Descanso de panela.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Uso tradicional dos resíduos de Madeira no Brasil.	16
Quadro 2 - Destinação mais utilizadas em indústrias e suas consequências ao meio ambiente.....	17
Quadro 3 - vantagens e desvantagens na utilização da energia da biomassa	21
Quadro 4 - comparação entre o uso de briquete e lenha	34

LISTA DE SIGLAS

- ANEEL** Agência Nacional de Energia Elétrica
- BEN** Balanço Energético Nacional
- CBVC®** compósito biomassa vegetal-cimento
- CEAMA** Centro de Estudos Amazônicos
- CENBIO** Centro Nacional de Referência em Biomassa
- CONAMA** Conselho Nacional de Meio Ambiente
- CONFEA** Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
- COOMFLONA** Cooperativa Mista da Flona do Tapajós
- DAE** Documento de Arrecadação Fiscal.
- EPE** Empresa de Pesquisa Energética
- FAO** Food and Agriculture Organization
- FSC** Forest Stewardship Council
- GEPROF** Gerência de Projetos e Processamentos de Produtos e Subprodutos Florestais
- IBÁ** Indústria Brasileira de Árvores
- IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e estatística
- L.O** Licença de Operação
- POM** Pequenos Objetos de Madeiras
- RIAA** Relatório de Informação Ambiental Anual
- SEBRAE** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- SEMAS** Secretaria Estadual do Meio Ambiente
- SISFLORA** Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais
- SGA** Sistema de Gestão Ambiental
- SNIF** Sistema Nacional de Informações Florestais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivos Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Resíduo de madeira	15
3.2 Impactos Ambientais do Beneficiamento da Madeira.....	16
3.3 Ferramentas da Gestão Ambiental	17
3.3.1 <i>International Organization for Standardization (ISO) 14000</i>	17
3.3.2 ISO 14001	18
3.3.3 Produção mais Limpa (P+L).....	18
3.3.4 Prevenção a Poluição (P2).....	19
3.4 Legislação Estadual.	19
3.4 Oportunidades para o Reaproveitamento dos Resíduos de Madeira.....	20
3.4.1 Geração de Energia	20
3.4.2 Carvão vegetal	21
3.4.3 Compostagem	22
3.4.4 Insumos Químicos e Combustíveis	23
3.4.5 Materiais para Construção Civil.....	23
3.4.6 Técnica de Briquetagem.....	24
3.4.7 Pequenos objetos de madeira POM.....	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Tipo de Pesquisa.....	25
4.2 Coleta de Dados	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25

5.1 Caracterização Quali-quantitativa do Processo Produtivo.....	25
5.2 Identificação de Possíveis Impactos Ambientais	29
5.3 Regularização ambiental	30
5.4 Proposição de medidas para o aproveitamento dos resíduos e melhoria do desempenho ambiental	31
5.4.1 Proposta para o aproveitamento da serragem de madeira: técnica de briquetagem.	32
5.4.2 Proposta para o aproveitamento das pontas de madeira: POM.....	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A floresta produz matéria-prima para a obtenção de diversos produtos que podem ser classificados como madeireiros e não madeireiros. Os produtos não madeireiros são os produtos não-lenhosos de origem vegetal, os serviços sociais, ambientais e outros serviços que podem ser obtidos da floresta. Enquanto os produtos madeireiros são todos os materiais lenhosos que podem ser aproveitados em serrarias, estacas, postes, etc (Sistema Nacional de Informações Florestais-SNIF, 2016).

Segundo o relatório da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2019), do total de 7,83 milhões de hectares de árvores plantadas no Brasil em 2018, 36% pertencem às empresas do segmento de celulose e papel. Em segundo lugar, com 29%, encontram-se os proprietários independentes, que investem em plantios florestais para a comercialização de madeira em tora.

De acordo com *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2020), no ano de 2018 o Brasil foi o nono maior produtor de madeira serrada de folhosas do mundo, produzindo cerca de 2,4 milhões m³, e deste total 485.792 m³, representando 20,24% da produção nacional, o que corresponde a US\$ 221.987.000,00.

No processo produtivo das indústrias de base florestal nem toda matéria-prima é aproveitada para a obtenção do produto final, resultando em grandes volumes de resíduos. Maron (2000) classifica tais resíduos em: resíduo florestal que corresponde a 18% do total gerado, o qual é produzido no momento da colheita como as partes quebradas, pontas de árvores, toras de pequenas dimensões e casca; resíduo primário (até 55% do total gerado) gerado no processamento da madeira, como as costaneiras e a serragem; resíduo secundário, que são os paletes, caixarias de construção civil e outros rejeitos. Estes resíduos quando corretamente manejados apresentam alta capacidade de reaproveitamento de diversas formas, como por exemplo, na atividade de carvoejamento e produção de bioenergia (NUMAZAWA *et al.*, 2017).

Ainda sobre os resíduos primários, o processo de usinagem da madeira serrada, que envolve o abate, descascamento, desdobro, laminação, produção de partículas e beneficiamento, é um dos maiores geradores de resíduos, Zanin *et al* (2002) afirma que nesse processo o percentual de resíduos gerado pode equivaler a

50% do volume total. Nas serrarias os tipos de resíduos produzidos além da serragem e costaneiras são as aparas, cavacos e/ou lascas, produzidos quando as peças são aparadas para padronizar a largura, o comprimento e a espessura (FONTES, 1994).

De acordo com Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2017) 65% do beneficiamento de madeira é perdido em serragem, gerando em média 18 milhões de toneladas de resíduos somente no estado de São Paulo. No entanto, tal desperdício depende da indústria e/ou da região onde o processamento ocorre, pois é influenciado por fatores como, tipo de processo e da matéria prima utilizadas, produto final, as condições tecnológicas e a disponibilidade de matéria prima (HITLING *et al.*, 2006).

Embora as empresas modernas incluam em sua atividade o gerenciamento ambiental e o aproveitamento integrado de seus subprodutos, ainda existem serrarias despreparadas para o descarte apropriado de seus rejeitos. De acordo com a política nacional de resíduos sólidos, Lei 12.305/2010 os resíduos de madeira não podem ser jogados em lixões, por exemplo, sendo o seu descarte inadequado considerado um crime ambiental. É importante destacar ainda o artigo 9º da referida lei, na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Segundo Mello e Anunciação (2015), buscar pela eficiência e aprimorar o processo produtivo é tão importante quanto à atenção dada ao meio ambiente e aos resíduos gerados pela produção. No entanto, não se pode encarar os resíduos como algo sem valor, pois, quando tratados adequadamente, podem ajudar a gerar melhores resultados econômicos.

Nos processos produtivos podem ocorrer muito desperdício de matéria prima e materiais que se não forem dispostos adequadamente podem ocasionar impactos negativos ao meio ambiente, como poluição do ar e do solo, questões como estas necessitam de gestão e gerenciamento de resíduos.

No município de Santarém-PA, observa-se a presença de diversas indústrias madeireiras especializadas no processamento da madeira serrada. Baseando-se no fato de que esta atividade gera grandes quantidades de resíduos, que ao serem descartados inadequadamente podem causar poluição do ar, do solo e dos corpos

hídricos, é necessário conhecer o processo produtivo destas empresas e o modelo de gerenciamento de resíduos visando a melhoria do desempenho ambiental e conseqüentemente reduzir ou eliminar tais impactos, evitando o desperdício de recursos naturais e financeiros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Geral

Analisar o modelo de gerenciamento de resíduos sólidos de uma serraria de grande porte localizada em Santarém-PA e propor alternativas sustentáveis para o aproveitamento adequado.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar quali-quantitativamente o processo produtivo da empresa identificando as principais fontes geradoras de resíduos;
- b) Identificar os possíveis impactos ambientais decorrentes das atividades.
- c) Analisar as medidas de prevenção a poluição adequadas a atividade e propor alternativas de redução e reaproveitamento dos resíduos gerados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Resíduo de madeira

Os resíduos geralmente são considerados como um problema na industrialização da madeira, pois sua deposição e uso adequado causam custos elevados que muitas vezes a empresa deseja evitar. O conhecimento da quantidade, da qualidade e de possíveis alternativas de uso, pode dar a este material um destino viável e adequado.

