



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

CLAUDIO JOSÉ DONATO

**RESÍDUO DE MADEIRA EM PRESIDENTE PRUDENTE: UM ESTUDO
SOBRE A VIABILIDADE ECOLÓGICA E COMERCIAL NA FABRICAÇÃO DE
BRIQUETES**

Presidente Prudente – SP

2020



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

CLAUDIO JOSÉ DONATO

**RESÍDUO DE MADEIRA EM PRESIDENTE PRUDENTE: UM ESTUDO
SOBRE A VIABILIDADE ECOLÓGICA E COMERCIAL NA FABRICAÇÃO DE
BRIQUETES**

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para o título de Mestre. Área de concentração: Ciências Ambientais.

Orientadora:
Prof^a Dr^a Maíra Rodrigues Uliana

Presidente Prudente – SP

2020

628.445
D677r

Donato, Cláudio José.

Resíduo de madeira em Presidente Prudente: um estudo sobre a viabilidade ambiental e comercial na fabricação de briquetes / Cláudio José Donato – Presidente Prudente, 2020.

f.: il.

Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2020.

Bibliografia.

Orientador: Maíra Rodrigues Uliana

1. Aproveitamento de Resíduos. 2. Pó de Serra. 3. Viabilidade Ambiental. 4. Viabilidade Comercial. 5. Meio Ambiente. I. Título.

CLAUDIO JOSÉ DONATO

**RESÍDUO DE MADEIRA EM PRESIDENTE PRUDENTE: UM ESTUDO
SOBRE A VIABILIDADE ECOLÓGICA E COMERCIAL NA FABRICAÇÃO DE
BRIQUETES**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para o título de Mestre. Área de concentração: Ciências Ambientais.

Presidente Prudente, 11 de Dezembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora Prof^a. Dr^a. Maíra Rodrigues Uliana
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

Prof^a. Dr^a. Alba Regina Azevedo Arana
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

Prof. Dr. Ivan Marcio Gitahy Junior
Instituição: Centro Paula Souza – FATEC
Presidente Prudente-SP

DEDICATÓRIA

Cada dia que se vive é uma história, que nos fornece emoções e sentimentos. Cada pessoa com a qual convivemos é um personagem dessa história; existem os personagens principais que são aqueles que estão sempre conosco, e são a esses que dedico, especialmente à minha família!

AGRADECIMENTOS

A DEUS por ter me dado força para enfrentar está dura trilha.

A minha eterna professora **Dr^a. Alba Regina Azevedo Arana** professora e orientadora da graduação que me ajudou muito nesta reta final do mestrado.

A minha querida professora **Dr^a. Máira Rodrigues Uliana** que foi meu alicerce não só me orientando, mas me aconselhando e me apoiando nos momentos mais difíceis, ao longo desta jornada muitas vezes pensei em desistir e ela sempre estava ali para “brigar”, orientar, ajudar, incentivar e principalmente me dizer: - **VOCÊ É CAPAZ!**

Ao professor **Dr. Ivan Marcio Gitahy Junior** que fez parte deste momento tão importante!

Meus filhos ainda não entendem a importância de um mestrado, mas, num futuro próximo terão orgulho do pai um ex-morador de rua que atingiu um grau tão alto acadêmico! Gratidão eterna a todos!!!

*Tenha sempre um sonho, e tente esquecer os dias nublados e sombrios, mas não se esqueça nunca das horas de sol, nem das tuas noites de estrelas...
Esqueça os momentos em que houve derrotas, mas nunca se esqueça das batalhas que já tenha ganhado...
Esqueça os erros que não pode evitar, mas não se esqueça das lições que tenha aprendido com eles, e nem o que eles possam ter lhe ensinado...
Esqueça os dias em que a tristeza lhe tenha batido em sua porta, mas nunca se esqueça dos sorrisos que tenha encontrado, e nem daqueles que ainda encontrará...
Esqueça os planos que lhe falharam, porém jamais deixe de sonhar...”.*

Roger Martin duGard

RESUMO

Resíduo de madeira em Presidente Prudente: um estudo sobre a viabilidade ambiental e comercial na fabricação de briquetes

O descarte inadequado de resíduos gerados durante o processamento mecânico de madeiras vem provocando uma série de problemas ambientais. A conscientização quanto à armazenagem, estocagem e o descarte se faz necessária a fim de evitar o descarte na natureza provocando a contaminação do solo. Portanto, é necessário o desenvolvimento de técnicas para o aproveitamento dos mesmos a fim de reduzir as pressões sobre as florestas nativas. Uma das técnicas é a briquetagem, que consiste na compactação dos resíduos da madeira por uma prensa mecânica produzindo o briquete, mais conhecido como lenha ecológica. Um dos legados desta pesquisa é contribuir com os estudos escassos sobre o assunto, a falta de conhecimento e conscientização desta técnica pela sociedade como sistema de reaproveitamento de detritos da madeira e a sua importância perante o meio ambiente. Os resíduos provenientes da madeira são classificados como sólido de classe I oriundos da indústria e construção civil. O objetivo da pesquisa é discutir o impacto causado no meio ambiente pelo descarte inadequado do resíduo de madeira (pó de serra e maravalha, pontas e podas de árvores), e avaliar a viabilidade ambiental e comercial da reutilização desses resíduos na fabricação de briquetes na cidade de Presidente Prudente, localizada a oeste do Estado de São Paulo. A metodologia dividiu-se em pesquisa bibliográfica utilizando de todo arcabouço teórico para entender o que os estudos realizados debatem a cerca do assunto e a pesquisa de campo com a catalogação das empresas que geram os resíduos com a quantificação dos resíduos gerados para averiguação se é viável sua utilização na fabricação de briquetes e, por fim, a discussão e análise dos dados coletados. Os resultados da pesquisa apontam para a utilização dos resíduos estudados como fonte de energia renovável, briquetes, contribuindo com o meio ambiente, geração de empregos, diminuição da poluição visual tanto nos pátios das madeireiras como nos locais de descartes inapropriados espalhados pela cidade.