O resíduo de madeira faz parte da classe II é classificado como sólido, seco, de decomposição orgânica e de origem industrial e apesar de não apresentarem periculosidade, não são inertes. Como exemplos de resíduos da classe II, têm-se restos de alimentos, sucatas de metais ferrosos, metais não ferrosos, restos de madeira, papel, papelão, materiais têxteis e areia de fundição. Esses são divididos nas classes IIA e IIB (ABNT, 2004.)

Resíduos sólidos madeireiros podem ser entendidos como o material advindo da lenha, que por causa de restrições tecnológicas ou do mercado, acabam sendo inutilizado nas operações de colheita florestal ou na transformação da madeira em produtos acabados ou no fim da sua vida útil (LOPES, 2016). No Quadro 1 apresenta-se alguns usos do resíduo de madeira no Brasil.

Quadro 1-Usos tradicionais dos resíduos de Madeira no Brasil.

USO	RESÍDUO	DESCRIÇÃO
Adubo	Serragem em geral e madeira sólida picada	Usada <i>in natura</i> ou após etapas de compostagem para proteção do solo e como adubo. Inclui a cama de galinha usada.
Cama de galinha	Serragem em geral	Serragem macia para contato com animais. Após o uso, a serragem suja com estrume pode ser usada como adubo.
Carvão e combustíveis	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos.	Processos industriais para produção de carvão, álcool, metanol e gás combustível
Energia elétrica	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos. Briquetes de serragem prensada	Usado como lenha em usinas termoelétricas para obtenção de energia elétrica. Há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
Energia térmica	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos. Briquetes de serragem prensada	Queima para obtenção de calor. Usado em fornos de padarias, pizzaria, olarias e em caldeiras industriais. Há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
Extração de óleos e resinas	Serragem em geral.	Extração industrial de óleos e resinas para uso como combustível, resinas plásticas, colas e essências.
Madeira reconstituída	Serragem em geral	Na fabricação de chapas de madeira reconstituída

Fonte: Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia (2019).

3.2 Impactos Ambientais do Beneficiamento da Madeira

Quanto aos impactos ambientais, Seiffert (2011) salienta como sendo “qualquer modificação no meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em partes, dos aspectos ambientais da organização”.

A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (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 – qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

A destinação inadequada de resíduos ocasiona diversas consequências negativas, tanto no meio social (problemas de saúde), como ambiental (impactos no solo, ar e água devido ao acúmulo de resíduo),. Os impactos causados por resíduos provenientes de serrarias ao meio ambiente estão diretamente ligados à exploração madeireira e na quantidade de serragem desperdiçada ou queimada. Além disso, algumas técnicas de destinação final comumente empregadas também podem ocasionar impactos negativos, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2 – Destinação mais utilizadas em indústrias e suas consequências ao meio ambiente

Destinação dos resíduos de madeira	IMPACTOS AMBIENTAIS		
	Ar	Água	Solo
Deposição em aterros	Emissões de gases do efeito estufa, odores desagradáveis.	Contaminação do lençol freático.	Acúmulo de substâncias perigosas no solo.
Incineração	Emissão de CH ₄ , CO ₂ , SO ₂ , dioxinas	Precipitação de substâncias perigosas em águas superficiais	Escórias e cinzas provenientes da incineração dispostas no solo.

Fonte: Adaptado de SEBRAE Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas (2015).

3.3 Ferramentas da Gestão Ambiental

3.3.1 *International Organization for Standardization (ISO) 14000*

É certo de que toda empresa visa lucros e, para tanto, as ações de preservação ou de redução dos impactos ao meio ambiente devem ser realizadas com uma política sustentável de modo que não prejudique o crescimento econômico da empresa. Assim, a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) vinculado à certificação ambiental, favorece não apenas um ambiente mais sustentável, mas também as empresas certificadas, os fornecedores, os clientes e os órgãos ambientais.

As normas ISO 14000 se aplicam às atividades industriais, extrativistas, agroindustriais e de serviços certificando as instalações da empresa, linhas de produção e produtos que satisfaçam os padrões de qualidade ambiental.

A ISO 14000 faz alguns requerimentos específicos, incluindo:

- a) Compromisso da alta gerência com a administração ambiental;
- b) Desenvolvimento e comunicação de uma política ambiental;
- c) Estabelecimento de requerimentos que sejam relevantes do ponto de vista legal e regulador;
- d) Estabelecimento de objetivos e metas ambientais;
- e) Estabelecimento e atualização de um programa ambiental específico ou programas pensados para atingir os objetivos e metas;
- f) Implementação de sistemas de apoio como treinamento, controle operacional e planejamento de emergência;
- g) Monitoramento e medidas frequentes de todas as atividades operacionais;
- h) Procedimento para auditoria completa a fim de rever o funcionamento e a adequação do sistema.

Para que uma empresa garanta o seu Certificado ISO 14000, ela deve se comprometer com as leis previstas na legislação ambiental de seu país. Este certificado simboliza que determinada empresa tem preocupação com a natureza e possui responsabilidades com o meio ambiente. De acordo com Dias (2017) essa é uma forma que a empresa utiliza para estabelecer uma comunicação ecológica com a sociedade, ou seja, agregar valor aos seus processos e produtos através de um instrumento de promoção da sua responsabilidade ambiental.

3.3.2 ISO 14001

A finalidade geral desta norma é equilibrar a proteção ambiental e a prevenção de poluição com as necessidades socioeconômicas. A ISO 14001 I têm por objetivo prover as organizações de elementos de um sistema da gestão ambiental (SGA) eficaz que possam ser integrados a outros requisitos da gestão, buscando resolver, mitigar ou prevenir problemas ambientais e auxiliar no alcance dos seus objetivos ambientais e econômicos (NEGREIROS 2009).

3.3.3 Produção mais Limpa (P+L)

A P+L é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência global e reduzir riscos para os seres humanos e o meio ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Para Pusavec *et al.*, (2010), a P+L está sendo cada vez mais utilizada nas empresas com sistema de produção sustentável ou que aplicam o conceito de reduzir a geração de resíduos e perdas, reutilizar os resíduos gerados e reciclar os resíduos que não puderem ser reutilizados em suas instalações.

3.3.4 Prevenção a Poluição (P2)

A P2 foi definida por Duncan (1994) como qualquer prática que reduz a quantidade ou impacto ambiental e na saúde de qualquer poluente antes de sua reciclagem, tratamento ou disposição final, incluindo modificação de equipamentos ou tecnologias, reformulação ou redesign de produtos, substituição de matérias-primas e melhoria organizacional (*housekeeping*), treinamento ou controle de inventário.

3.3.5 Legislação Estadual.

O Serviço Florestal Brasileiro atua como órgão gestor, na esfera federal, de programas e planos relacionados às atividades florestais, como a concessão florestal, plano de capacitações em manejo, produção, beneficiamento e serviços, desenvolvimento de estudos de mercado, gerenciamento de sistemas de informação e cadastro das florestas públicas, com o intuito de favorecer a articulação entre as iniciativas municipais, estaduais e federais, de forma a condizer com objetivos nacionais estabelecidos para o setor florestal.