Palavras-chave: Aproveitamento de Resíduos. Pó de Serra. Viabilidade Ambiental. Viabilidade Comercial. Meio Ambiente.

ABSTRACT

Wood waste in Presidente Prudente: a study on environmental and commercial viability in the manufacture of bricks

The inadequate disposal of waste generated during the mechanical processing of wood has been causing a series of environmental problems. Awareness regarding storage, storage and disposal is necessary in order to avoid disposal in nature causing soil contamination. Therefore, it is necessary to develop techniques to take advantage of them in order to reduce the pressure on native forests. One of the techniques is briquetting, which consists of compacting wood waste by a mechanical press producing the briquette. One of the legacies of this research is to contribute to the scarce studies on the subject, the lack of knowledge and awareness of this technique by society as a system for the reuse of wood debris and its importance to the environment. Wood residues are classified as class I solid from industry and civil construction. The objective of the research is to discuss the impact impact on the environment by the advanced disposal of wood waste (sawdust and wood shavings, tree pruning and pruning), and to evaluate the environmental and commercial viability of reusing these residues in the manufacture of briquettes in the city Presidente Prudente located west of the state of São Paulo. The methodology was divided into bibliographic research using all theoretical framework to understand what the studies carried out debate about the subject and field research with the cataloging of the companies that generate the residues and the quantification of the residues transmitted for verification if it is viable to use his in the manufacture of briquettes and, finally, the discussion and analysis of the collected data. The results of the research point to the use of the studied residues as a source of renewable energy, briquettes, contributing to the generation of jobs, reduction of the visual source both in the logging yards and in the places of inappropriate discharges scattered throughout the city.

Keywords: Use of Waste. Saw Dust. Environmental Viability. Commercial Viability. Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do Município de Presidente Prudente – São Paulo.	18
Figura 2- Mapa da Localização das madeiras em Presidente Prudente – SP.....	20
Figura 3 - Resíduos gerados, por tipos e métodos de disposição.....	27
Figura 4 - Classificação dos tipos de resíduos de madeira.....	29
Figura 5 - Diversos tipos de resíduos de madeira.....	29
Figura 6- Modelo integrado de gerenciamento de resíduos.....	31
Figura 7- Produção e aspectos dos briquetes.....	34
Figura 8- Etapas da briquetagem.....	40
Figura 9- Briquetadeira mecânica de pistão.....	43
Figura 10- Briquetadeira por extrusão	45
Figura 11- Briquetadeira hidráulica.....	46
Figura 12. Briquetadeira Peletizadora.....	47
Figura 13. Briquetadeira Enfardadeira.....	48
Figura 14- Produção da madeira 3 em Presidente Prudente - SP- 2019.....	50
Figura 15- Fabricação de briquetes em santo Anastácio.....	52
Figura 16- Descarte inadequado no município de Presidente Prudente – SP.....	53
Figura 17- Descarte inadequado no município de Presidente Prudente – SP.....	54
Figura 18- Descarte inadequado no município de Presidente Prudente – SP.....	54
Figura 19- Fluxograma do processo de produção de briquetes.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas desenvolvidas na pesquisa.....	16
Quadro 2 - Etapas para o processo de briquetagem	39
Quadro 3 - Vantagens dos briquetes sobre a lenha.....	51
Quadro 4- Playback do investimento.....	60
Quadro 5- ROI (Retorno sobre Investimento.....	61
Quadro 6- VPL (Valor Presente Líquido.....	62
Quadro 7- TIR da empresa de briquetes.....	63
Quadro 8- Despesas Operacionais.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos briquetes	35
Tabela 2- Volume produzido pelas madeiras em Presidente Prudente - SP.	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	METODOLOGIA	16
2.1	Objeto de estudo	18
3	RESÍDUOS DE MADEIRA E MEIO AMBIENTE	21
3.1	Aproveitamento de resíduos de madeira e a redução de impactos ambientais	24
3.2	Aproveitamento de resíduos de madeira	30
4	VIABILIDADE AMBIENTAL DA REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE MADEIRA	33
4.1	Briquetagem	33
4.2	Equipamentos de Briquetagem – Briquetadeiras.....	41
4.2.1	Prensa Briquetadeira de Pistão.....	42
4.2.2	Prensa Briquetadeira por Extrusão	44
4.2.3	Prensa Briquetadeira Hidráulica.....	45
4.2.4	Prensa Briquetadeira Peletizadora.....	46
4.2.5	Prensa Briquetadeira Enfardadeira	48
5	A PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS DE MADEIRA NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP	49
6	PLANO DE VIABILIDADE DA INDUSTRIA DE BRIQUETE	55
6.1	Plano operacional e viabilidade econômico-financeiro.....	59
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental está cada vez mais presente nas reflexões sobre o futuro do ser humano. Os excessos cometidos e a exploração desenfreada dos recursos naturais culminam por construir um risco cujas consequências são imensas. A natureza tem dado sinais de que o atual modelo de desenvolvimento econômico é insustentável, tornando-se necessário o desenho de novos contornos bem definidos considerando-se o uso racional do meio ambiente (JACOBI, 2006).