No Estado do Pará considerando a necessidade de regulamentar a utilização dos Créditos de Produtos de Origem Florestal está em vigor a Instrução Normativa nº 27/2009, onde coloca que:

A extração, coleta, beneficiamento, transformação, industrialização, comércio, transporte e armazenagem de produtos florestais, serão registrados e controlados no Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais (SISFLORA) como créditos de produtos, utilizando as seguintes unidades de medidas padrão:

No Artigo 4º fala a respeito da industrialização e transformação de produtos ou subprodutos florestais por meio do processamento industrial que devem ser informadas no Sistema Sisflora, de acordo com os índices de conversão padrão utilizados pelo Sistema.

Já a Instrução Normativa nº 42 (PARÁ, 2010), considera a necessidade de adequação dos índices de conversão para contemplar o uso de resíduos

provenientes do beneficiamento e industrialização da madeira pelo setor moveleiro assim fica liberado no SISFLORA a emissão de Guias Florestais para o produto classificado como Resíduo (Código 5), unicamente para empreendimentos que comercializem estes resíduos com as classificações de beneficiamento e industrialização.

Em vista da necessidade de regulamentação do uso de pó de serra no Estado do Pará, s Instrução Normativa nº 034 (PARÁ, 2009), regulamenta que a liberação do empreendimento vendedor para a emissão de GF3 para o produto Resíduo se dará mediante solicitação junto ao GESFLORA/SEMA-PA. Esta solicitação deverá ser feita pelo empreendimento comprador do Resíduo onde o mesmo deverá informar o número do Cadastro de exploradores e Consumidores de Produtos Florestais (CEPROF). do seu fornecedor. E para a doação ou venda do resíduo florestal denominado de pó de serra, seus produtos e subprodutos, incluindo briquetes e peletes, fica o empreendedor liberado da obtenção de guia florestal, desde que apresente a declaração de doação ou nota fiscal de venda competente, nas verificações feitas por agentes públicos, salvo nas hipóteses de produção própria.

3.4 Oportunidades para o Reaproveitamento dos Resíduos de Madeira

3.4.1 Geração de Energia

O sistema de produção de energia do Brasil está baseado em hidrelétricas, as quais não são suficientes para atender a demanda nacional. Uma fonte alternativa para a geração de energia elétrica e mecânica é a utilização da biomassa. No Brasil, a participação da biomassa na matriz de eletricidade nacional, já representa cerca de 17%, segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL,2018).

Pesquisas que envolvem o uso de biomassa para a geração de energia mostram que o uso desta tecnologia pode trazer diversos benefícios em termos de qualidade de energia, impactos na vida humana e meio ambiente. O aproveitamento térmico de biomassa é uma forma barata e tecnologicamente viável de produzir energia (CHRISOSTOMO, 2011).

A energia inserida na lenha de madeira para uso energético nunca sofreu processo de conversão ou modificação termoquímica, sendo dessa forma denominada de “Energia Primária da Biomassa”. Quando essa energia for liberada total ou parcialmente, será seu primeiro processo de modificação termoquímica. (CELSO FOELKEL, 2016).

Segundo Calisto *et al.*, (2019), a biomassa pode ser definida como qualquer tipo de matéria orgânica que pode ser transformada em energia mecânica, elétrica ou térmica. Dependendo da sua origem, pode ser classificada como florestal (madeira, por exemplo), agrícola (soja, arroz, cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólido ou líquido).

Quadro 3 - Vantagens e desvantagens na utilização da energia da biomassa.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
É uma energia renovável	Deflorestação de florestas, além da destruição de habitat;
É pouco poluente, não emitindo dióxido de carbono (de acordo com o ciclo natural de carbono neutro)	Possui um menor poder calorífico quando comparado com outros combustíveis;
É altamente viável e a resposta às variações de procura é elevada	Os biocombustíveis líquidos contribuem para a formação de chuvas ácidas
A biomassa sólida é extremamente barata, sendo as suas cinzas menos agressivas para o ambiente; Verifica-se uma menor corrosão dos equipamentos (caldeiras, fornos, etc.)	Custo elevado na aquisição de equipamentos industriais;
A não emissão de dióxido de enxofre	Dificuldades no transporte e no armazenamento de biomassa sólida;

Fonte: Adaptada de Reis (2016).

3.4.2 Carvão vegetal

No Brasil, cerca de 60% a 80% da produção de carvão vegetal é realizada em fornos de alvenaria básica. Estes possuem capacidade de processamento limitada e com controle dos parâmetros de carbonização, levando a mudanças consideráveis de temperatura durante a pirólise da madeira (Oliveira *et al.*, 2013).

Segundo informações do Balanço Energético Nacional em 2017, o país produziu cerca de 5,2 milhões de toneladas de carvão vegetal, sendo 85% utilizado no setor industrial, pelas siderúrgicas, metalúrgicas e aciarias, enquanto que o consumo residencial e o de estabelecimentos comerciais (churrascarias), juntos,

corresponderam a 13% (677.000 toneladas), sendo destinado, principalmente, para a cocção de alimentos, como o churrasco (Empresa de Pesquisa Energética, 2018).

Em um estudo realizado pela IBÁ (2016) mostra que os setores de madeira cultivada e de produção de carvão vegetal no Brasil estão recebendo investimentos e passaram a empregar milhares de pessoas. Segundo IBÁ (2016), o Brasil somou em 2015 uma área cultivada na ordem de 7,8 milhões de hectares. Desta, 5,6 milhões de hectares com árvores do gênero *Eucalyptus spp* e 1,6 milhões de hectares com o gênero *Pinus spp*. Da área cultivada com eucalipto, 34% e 14% estão associadas, respectivamente, à indústria de papel e celulose e à indústria siderúrgica a carvão vegetal.

Em termos de magnitude econômica, em 2015, somente suas empresas associadas investiram R\$10,5 bilhões em florestas e unidades industriais. Deste valor, R\$4,5 bilhões na produção florestal. Empregaram diretamente 540 mil pessoas em 2015. Estimou-se que o desembolso total com salários decorrente da atividade florestal (considerando empregos diretos, indiretos e resultantes do efeito renda) tenha sido da ordem de 3,8 bilhões reais. Esta indústria foi responsável por R\$11,3 bilhões de reais em tributos federais, estaduais e municipais, o que correspondeu a 0,9% de toda a arrecadação brasileira em 2015. (IBÁ 2016)

3.4.3 Compostagem

Para o tratamento biológico de resíduos orgânicos, há um destaque especial para compostagem, por diminuir o potencial poluidor e contaminante dos resíduos e convertê-los em um composto orgânico capaz de repor os nutrientes no solo (DOMÍNGUEZ; GÓMEZ, 2010).

A serragem pode ser usada como fertilizante orgânico, e seus nutrientes podem ser reciclados através do sistema solo-planta. Todavia, a aplicação direta de materiais lignocelulósicos no solo pode apresentar algumas desvantagens, tais como fitotoxicidade, imobilização de nutrientes e concentração de sais desequilibrada. O uso da serragem como condicionador de solos é limitado pela lentidão com que este material é degradado em condições naturais e a relativa estabilidade estrutural dos componentes da madeira, como a lignina e a celulose (MAIA, 2003).

A compostagem é uma das alternativas mais eficientes para o tratamento de resíduos lignocelulósicos, como a serragem, tanto sob o ponto de vista econômico

como ambiental, uma vez que a reciclagem de resíduos orgânicos tem grandes implicações no manejo de solos e do ambiente, com aplicações diretas em tecnologias de recuperação de solos contaminados com pesticidas ou outros resíduos orgânicos tóxicos, de minimização de riscos de erosão e de desertificação de solos, de controle de emissão de CO₂ através do uso de húmus mais estáveis e ainda de manejo de nutrientes. As substâncias húmicas, quando associadas a fertilizantes químicos inorgânicos, podem servir como fertilizantes de liberação controlada, resultando em economia de recursos e menor impacto negativo no ambiente (BRANCO *et al.*, 2005)

A produção de húmus a partir de resíduos orgânicos agroflorestais ou industriais representa uma contribuição importante na reciclagem e imobilização do carbono nos ecossistemas terrestres.