À medida que a conscientização sobre questões climáticas e ambientais aumenta e os hábitos de consumo mudam, novas oportunidades estão se abrindo para a indústria florestal e a construção de madeira para desenvolver soluções verdes funcionais para atender às necessidades dos consumidores. A madeira é uma matéria-prima versátil e o único material de construção renovável. A fabricação de produtos e estruturas de madeira consome pouca energia em comparação com produtos e estruturas similares feitos de outros materiais. Ao contrário de outros materiais, a maior parte da energia necessária para fabricar produtos de madeira é derivada de fontes de energia renováveis (HABOWSKI, 2018).

O setor madeireiro global enfrenta atualmente os dois desafios de atender à crescente demanda de produtos de madeira de qualidade e minimizar possíveis impactos adversos no meio ambiente e na saúde humana. As principais fontes de impactos ambientais ocorrem em toda a cadeia de fornecimento de madeira, desde as serrarias até os produtos finais. Dessa forma, a preocupação ambiental está cada dia mais presente em todos os setores da sociedade, exigindo transformações no sentido de minimizar os impactos ambientais causados por suas atividades (SILVA, 2015).

O Brasil é um dos maiores produtores de madeira do mundo. Todavia, em função da elevada produção, grande quantidade de resíduos é gerada e pode provocar sérios problemas ao meio ambiente, quando negligenciada e deixada indiscriminadamente na natureza. As metas de reciclagem de resíduos de madeira e sua viabilidade em países com florestas

densas, como a Finlândia, têm sido um tópico de longa data de conversação no país (SOARES *et al.*, 2010).

A silvicultura que é a ciência dedicada ao estudo dos métodos naturais e artificiais de regenerar e melhorar os povoamentos florestais com vistas a satisfazer as necessidades do mercado e, ao mesmo tempo a aplicação desse estudo para a manutenção, o aproveitamento e o uso racional das florestas e a indústria florestal (LOUMAN *et al.*, 2001). Geram muitos subprodutos de alta qualidade, o que é porque tem havido pouca demanda por resíduos de madeira para construção e embalagens de madeira e resíduos como materiais de reciclagem. Em vez disso, o desperdício de madeira foi usado principalmente em produção briquetes. A produção briquetes tem sido considerada uma alternativa justificada para atingir as metas de aumento do uso de fontes de energia renováveis.

O processo de briquetagem tem como premissa estimular a reciclagem nas empresas e com objetivo geral o dimensionamento de uma usina de briquetagem como proposta de destinação adequada para os resíduos de madeira gerados em madeireiras e serralherias. Os briquetes podem ser utilizados em diversas empresas que possuam forno ou caldeira para a queima direta, como exemplo: padarias, pizzarias, frigoríficos, olarias e churrasarias (PLATINA; OLIVEIR, 2018).

A importância deste tema está na falta de divulgação e pouco conhecimento desta técnica de aproveitamento de resíduos da madeira. A produção de briquete, além de ser uma forma de reutilização dos resíduos, ainda apresenta vantagem econômica com a geração de renda e comercialização do produto (OSHIRO, 2016).

A produção de briquetes deve ser uma opção para minimizar os problemas sofridos pelo ambiente, causado pelo acelerado crescimento das atividades humanas. O processo ganhou ainda mais importância após a supervalorização do preço do barril de petróleo na década de 70, aparecendo como fonte de geração de energia mais barata. (GINÂNI, 2013).

Dessa forma, foram levantados os seguintes questionamentos: Quais os impactos ambientais negativos do descarte inadequado do resíduo da madeira? Quanto o município de Presidente Prudente-SP, através de suas

indústrias madeireiras, produz de resíduos de madeira? Quanto desse resíduo produzido pode ser transformado em briquetes?

A hipótese adotada neste trabalho é que o briquete possui inúmeras vantagens na redução dos impactos negativos ambientais, contudo o município de Presidente Prudente ainda não os utiliza de forma adequada para a redução do volume de resíduos nos pátios das serrarias ou como poder calorífico para diversos tipos de empresa.

Assim, o objetivo deste trabalho foi discutir o impacto negativo causado ao meio ambiente pelos resíduos de madeira, apresentando o briquete como alternativas sustentável, tendo como foco a produção dos resíduos de madeira no município de Presidente Prudente-SP,

Os objetivos específicos almejam:

- I. Discutir o impacto negativo causado ao meio ambiente pelos resíduos de madeira: pó de serra, maravalha e sobras;
- II. Apresentar a viabilidade ambiental da reutilização dos resíduos de madeira;
- III. Apresentar a produção e o volume de resíduos de madeira produzidos pelas indústrias madeireiras no município de Presidente Prudente-SP e, por fim, estimar a quantidade de briquetes que poderiam ser produzidos a partir desses resíduos;
- IV. Realizar um estudo de viabilidade de produção de briquetes no município.