3.4.4 Insumos Químicos e Combustíveis

A indústria de papel e celulose é a maior produtora de insumos químicos a partir da madeira. Após a separação da celulose, os açúcares presentes no licor podem ser fermentados para a produção de álcool. Goldstein (1986) cita inúmeros exemplos da obtenção de insumos e combustíveis a partir da biomassa. Através da oxidação alcalina da lignina pode-se produzir a vanila (essência de baunilha), ácido vanílico e outros ácidos e aldeídos aromáticos usados em sínteses orgânicas. A partir do licor negro do processo Kraft pode-se obter dimetilsulfeto, dimetilsulfóxido e dimetilsulfona, usados como solventes e reagentes químicos.

O furfural, usado como solvente industrial (matéria-prima para obtenção de derivados e polímeros) pode ser obtido a partir do tratamento com ácido forte de pentoses presentes na madeira. Segundo Mori (1997), os taninos são polifenóis solúveis em água que podem ser extraídos da casca de várias espécies florestais e usados na produção de adesivos de madeira.

3.4.5 Materiais para Construção Civil

Grande (1991) estudou a incorporação de pó de serra (serragem em menor granulometria) a ligantes aéreos e hidráulicos, com ou sem areia para a obtenção de um produto leve, absorvente térmico e acústico e com resistência desejada. Este produto pode ser empregado como enchimento de estruturas, material leve em

forma de argamassas, placas, blocos e misturas secas. O material aceita a aplicação de solventes, tintas, colas, seladores para madeira, podendo ainda ser serrado ou parafusado com a vantagem de ser produzido na obra. Estudos preliminares em corpos de prova obtidos pela compressão simples de solo-cimento-serragem mostram que a mistura apresenta resistência à compressão compatível para o emprego na construção de habitações para população de menor renda.

Pimentel (2000) afirma que compósito biomassa vegetal-cimento (CBVC®) podem ser utilizados para as mais diversas finalidades. Os painéis de cimento-madeira são fabricados a partir da mistura de partículas de madeira, um aglutinante mineral (cimento ou gesso), água e aditivos químicos (MENDES et al., 2011), a utilização deste subproduto possui boa aceitação no mercado internacional como os da Europa.

3.4.6 Técnica de Briquetagem

Segundo Paula (2010), os briquetes são produzidos a partir da compactação dos resíduos a elevadas pressões e temperatura, este processo consiste em aplicar pressão a uma massa de partículas dispersas, tendo como objetivo torná-los um sólido geométrico e compacto, com um elevado teor calorífico (BOAS, 2011).

Segundo Dos Santos (2015) o briquete é uma lenha de alta qualidade, pois possui uma densidade elevada e é seco, o que facilita a armazenagem e o transporte barateando o custo, associa-se a isto, busca pela sustentabilidade e a promoção da chamada economia verde, têm contribuído para ampliar o consumo, e, conseqüentemente, a produção de briquetes no Brasil.

3.4.7 Pequenos objetos de madeira POM

POM é sigla dada à Pequenos Objetos de Madeiras, que a cada dia, estão sendo conhecidos pela maioria do setor madeireiro/moveleiro, possuem um diferencial pois podem ser produzidos por qualquer tipo de madeira. Esses objetos, relativamente pequenos em seu tamanho, têm uma grande importância no cotidiano. São utensílios utilizados de uso doméstico e decorativo, como tábuas de frios, acessórios de mesa e cozinha. Os POM nos chegam também como artigos esportivos, de decoração, brinquedos e complementos mobiliários Sternadt (2002).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa se caracteriza como quali-quantitativa baseada em estudo de caso com suporte de revisão da literatura. O estudo de caso foi realizado em uma empresa de grande porte do ramo madeireiro localizada em Santarém-PA.

No estudo de caso foram levantadas informações relacionadas ao processo produtivo da empresa, identificação da geração de impactos ambientais e as possibilidades de melhoria do desempenho ambiental, e a regularização ambiental junto SEMAS-PA. A revisão da literatura subsidiou a identificação dos impactos ambientais e a proposição de medidas de prevenção a poluição e diversas técnicas que podem ser utilizadas para o reaproveitamento dos resíduos de madeira produzidos no empreendimento alvo deste estudo.

4.2 Coleta de Dados

Durante a realização da visita técnica foram realizados registros e entrevista para obtenção de informações como ramo de atividade, produção madeireira, etapas do processo produtivo, volume e quantidade de resíduos de madeira produzidos, destinação final e existência de um sistema de gestão ambiental.

Tais informações subsidiaram a elaboração de um fluxograma quali-quantitativo do processo, a identificação de impactos ambientais e a proposição de medidas de reaproveitamento. Foi realizado também registro fotográfico das etapas de processamento e gerenciamento de resíduos.

Com relação a regularização ambiental da empresa foi solicitado a SEMAS-PA a atual situação da empresa e a ocorrência de não conformidades ambientais. Para analisar o cenário das empresas madeireiras em Santarém solicitou-se também informações sobre o total de empresas regularizadas e a produção de madeira.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização Quali-quantitativa do Processo Produtivo

As atividades de negócios realizadas pela empresa consistem na fabricação de tacos bitolados para a produção de cabos para facas e talheres (Figura 1a) e a exportação de madeira em forma de tábuas (Figura 1b) para países como Europa,

Canadá, Estados Unidos, China, Coréia, Índia, África do Sul e nacional para a região Nordeste do país.

Figura 1- A) Molde para a fabricação de cabos de talheres .B) Madeira processada.



Fonte: As autoras (2022).

A metragem de corte diário de madeira geralmente é de 25 à 30 m³ em três linhas diferente. As madeiras utilizadas no processo são oriundas de projetos de manejo, entre os tipos de madeiras mais solicitados pelo comprador exportador estão: Massaranduba, Ipê, Cumaru, Angelin, Cedorana, Cedro, Angelin Vermelho, Jatobá, Fava Amarga, Jarana, Tatajuba, Guaruba, Sapucaia, Piquiá, Andiroba, Tauari, Orelha de macaco (Figura 2).

Figura 2 - Mostruário de madeira comercializadas pela empresa.



Fonte: As autoras (2022)