A presente dissertação está organizada no primeiro capítulo com uma breve introdução do trabalho; já o segundo capítulo apresentada a metodologia utilizada; o terceiro capítulo versa sobre os resíduos de madeira e o meio ambiente (respondendo o objetivo específico I); o quarto capítulo trata a viabilidade ambiental de reutilização dos resíduos de madeira (respondendo o objetivo específico II), o quinto capítulo apresenta os resultados da pesquisa de campo (respondendo o objetivo específico III); por fim são apresentadas as considerações finais e as referências.

2 METODOLOGIA

O presente capítulo tem por objetivo apresentar os aspectos metodológicos do estudo, os quais se referem respectivamente ao tipo de pesquisa, universo e amostra, as técnicas de pesquisa que foram utilizados na coleta de dados, bem como o procedimento para análise e interpretação dos dados.

O trabalho recai numa pesquisa de campo e documental com técnicas de observação assistemática. Esta pesquisa teve caráter exploratório descritivo o qual procura descobrir, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua natureza, características, causas, relações, e conexões com outros fenômenos, estabelecendo correlações entre variáveis e definindo sua natureza (BARROS; LEHFELD, 2007; VERGARA, 2004).

A pesquisa foi desenvolvida em etapas, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Etapas desenvolvidas na pesquisa.

ETAPAS	OBJETIVO	PROCEDIMENTO
Revisão bibliográfica	Pesquisar, selecionar, estudar material bibliográfico pertinente ao tema	Revisão Bibliográfica, Delimitação do problema, Seleção de Casos, delineamento das proposições
Coleta e Análise De Dados	Coletar/investigar o número de serrarias e empresas no município de Presidente Prudente-SP que geram esse tipo de resíduos, volume dos resíduos produzidos.	Pesquisa exploratória: coleta e tratamento dos dados coletados.
Conclusão	Compreender o descarte inadequado dos resíduos de madeira, apresentando alternativas críveis para os recursos naturais cada vez mais escassos, propondo a utilização dos resíduos na fabricação de Briquetes em Presidente Prudente-SP.	Discussão dos resultados e recomendações

Fonte: O autor.

A primeira etapa consistiu em uma pesquisa bibliográfica, com intuito fundamentar teoricamente o conhecimento sobre os impactos negativos ao meio ambiente no que diz respeito ao descarte inadequado dos resíduos da madeira, bem como a legislação pertinente ao tema.

A análise bibliográfica foi empregada para aprofundar teoricamente o tema, através de ideias de autores que abordam esses conceitos, a fim de contribuir para o entendimento do problema a estudado. Nesse entendimento, Oliveira (2004, p. 48), afirma que:

Pesquisa bibliográfica é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral. Fornece instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa, mas também pode esgotar-se em si mesmo. (OLIVEIRA, 2004, p. 48)

Esta etapa teve embasamento de livros, revistas científicas, teses, dissertações e sites especializados sobre o assunto, com o objetivo de situar e fazer compreender os assuntos e definições acerca do tema do presente trabalho.

A revisão foi realizada nas bases de dados do Google Acadêmico, Scielo, Portal de Periódicos da CAPES, além de consultas às referências bibliográficas disponíveis na biblioteca da Universidade do Oeste Paulista referentes ao reuso da madeira, bem como em livros sobre gestão ambiental, sem datas específicas.

Foi realizado o trabalho de campo com a finalidade apresentar o número de serrarias e empresas no município de Presidente Prudente-SP que geram esse tipo de resíduos. Além disso, o volume produzido de resíduos também foi quantificado.

Para tanto foi realizado levantamento de campo nos meses de Fevereiro a Julho de 2019 e a pesquisa documental foi realizada com a catalogação das empresas por meio de consultas à Associação Comercial de Presidente Prudente, que conta com banco de dados atualizado contendo informações de abrangência local e regional.

Ainda nesta fase, foi constatado, através de média ponderada, o volume de vendas e percentual que é destinado ao desdobro das bitolas e ao

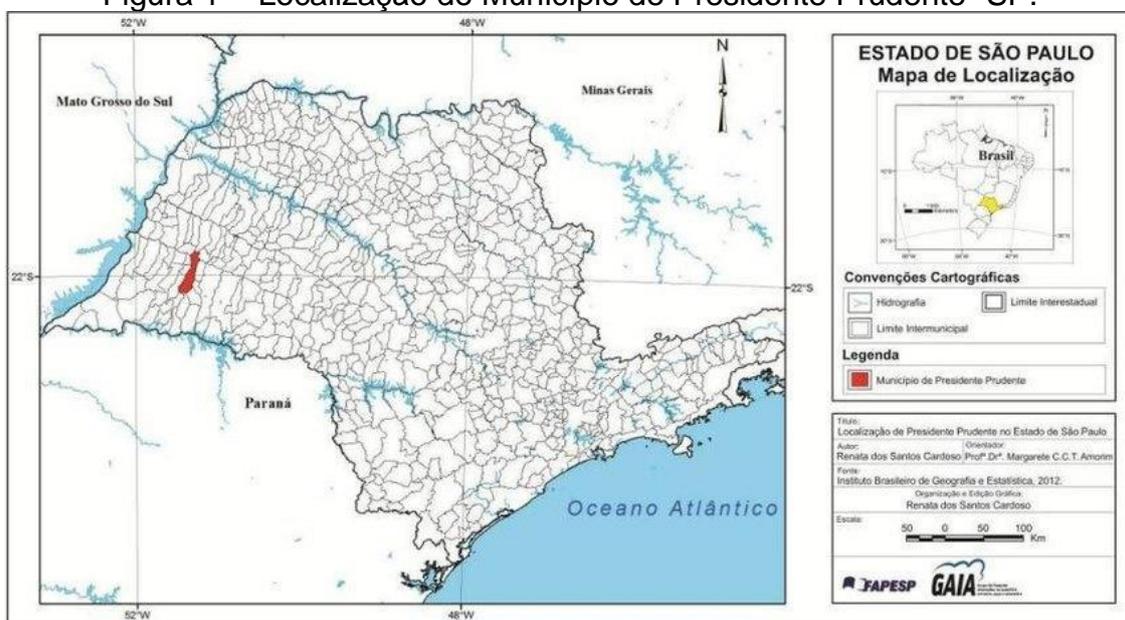
aparelhamento e/ou lixamento, que são os principais geradores de resíduos, além da própria sobra de pequenas pontas.

Com os resultados obtidos nas empresas pesquisadas, foi levantado o volume de resíduos gerados pelo segmento e o volume de matéria-prima necessário para a fabricação de briquetes. Assim, pretendeu-se obter a quantidade desse resíduo que deixa de ser descartada no meio ambiente e o quanto desses resíduos podem ser aproveitados para a produção de briquetes. Todos os dados foram tabelados em planilhas e a partir destas gráficos e tabelas foram construídos.

2.1 Objeto de estudo

O objeto de estudo é o município de Presidente Prudente que está localizado no extremo oeste do Estado de São Paulo (NUNES; FUSHIMI, 2006, p.2), e pode ser melhor visualizado conforme a Figura 1.

Figura 1 - Localização do Município de Presidente Prudente -SP.



Fonte: IBGE (2010)

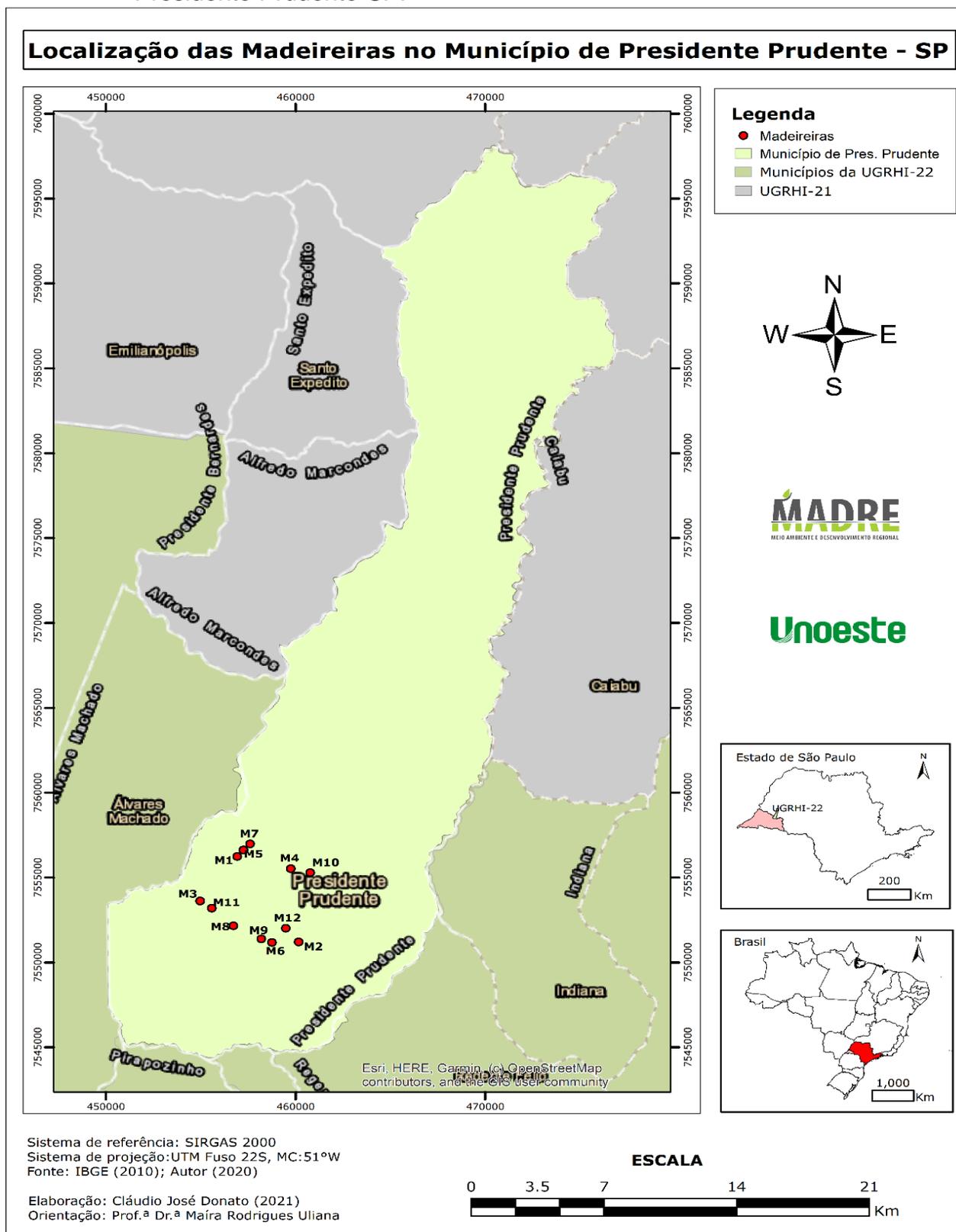
Presidente Prudente possui uma área de 563,96 km², pertencentes às: Micro região e Mesorregião, com uma população de 207.610 habitantes, densidade demográfica de 368,16 hab.Km⁻² e Índice de Desenvolvimento

Humano Municipal de 0,806 (Atlas Do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013). O município pode ser considerado como uma *Cidade Polo Regional* no Pontal do Paranapanema (LEAL; MARIN, 2005; NARDI et al, 2017).