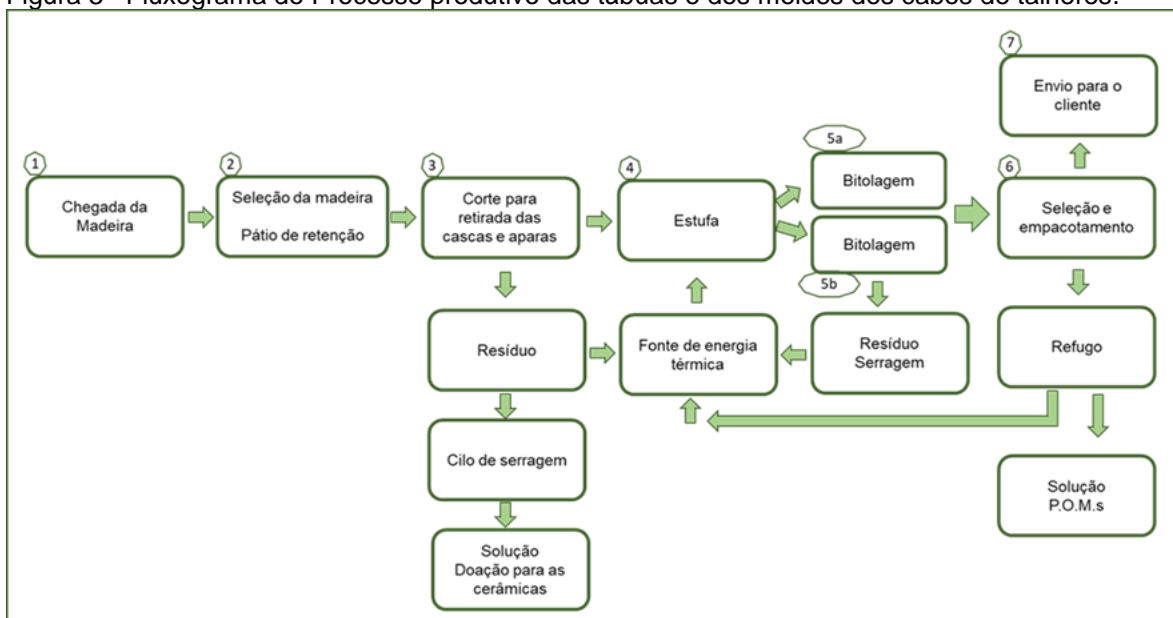
O processo produtivo da confecção de tábuas a (Figura 3) inicia com a chegada da madeira já cortada em forma de pranchas oriundas de outras madeireiras como a Cooperativa Mista da Flona Tapajós (COOMFLONA). Em seguida é feita a seleção da madeira a ser utilizada em local amplo e a céu aberto onde acontece a preparação da madeira para a retirada das cascas e aparas e outras imperfeições.

A próxima etapa é o corte realizado por equipamentos mecânicos de melhoramento (passagem pela plaina e secagem na estufa para a remoção da umidade do produto a ser comercializado nos padrões exigidos em contrato pelos clientes. Na etapa de bitolagem é realizado a medição do diâmetro de cada peça.

Na etapa final do processo é feita uma nova seleção do produto para assim ser empacotado para envio conforme o pedido do exportador, e embalada em plástico filme, a madeira é empilhada com subdivisões, etapa denominada detablicamento, para evitar mofo ou manchas durante o transporte.

A produção de moldes para a fabricação de facas e talheres também passa por processo de seleção e adequação segundo o pedido do contratante, onde é selecionado o tipo de madeira e diâmetros para a fabricação deste segundo produto.

Figura 3– Fluxograma do Processo produtivo das tábuas e dos moldes dos cabos de talheres.



Fonte: As autoras (2022)

No processo produtivo na empresa são gerados dois tipos de resíduos de madeira: a serragem, em um total de 150 m³ por semana acumulados e armazenados no silo da empresa (Figura 4), o que equivale a 600 m³ mensal; e as

pontas de madeira que não são aprovadas pelo processo de qualidade da empresa devido alguma imperfeição que as classifiquem como fora do padrão

Figura 4 - Silo de Armazenamento da serragem na empresa.



Fonte: As autoras (2022)

Os resíduos de serragem produzidos na empresa são doados para empresas localizadas nas proximidades que fabricam tijolos e telhas, onde o mesmo é utilizado na geração de energia para secagem dos referidos produtos, esta ação segundo a empresa, evita que o rejeito de serragem permaneça acumulado no interior do empreendimento alvo deste estudo. Segundo a Resolução do CONAMA Nº 237, a própria atividade poluidora deverá realizar ações a fim de promover o tratamento e disposição final adequada de seus resíduos, o empreendimento não deverá impor dificuldades para realizar determinadas ações (BRASIL, 2007).

Além da serragem são gerados 300 cm³ por dia de pontas resultantes da produção dos moldes para a fabricação de cabos de talheres, juntamente com as aparas retiradas durante o processo de bitolagem e aparelhamento das tabuas como mostra a Figura 5. Estes resíduos são encaminhados para os fornos da empresa para serem incinerados, o calor é utilizado para aquecimento de estufas instaladas no pátio da empresa, auxiliando no processo de secagem de madeira como forma de reaproveitamento, evitando desperdícios.

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (2019), o setor de beneficiamento da madeira designa 63,2% dos seus resíduos para a geração de energia através da queima. Segundo Mendoza *et al.*, (2010), uma das melhores alternativas para realizar o manejo adequado dos resíduos é promover a reutilização

ou reciclagem interna, como foi observado na empresa. A Lei 12.305 em seu art. 9º cita que “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010).

Figura 5 - A) rejeitos da produção do molde B) rejeitos de moldes imperfeitos



Fonte: As autoras (2022)

5.2 Identificação de Possíveis Impactos Ambientais

Com relação a geração de possíveis impactos ambientais, durante a visita técnica observou-se a emissão de material particulado na área próxima do silo, procedente do excesso de serragem armazenada no local (Figura 6). Quando é alcançada a totalidade de armazenamento, a serragem pode ser dispersa no ar através da ação do vento.

Figura 6 - Percepção do excesso de serragem no silo.



Fonte: As autoras (2022)

A serragem dispersada durante o excedente da capacidade do silo como é possível visualizar na Figura 6, ocasiona a poluição do ar, que pode acarretar diversos problemas para a saúde como ardência nos olhos, coceiras na pele, causando o desconforto e outros problemas se ingerido por vias orais ou nasais. Nesse contexto, segundo RIUL e RIBEIRO, 2012, os resíduos madeireiros, quando gerados em grande quantidade e armazenados de maneira incorreta, levam a sérios riscos socioambientais, como a poluição do ar, contaminação dos cursos d'água e do solo, riscos à saúde pública e do trabalhador, além do desperdício de matéria-prima e energia.

Figura 7 - A) rejeitos da produção do molde B) rejeitos de moldes imperfeitos.



Fonte: As autoras (2022)

5.3 Regularização ambiental

O empreendimento objeto de estudo está em conformidade com a legislação vigente para este tipo de atividade, não apresentando pendências junto a SEMAS. Além disso, possui a Certificação *Forest Stewardship Council* (FSC), conforme o Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (2002), o selo FSC reconhece a produção responsável de produtos florestais, permitindo que os consumidores e as empresas tomem decisões conscientes de compra, beneficiando as pessoas e o ambiente, bem como agregando valor aos negócios. Tal certificação é concedida pela IMAFLORA, para a renovação desta certificação a empresa passa por auditorias anualmente, em conformidade com as normas ISO 9001 (ABNT,2008) E ISO 14001 (ABNT, 2004).

De acordo com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente em Santarém existem 17 empresas do setor madeireiro que estão em conformidade com a Lei Nº

5.457 de 11 de maio de 1988, que estabelece normas e padrões ambientais destinados ao controle das atividades poluidoras ou de degradação ambiental, e juntas movimentam anualmente um volume de 126226,3 m³ madeira beneficiada.

Para desenvolver atividade de desdobro de madeira em tora em madeira serrada e seu beneficiamento são exigidas condicionantes, entre elas estão:

- a) Apresentar no prazo de 180 dias a comprovação da origem da madeira a ser consumida nos próximos 06 (seis) meses de operação equivalentes a 22 dias/mês trabalhados;
- b) Comprovar o destino dos resíduos que são e que foram gerados pela empresa, tais como aparas e/ou serragem, com o envio de relatórios semestrais a Gerência de Projetos e Processamentos de Produtos e Subprodutos Florestais (GEPROF);
- c) Apresentar a cada fim de exercício da Licença de Operação (L.O) o Relatório de Informação Ambiental Anual (RIAA) conforme dispõe o Decreto Estadual nº1120 08 de julho de 2008, com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica do profissional habilitado conforme resolução nº 425/98 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e Documento de Arrecadação Fiscal (DAE) quitado.
- d) Este relatório conforme previsto em seu item 15 deverá obrigatoriamente conter a comprovação final dos resíduos sólidos, oriundos do processo industrial da empresa (serragem sobras e aparas de madeira), através de contrato de doação ou venda, bem como as 03 (três) notas fiscais se for o caso de venda.