A pesquisa de campo foi realizada em doze madeireiras, escolhidas por gerarem grande quantidade de resíduos (pó de serra e maravalha), através do desdobro da madeira (diminuir bitolas das madeiras) e pelo aparelhamento (deixar as madeiras lisas).

As madeireiras estão localizadas no município conforme figura 2. O objetivo foi quantificar o volume mensal produzido pelas madeireiras utilizando os Bags como medida padrão, os bags comportam (1m³) um metro cubico de resíduo. E para chegar ao volume de cada empresa foi feito um acompanhamento de quatro semanas para ver a quantidade de resíduos gerados.

Figura 2. Mapa da Localização das madeireiras no município de Presidente Prudente-SP.



Fonte: O autor.

3 RESÍDUOS DE MADEIRA E MEIO AMBIENTE

O objeto deste capítulo é demonstrar os impactos do descarte de resíduos de madeira no meio ambiente. Busca-se também informar o leitor que o reflorestamento somente não é capaz de gerar benefícios econômicos e ambientais, sendo preciso realizar o aproveitamento dos resíduos de madeira que são gerados em grandes quantidades pelas empresas e indústrias.

O meio ambiente exerce influência no modo de vida de uma sociedade de diversas maneiras, pois no decorrer da história da humanidade, as atividades realizadas pelos homens produzem ambientes que são transformados de acordo com as necessidades humanas, perpassando diferentes etapas do desenvolvimento tecnológico e dos diferentes modos de produção (SOUSA *et al.*, 2014).

Em meio à crescente consciência ambiental e à crescente demanda por produtos de madeira, a importância de atender à crescente demanda por esses produtos, por um lado, e ao mesmo tempo minimizando os impactos ambientais, é cada vez mais reconhecida (ROS-TONEN, 2007).

Essa grande quantidade de madeira desperdiçada é frequentemente usada na caldeira de produção de vapor para a secagem de produtos de madeira ou é despejada em um local. Essas práticas contribuem para os impactos ambientais causados pelo desperdício de madeira e, ao mesmo tempo, levam ao esgotamento dos recursos madeireiros. As principais causas de desperdício de madeira podem ser amplamente classificadas em fatores de base tecnológica, como o uso de equipamentos obsoletos e procedimentos e métodos ineficientes de produção, práticas operacionais baseadas em gerenciamento e questões administrativas e institucionais (PINTO *et al.*, 2002).

Enquanto a FAO (2001) previu que, até o final de 2020, o consumo global de produtos industriais de madeira aumentará 45%, a organização imobiliária sustentável baseada no Reino Unido, com base nos níveis de crescimento existentes, previu que o consumo global de madeira em 2020 será 2,3 bilhões de metros cúbicos. Este é um aumento de 24% em relação ao nível de 2015 e equivalente a um aumento de 4,4% ao ano. Além disso, o Banco

Mundial também previu que a demanda global de madeira deve quadruplicar até 2050 (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2019).

Como resultado, existe uma preocupação crescente em atender à necessidade de aumentar a demanda por produtos de madeira sem deteriorar os recursos florestais do mundo. Portanto, é necessária uma percepção aprimorada sobre maneiras de melhorar a eficiência do processo de produção de madeira, reduzindo o desperdício de madeira e ajudando o setor a lidar com os crescentes desafios ambientais (ESHUN *et al.*, 2017).

Produtos de madeira são considerados produtos produzidos a partir de recursos ambientais renováveis e sustentáveis. No entanto, como outros produtos, os produtos de madeira podem criar vários tipos de impactos ambientais em diferentes estágios da cadeia de suprimentos de produtos de madeira, desde a colheita até o descarte.

Uma das principais fontes de impactos ambientais é o consumo de energia necessária para produzir produtos de madeira e emissão de gases de efeito estufa (GEE) durante o processo de fabricação, das matérias-primas aos produtos finais. Embora a produção de produtos de madeira também envolva emissão de carbono, a floresta e a madeira fornecem sumidouros de carbono porque as árvores consomem dióxido de carbono da atmosfera através do sequestro de carbono.

No entanto, o setor florestal em geral e a remoção de árvores através do desmatamento contribuem com até 17% da emissão de GEE na atmosfera. Outras formas de impacto ambiental associadas aos produtos de madeira são devidas ao transporte de produtos de madeira (LINDHOLM; BERG 2005), uso de produtos químicos e desperdício de madeira.

Diante disto, se torna importante ressaltar que o ambiente sempre foi explorado de maneira irracional tendo como consequência a escassez de recursos naturais e a ameaça à vida no planeta. Dada essa problemática, a discussão sobre meio ambiente, na sociedade contemporânea não pode ser feita de maneira isolada, devendo contemplar e integrar diversos campos do conhecimento. O uso exagerado de recursos ambientais nos séculos XX e XXI, de flagrou consequências negativas para a sociedade, que se demonstrou despreparada para lidar com questões de grande complexidade. Tal situação

tem levado à busca de soluções para a problemática ambiental (POTT; ESTRELA, 2017).

Neste compasso as questões ambientais nos últimos anos, têm sido amplamente debatidas em vários campos do conhecimento, uma vez que a sociedade foi impulsionada a buscar soluções diante dos efeitos deletérios causados avanço da devastação do meio ambiente. Uma forma de combater a destruição da natureza é a conscientização da sociedade em relação a este assunto, buscando soluções para deter a devastação (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

As empresas estão cada vez mais sendo impulsionadas, tanto pela sociedade organizada, pelos órgãos públicos ambientais e pelos sistemas de gestão ambientais privados a minimizar seus impactos ambientais e a modificarem suas posturas através da incorporação da variável ambiental no desenvolvimento de suas atividades como um dos requisitos fundamentais de sua responsabilidade social (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Conforme Alberton (2003), meio ambiente “assume neste contexto uma nova dimensão: passa de uma conotação essencialmente local para uma concepção global, é reconhecido como bem econômico e sujeito a mecanismos de mercado, é incorporado nas estratégias individuais e coletivas dos diferentes agentes sociais”.

Assim, os investimentos na área ambiental, antes simplesmente considerados como necessários, hoje devem ser vistos como estratégicos à atuação das empresas, gerando benefícios sociais, ecológicos e econômicos (ABREU *et al.*, 2004).

A busca da excelência no desempenho ambiental, minimizando e controlando o impacto de suas atividades, produtos e serviços, buscando a prevenção de riscos, agregando tecnologias que tragam contribuições tanto para a área ambiental como para a segurança e saúde ocupacional, caracteriza a preocupação com a melhoria contínua. Essa preocupação vai da utilização racional de matérias-primas à destinação correta dos resíduos da produção, de um estreito controle das emissões aos processos e tecnologias de produção mais eficientes (ALBERTON, 2003, p. 22).

A Gestão Ambiental pode ser definida de diversas maneiras, dependendo do objetivo que se busca qualificar (THEODORO *et al.*, 2005). Porém de uma forma geral, seu principal objetivo está em “ordenar as atividades humanas para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio. Esta

ordem vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros” (LAVORATO, 2003).

Na visão de Caetano *et al.* (2017, p.4):

A gestão ambiental ganha importância no mundo empresarial, independentemente do setor produtivo, uma vez que oportuniza a busca pela minimização dos impactos ambientais gerados com otimização do uso dos recursos naturais, bem como pela reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos.

Para Seiffert (2005, p.24), a Gestão Ambiental pode ser considerada um:

processo adaptativo e dinâmico, por meio do qual as organizações definem e redefinem suas expectativas e metas relacionadas à proteção do ambiente, selecionando estratégias e meios para atingir esses objetivos num tempo determinado, por meio de constante avaliação de sua interação com o meio ambiente externo.

Andrade *et al.*, (2002) relatam que a Gestão Ambiental abrange um conjunto de procedimentos e técnicas direcionadas à execução de serviços e tarefas diversas, atentando à preservação ambiental, com base no princípio da sustentabilidade.

Bruns (2002, p. 2) resume o conceito afirmando que:

(...) a Gestão Ambiental visa ordenar as atividades humanas para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio. Esta organização vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros.

Trata-se de uma gestão de caráter multidisciplinar, pois deve ser desenvolvida em vários setores da economia e em ambientes diversos.

Neste contexto será abordado a seguir aspectos do aproveitamento de resíduos de madeira e a redução de impactos ambientais.

3.1 Aproveitamento de resíduos de madeira e a redução de impactos ambientais

As principais fontes de impactos ambientais dos produtos de madeira podem ser categorizadas em impactos físicos do processamento de madeira, uso de energia e produção de emissões de gás carbônico. As indústrias

madeireiras produzem grandes volumes de resíduos que devem ser utilizados, comercializados ou descartados adequadamente. Montes de resíduos de madeira são características comuns nas indústrias de madeira ao longo do ano (BISSOLI-DALVI *et al.*, 2017).

O processo de produção de produtos de madeira, desde a extração de toras até os produtos finais, envolve várias etapas, que podem afetar os ambientes circundantes na forma de poluição da terra, do ar e da água. Este artigo analisa os impactos dos produtos de madeira, desde a serração até o descarte (BRANDI *et al.*, 2004).

A necessidade de uma solução prática, econômica e ambientalmente correta para o desperdício de madeira decorre dos requisitos de conservação de recursos e de regulamentos recentes. O desperdício de madeira é um recurso renovável que pode ser reciclado para a produção de paletes (EUGÊNIO; BONETTI, 2019).

O estudo deste tema exige a compreensão do conceito de madeira. Teixeira (2005) relata que a madeira é uma matéria-prima utilizada em diversas civilizações, sendo um recurso básico o desenvolvimento humano, sendo de fácil manuseio e acesso.

A madeira é um recurso natural renovável, contudo, seu uso indiscriminado pode levar ao esgotamento. Desta forma, o reflorestamento com finalidade comercial possibilita conservar florestas naturais e reduzir impactos sobre o meio ambiente (IWAKIRI, 2005). Neste sentido, a Associação Brasileira da Indústria de Móveis (ABIMOVEL, 2006), constata que a indústria brasileira de móveis é um importante setor da economia, contudo é uma grande geradora de resíduos (CAETANO *et al.*, 2017).