5.4 Proposição de medidas para o aproveitamento dos resíduos e melhoria do desempenho ambiental

Mediante os resultados obtidos neste estudo, observou-se o grande volume de resíduos tanto em forma de serragem, quanto as pontas de aparas das pranchas e rejeitos da fabricação dos moldes. Com essas informações levantou-se medidas que podem ser utilizadas pela empresa para o aproveitamento destes resíduos, transformando-os e novos produtos que podem agregar valor econômico e contribuir para a melhoria do desempenho ambiental da empresa.

O gerenciamento adequado dos resíduos da indústria madeireira contribui para o melhor aproveitamento dos recursos madeireiros, proporcionando inúmeras vantagens econômicas e ambientais. O reaproveitamento dos resíduos diminuem a quantidade a ser enviada para destinação final e de resíduos e podem melhorar o fluxo final dos rejeitos (SILVA; LEITE; DECHANDT, 2014).

Considerando a caracterização quali-quantitativa do processo produtivo, a viabilidade técnica e econômica das alternativas para o aproveitamento dos resíduos

e a possibilidade de parcerias com outras empresas foram sugeridas as medidas, conforme apresentado a seguir.

5.4.1 Proposta para o aproveitamento da serragem de madeira: técnica de briquetagem.

A técnica de briquetagem mostra-se viável para a empresa devido a grande quantidade de resíduo produzido, o mercado consumidor também é favorável pois pode ser o mesmo que consome o carvão vegetal.

No Brasil, o uso de briquetes (Figura 8) produzido a partir de resíduo madeireiro, está em expansão devido ao grande volume de serragem gerada diariamente no país em processos de industrialização de madeira, tornando-se uma alternativa sustentável que proporciona uma opção para a substituição da lenha e madeira virgem (MENDOZA *et al.*, 2019). Segundo Dias *et al.* (2012), o briquete é considerado um produto agroenergético, com capacidade de substituir a lenha, tanto para a utilização em residências, quanto em indústrias e estabelecimentos comerciais.

Figura 8 - Modelo de Briquete.

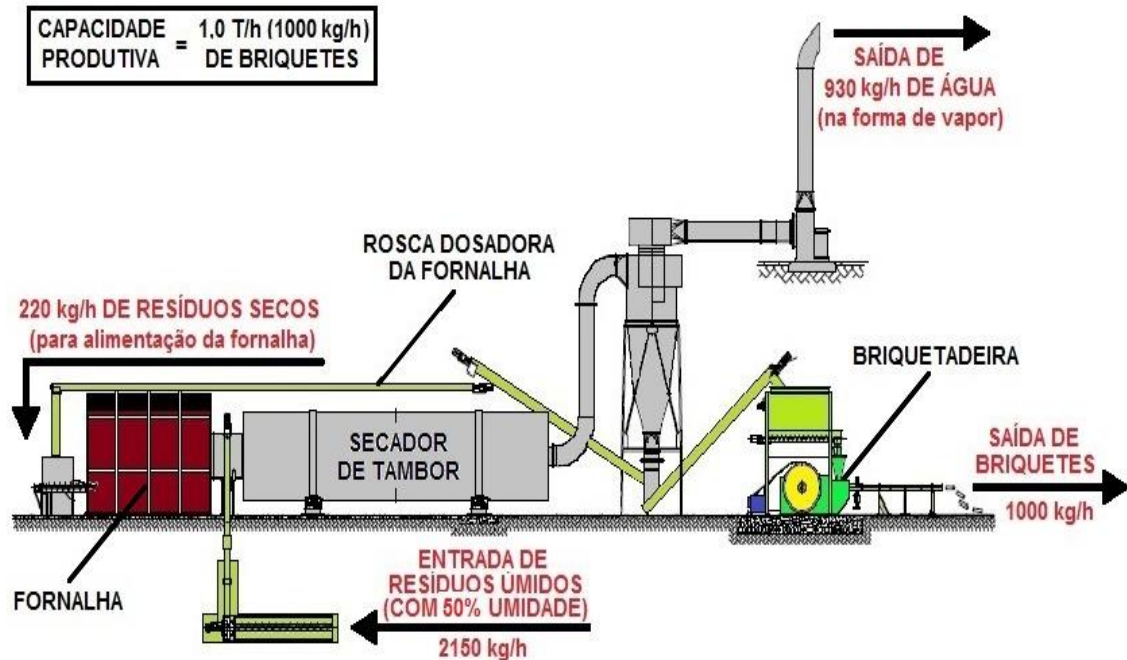


Fonte [https:// biomaxind.com.br](https://biomaxind.com.br)

A estruturação para a montagem de uma fábrica de briquetes (Figura 8) considerada de porte médio requer os seguintes equipamentos: uma briquetadeira n/95 ou Nac 100 m (compactadora); um silo seco; Um secador de tambor; um silo úmido ou redler; uma pá carregadeira (recolher e espalhar serragem); 02 caminhões

próprios ou terceirizar esse serviço; uma fornalha 2x2 para aquecer secador (secador de cilindro); extrusora de pistão mecânico e treinamento de pessoal.

Figura 9 - Estrutura de uma usina de briquete



Fonte. <https://2.bp.blogspot.com/briquetes>

A produção dos briquetes pode ocorrer também em parceria com outras empresas do mesmo ramo madeireiro que produzem o mesmo tipo de rejeito (serragem) que é a matéria prima do briquete, além de gerar um outro produto em sua linha de produção, a empresa estará criando uma opção sustentável para a utilização da serragem de madeira.

O retorno para o empresário madeireiro seria superior ao investimento. Sendo que a matéria-prima tem em grande proporção nos pátios das serrarias, este é um mercado pouco explorado o que o torna promissor, o consumidor final ocupa o lugar de destaque na comercialização do briquete, que pode ser utilizado em fornos de padarias, pizzarias e nas olarias como citado em um estudo que diz que os briquetes podem ser produzidos para suprir estabelecimentos e indústrias que possuam fornalhas, fornos, caldeiras, que utilizam lenha para gerar energia (Figueira *et al.*, 2015). Além da melhoria da qualidade de vida de produtores e consumidores, o briquete está associado à preservação ambiental.

Segundo o Centro Nacional de Referência em Biomassa, (CENBIO, 2011), nas capitais e grandes cidades, o briquete tem papel destacado, competindo

diretamente com a lenha e o carvão vegetal. No quadro 4 é apresentada uma comparação entre os briquetes e a lenha.

Quadro 4 - comparação entre o uso de briquete e lenha.

COMPARAÇÃO DOS MATERIAIS	
BRIQUETE	LENHA
Alto potencial calórico	Baixa temperatura de chama
Armazenagem em pouco espaço	Grandes áreas para armazenamento
Redução de mão de obra	Maior mão de obra
Menor volume na estocagem e transporte	Sujeira no local de estocagem e transporte
Baixa poluição e com mais energia	Grande quantidade de cinzas
Maior temperatura de chama	Licenças especiais
Isentos de licenças especiais	Baixa uniformidade de calor
Baixo teor de cinzas	Material com grande concentração de cinzas

Fonte: Adaptado com base em CEAMA 2008.

Segundo Felfli et al. (2011), a expansão do mercado de briquetes depende de três fatores; matéria prima acessível e em grande quantidade, tecnologias apropriadas e mercado consumidor, por ser considerado um subproduto emergente, ainda é pouco conhecido, necessitando de promoção, para torná-lo atrativo ao mercado consumidor de lenha e carvão.

5.4.2 Proposta para o aproveitamento das pontas de madeira: POM

Para o reaproveitamento das pontas de madeira resultante do processo de fabricação de cabo de talheres realizado no empreendimento alvo desta pesquisa, sugere-se a alternativa dos Pequenos Objetos de Madeiras, podem ser agrupados em artigos domésticos de carácter utilitário, de carácter decorativo, de uso pessoal, brinquedos, complementos de outros produtos, entre outros (STERNADT, 2002).

Dependendo do tamanho do resíduo de madeira, diversos objetos podem ser confeccionados, que podem se transformar em utensílios domésticos, esta inclusive é uma das características do POM, onde os objetos criados possuem carácter utilitário funcional (Figura 10).

Figura 10 - A) Tapete feito com rejeitos de madeira. B) Chaveiros artesanais personalizados. C) Descanso de panela.



Fonte: <https://www.decorfacil.com/>; <https://http2.mlstatic.com>.

Segundo Sternadt (2002). O mercado está valorizando os aspectos ambientais dos produtos de madeira, sua qualidade de ser biodegradável, renovável e, em alguns casos, reciclável. Neste sentido, os POM podem seguir a linha de desenho do eco-design com mais facilidade que os produtos equivalentes feitos de outros materiais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos pelo estudo, conclui-se que os objetivos foram alcançados. A análise do processo produtivo permitiu identificar todas as etapas de processamento e o quantitativo significativo de resíduos e as fontes geradoras, a partir disso foram sugeridas alternativas de reaproveitamento considerando as técnicas envolvidas no processo de produção, a viabilidade econômica priorizando a criação de novos produtos que agreguem valor aos resíduos e o mercado consumidor favorável.

Entretanto, considera-se necessária a realização de estudos mais aprofundados voltados para esta temática, já que a região é propícia para o desenvolvimento dessas técnicas de reaproveitamento de resíduos de madeira, devido a existência de muitas empresas do ramo.

A partir do momento em que os resíduos de madeira passam a ser definidos como matéria-prima, permitindo a criação de novos produtos e bens de consumo, haverá um melhor aproveitamento deste recurso natural, onde as fontes geradoras

de resíduos através de controle e/ou prevenção de medidas, tendem a diminuir os impactos e efeitos ambientais negativos decorrentes das atividades madeireiras.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Nbr 10004:** Resíduos Sólidos – Classificação: Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **ISSO 9001:** Resíduos Sólidos – Classificação: Rio de Janeiro: ABNT, Segunda edição de 28 de Novembro de 2008. (ISSO 9001).

ABREU, L.B.; MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M. **Aproveitamento de resíduos de painéis de madeira gerados pela indústria moveleira na produção de pequenos objetos.** Revista Árvore, v. 33, n. 1, p. 171-177, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Informações gerenciais.** ANEEL, 2018. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+++1%C2%BA+trimestre+2018/01298785-3069-c0e7-d9c8-a2cca07cddd9>. Acesso em: 17 Dezembro. 2021.

ARAUJO, Khalliane Sousa et al. **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia.** Potencial de aplicação de resíduos de madeira oriundos do Pó de serragem como material de construção. Volume 2, 2019, p. 27.

AYRES, Alciane. **BRIQUETE: Alternativa Para Evitar Impactos na Água e no Ar.** Jornal o Impacto de 24 de Outubro de 2011.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA-MME: **BEM 2021/Relatório Síntese/Ano base 2020**, pag 6.

BRANCO C.M, BUDZIAK C.R, PAIXÃO R.E, MANGRICH A.S. **Aproveitamento de resíduo florestal para húmus.** Revista da Madeira - Edição nº89 - Abril de 2005.

BRASIL. **Lei Federal 9605, de 12 de fevereiro de 1998:** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei Federal 12.305/2010 de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia – MME. **Balanco Energético Nacional / Relatório Síntese 2021 ano base 2020;** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>. Acesso em: 28 de junho de 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional do Meio Ambiente-Sisnama. Conselho Nacional do Meio Ambiente- Conama. **Resolução n. 1, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre definições, responsabilidades, critérios básicos e as

diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=1986>. Acesso em: 10 de Julho de 2021

BRITO, José Otávio. O uso energético da madeira. **ESTUDOS AVANÇADOS** 21 (59), 2007.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA. **Aproveitamento energético de resíduos de madeira e florestais na forma de briquetes**. Disponível em: <http://infoener.iee.usp.br/scripts/biomassa/br_briquete.asp>. Acesso em: 06 de Julho. 2021.

Conselho Brasileiro de Manejo Florestal. **FSC Brasil**. Disponível em: <https://br.fsc.org/pt-br>. Acessado em 15 de agosto de 2021.

CAETANO, M. D. D. E; DEPIZZOL, D. B; REIS, A. O. P. **Análise do gerenciamento de resíduos sólidos e proposição de melhorias**: estudo de caso em uma marcenaria de Cariacica. ES.Gest. Prod. São Carlos, v. 24, n. 2, p. 382-394, jun. 2017.

CALISTO, Janete Dos Santos; LIMA, Felipe Silva. **"PROPOSTA DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOMASSA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE MADEIRA**. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade Vale do Cricaré, 2019.

CARVALHO, A. M. de. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis x Eucalyptus grandis urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2000. 104 p.

CHRISOSTOMO, Walber. **Estudo da compactação de resíduos lignocelulósicos para a utilização de combustível sólido**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Carlos. 2011. Disponível em: http://www.bdt.d.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5173>Acesso em 08 de Julho de 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 237 de 19 de dezembro de 1988**. Diário Oficial da União 1997. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf Acesso em 20 de Julho de 2021.

DIAS, Reinaldo. **Marketing ambiental: ética, responsabilidade social e competitividade nos negócios**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2014.

DIAS, J. M. C. de S.; SOUZA, D. T.; BRAGA, M.; ONOYAMA, M. M.; MIRANDA, C. H. B.; BARBOSA, P. F. D.; ROCHA. **Produção de briquetes e péletes a partir de**

resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais. Embrapa Agroenergia, 2012. Brasília, DF. Disponível em: . Acesso em: 29 de Novembro. de 2021

DOS SANTOS, José Ozildo et al. **Produção e utilização de briquetes no Brasil.** Revista Brasileira de Agrotecnologia, v. 5, n. 1, 2015. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/4160>>. Acesso em: 23 DEZ. 2021.

DOMÍNGUEZ, J; GÓMEZ-BRANDÓN, M. **Ciclos de vida de laslombrices de tierra aptas para Elvermicompostaje.** ActaZoológica Mexicana, México, n. 2: p. 309 – 320. 2010.

DUNCAN, A. **bibliographic teaching outline, introductory pollution prevention materials:** National pollution prevention center for higher education. December, 1994

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético nacional 2018:** ano base 2017. 12. ed. Rio de Janeiro, 2018.

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.

FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. **State of the World's Forests 2014,** Rome 2014b.

FAO-FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Forestry Production and Trade. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO/visualize>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

FELFLI, F.F.; ROCHA, J.D.; FILIPPETTO, D.; LUENGO, C. A.; PIPPO, W. A. Biomass briquetting and its perspectives in Brasil. **Biomass and Bioenergy**, v.35, n. 1, p.236-242, 2011.

FERNANDES, D.C. de M. **Viabilidade do uso de alcatrão de madeira de eucalipto na estabilização de solos residuais para fins rodoviários..** Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2000. 93 p.

Figueira, F.V.; Martinazzo, A.P.; Teodoro, C.E.S. Estimativa da viabilidade econômica da produção de briquetes a partir de resíduos de grãos beneficiados. **ENGEVISTA**, Univ. Federal Fluminense, Niterói-RJ. v.17, n.1, p.95–104, 2015.

FOELKEL, Celso. **Utilização de Biomassa do Eucalipto para Produção de Calor, Vapor e eletricidade,** Eucalyptus Online Book. Disponível em: .e m:01 de março de 2016.

FONTES, P. J. P.**Auto-Suficiência Energética em Serraria de Pinus e Aproveitamento dos Resíduos.** Dissertação de Mestrado do curso de Pós-

Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

GRANDE, L.A.C. **Uso do pó de serra como material de construção em misturas secas e argamassas.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Planejamento) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1991.81 p.

GOLDSTEIN, I.S. **Organic Chemicals from Biomass.** Florida: CRC, 1986.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, 2018. Disponível em <www.ibama.gov.br> Acesso em 17 de Dez de 2021.

HILLIG, E.; SCHNEIDER, V. E.; Weber, C.; Tecchio, R. D. Resíduos de madeira da indústria madeireira – caracterização e aproveitamento. XXVI ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Fortaleza **Anais [...]**, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura** 2016. v. 31, p. 54, 2016. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2016_v31.pdf. Acesso em 10 de Julho de 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES IBÁ. **Relatório Anual 2016.** – Brasília. Disponível em http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf Acesso em 10 de Julho de 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES -IBÁ. **Relatório 2019.** - Brasília. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2019-final.pdf>. Acesso em 18 de Dezembro de 2021.

LEITE, H.G. **Conversão de troncos em multiprodutos da madeira, utilizando programação dinâmica.** 1994. 183 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade de Viçosa, Viçosa.

MARON, A. **Resíduo de *Eucalyptus grandis* 15 anos para celulose.** 2000. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LOPES, M. A. **Gerenciamento de resíduos madeireiros em pequenas indústrias de produtos de madeira de maior valor agregado.** 138 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

MAIA, C.M.B.F. **Acompanhamento do Processo de Compostagem da Serragem de Pinus taeda pelas Características Químicas e Espectroscópicas das Substâncias Húmicas em Formação.** Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná 2003.

MAROZZI, C. R. B. **Caracterização de Resíduos Agroindustriais e Florestas Visando a Briquetagem**. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Industrial Madeireiro) – Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2012.

MARON, Angelina. **Resíduos primário de *Eucalyptus grandis*: 15 anos para celulose**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2000.

MASSON, T. J. **Desenvolvimento e Reciclagem do polipropileno modificado pela presença de cadeias híbridas**. 1998. 178 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Universidade Presbiteriana Mackenzie – São Paulo.

MELLO, M. F. de; ANUNCIAÇÃO, M. A. Logística Reversa De Paletes – Um Estudo De Caso. **Engevista**, Carazinho, v. 17, n. 1, p.136-151, mar. 2015.

MENDES, L. M.; LOSCHI, F. A. P.; PAULA, L. E. R.; MENDES, R. F.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; MORI, F. A. **Potencial de utilização da madeira de clones de *Eucalyptus urophylla* na produção de painéis cimento-madeira**. *Cerne*, v. 17, n. 1, p. 69-75, 2011.

MENDOZA, Z. M. S. H; EVANGELISTA, W. V.; ARAÚJO, S. O.; SOUZA, C. C.; RIBEIRO, F. D. L.; SILVA, J. C. Análise dos resíduos madeireiros gerados nas marcenarias do município de Viçosa - Minas Gerais. *Revista Árvore*, v. 34, n. 4, p. 755–760, 2010.

Mendoza Martinez, C. L., Sermyagina, E., de Cassia Oliveira Carneiro, A., Vakkilainen, E. & Cardoso, M. Production and characterization of coffee-pine wood residue briquettes as an alternative fuel for local firing systems in Brazil. *Biomass and Bioenergy* **123**, 70–77 (2019).

NEGREIROS, Cinthia; AMBROZINI, Marcelo Augusto. Impactos da implementação da norma nbr iso 14001 em uma organização sucroalcooleira. **Nucleus**, v. 6, n. 2, p. 1-16, 2009.

NUMAZAWA, C. T. D.; NUMAZAWA, S.; PACCA, S.; JOHN, V. M. Logging residues and CO₂ of Brazilian Amazon timber: two case studies of forest harvesting. *Resources, Conservation & Recycling*, [S. l.], v. 122, p. 280-285, 2017. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.02.016

Oliveira, A. C. et al. Otimização da produção do carvão vegetal por meio do controle de temperaturas de carbonização. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 557-566, 2013. DOI: 10.1590/S0100-67622013000300019.

OLIVEIRA, J. A., GUARDIA, M., QUEIROZ, G. A., COBRA, R. L. R. B., OMETTO, A. R., OLIVEIRA, O. J. Identificação dos benefícios e dificuldades da produção mais limpa em empresas industriais do estado de São Paulo. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 458-481, 2015.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS MADERAS TROPICALES - OIMT. **Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas.** Yokohama: OIMT, 2006. 210p.

PARÁ. Secretário de Estado do Meio Ambiente. **Instrução Normativa No: 23.** Disponível em: www.semas.pa.gov.br/2009/03/31/10946/. Acesso em 10 de Julho de 2021.

PARÁ. Secretário de Estado do Meio Ambiente. **Instrução Normativa No: 42.** Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2010/03/05/10966/>. Acesso em 10 de Julho de 2021.

PAULA, L. E. de R. **Produção e Avaliação de briquetes de Resíduos Ligno celulósicos.** 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação, Ciências e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2010.

PEDRO REIS; Portal Energias/Energia Renováveis: **Vantagens e Desvantagens da Energia a Biomassa.** Disponível em: <https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-das-energias-renovaveis>. Acessado em 27 de Novembro de 2021.

PUSAVEC, F. , KRAMAR, D. , KRAJNIK, P. , KOPAC, J. **Transitioning to sustainable production - part II: evaluation of sustainable machining Technologies** . Journal of Cleaner Production, v.18, p. 1211-1221, 2010.

RIUL, M.; RIBEIRO, E. L. **Diagnóstico e diretrizes para a gestão de resíduos no APL de móveis de João Pessoa-PB.** UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 11, n. 1, p. 15-24, nov. 2012.

STERNADT, Gerson Henrique. **Pequenos Objetos de Madeira - POM,** Compostagem de Serragem de Madeira / Gerson Henrique Sternadt. --- Brasília : LPF, 2002. 29p.

SANTARÉM. **Lei Municipal 19.141/2015 de 17 de dezembro de 2015.** Institui a Política Municipal de resíduos Sólidos.

SEBRAE. **Gestão sustentável nas empresas.** Sustentabilidade nos pequenos negócios. 2º ed. 40p. Cuiabá, 2015a.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernadini. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: Implantação objetiva e econômica.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

SILVA, G. H. S. da; LEITE, C. E.; DECHANDT, S. G. Logística Reversa: uma Comparação de Sua Utilização no Brasil e na Suíça. In: **SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, 11, 2014. Simpósio. Eadb, 2014. p. 1 - 13.

SNIF- Sistema Nacional de Informações Florestais. **Boletim produzido pela Gerência Executiva de Informações Florestais.** Disponível em:

<<http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/2230-boletim-snif-producao-florestal-2016>> Acesso em: 02 de Julho de 2021.

ZANIN, M.; DESIDERÁ, C.; LOGAREZZI, A.; CORREA, C. **Sistematização do uso de resíduos de serrarias e potencialidade de aplicação.** IX Encontro Nacional de Tecnologia e do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu, Paraná-Brasil. 2002.

ANEXOS

Madeira processada pronta para ser embalada e exportada



Processo de seleção dos moldes segundo a padronização solicitada



Moldes para cabos de talheres já embalados para e exportação



Rejeitos de madeira do processo produtivo



Fornos que realizam a incineração dos rejeitos (moldes imperfeitos, aparas e pontas de madeira)