Mesmo com o reflorestamento, o que ocorre é que existe um desperdício de matéria-prima que se associa ao manejo e disposição que são inadequados e impactam o meio ambiente. No Brasil é gerado um grande volume de resíduos de madeira e somente uma parte é aproveitado do ponto de vista econômico, social e/ou ambiental, pois, a maioria destes resíduos são abandonados ou queimados sem nenhum fim energético, e geram danos ambientais que podem ser irreparáveis, e além disto produzem perdas econômicas par o setor industrial (TUTO, 2009).

Dionco-Adetayo (2001) descobriu que de 1 m³ de corte de árvores e remoção da floresta, cerca de 50% é desperdiçado na forma de resíduos danificados, seguido de toras abandonadas (3,75%), tocos (10%), topos e galhos (33,75%) e guarnições de bunda (2,5%). Os resíduos de madeira compreendem uma parcela significativa de resíduos. Na Alemanha, 401 milhões de toneladas de resíduos foram produzidas em 2015, das quais resíduos de madeira representam 11,9 milhões de toneladas. As principais fontes de resíduos de madeira foram embalagens de madeira (21%), demolição e construção (26,7%), indústria de processamento de madeira (14%), resíduos municipais (20,7%), madeira importada (9,7%) e outras, como residências particulares e construção ferroviária (8%). Da mesma forma, cerca de 1.781.000 toneladas de resíduos de madeira estavam sendo geradas na Austrália por ano até 2007.

No Brasil, o setor de árvores plantadas, no ano de 2016 (Figura 1), gerou aproximadamente 47,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos, sendo que 33,7 milhões de toneladas foram originados de atividades florestais e 14,1 milhões de toneladas tiveram origem de atividades industriais. Na atividade florestal, casca, galhos e folhas são mantidos no local como meio de proteger e adubar o solo. Na atividade industrial, os resíduos são direcionados para a gerar energia (caldeiras de vapor e geração de energia elétrica) e os resíduos como cavacos, serragem e aparas de papel são utilizados como matéria-prima por empresas do setor de árvores plantada (LOUZADA JUNIOR, 2017).

Figura 3 - Resíduos gerados por tipo e métodos de disposição.

Atividade Activity	Item Item	Milhões (t) Million (t)	%	Destinação final Final destination
Florestal Forest (70,5%)	Cascas, galhos e folhas <i>Bark, branches, and leaves</i>	33,6	99,7	Mantidos no campo, como proteção e adubação do solo. <i>Kept in the fields to protect and fertilize the soil.</i>
	Óleos, graxas e embalagens de agroquímicos <i>Oils, grease, and agrochemical packaging</i>	0,1	0,3	Encaminhados atendendo critérios legais até a sua destinação final. <i>Dispatched to final destination according to legal criteria.</i>
	Subtotal	33,7	100	-
Industrial Industry (29,5%)	Cavacos, serragem e licor negro <i>Chips, sawdust, and black liquor</i>	9,3	66,0	Destinados para geração de energia, por meio da queima em caldeiras. <i>Destined for power generation, burned in boilers.</i>
	Cavacos, serragem e aparas de papel <i>Chips, sawdust, and paper scraps</i>	3,6	25,5	Reutilizados como matéria-prima por empresas do setor de árvores plantadas. <i>Reused as raw materials by companies in the planted tree sector.</i>
	Lama de cal e cinza de caldeiras <i>Lime sludge and boiler ash</i>	0,7	5,0	Reutilizados como matéria-prima por outros setores industriais. <i>Reused as raw materials by other industrial sectors.</i>
	Compostos químicos e outros <i>Chemical compounds and others</i>	0,5	3,5	Encaminhados para aterros industriais atendendo aos critérios legais. <i>Sent to industrial landfills according to legal criteria.</i>
	Subtotal	14,1	100	-
Total		47,8	100	-

Fonte: Louzada Júnior (2017).

Para Cassilha *et al.* (2004) os resíduos de madeira são classificados em

- Cavaco – Partícula com dimensões máximas de 50 mm x 20 mm, em geral proveniente do uso de picadores;
- Maravalha – Resíduo com mais de 2,5 mm;
- Serragem – Partículas de madeira provenientes do uso de serras, com dimensões entre 0,5 mm a 2,5 mm;
- Pó – Resíduos menores que 0,5 mm

A disponibilidade de matéria-prima para o setor madeireiro tem facilitado o uso irracional da madeira. Em geral, as indústrias madeireiras tendem a apresentar baixo rendimento devido à ausência de um plano de corte e, portanto, grandes quantidades de resíduos são geradas durante as operações de desdobro. Aliado a isto, as empresas em geral não realizam descarte adequado de seus resíduos. Frequentemente, em indústrias madeireiras, formam-se pilhas de serragem que quando estacionadas em um aterro acabam liberando chorume (MOSIMANN, 1999).

O Brasil apresenta uma extensa área florestal representando grande porcentagem do território nacional. Este aspecto explica o enorme potencial que o país vem apresentando para a geração de produtos madeireiros, tendo como destaque a madeira proveniente de florestas de reflorestamento

(SOARES, 2006). Koch (2012) explica que alguns dos resíduos sólidos gerados necessitam ser reaproveitados, dentre estes os resíduos que se originam da madeira.

Esta é uma situação que gera impacto ambientais. A Lei 12.305/10, que rege a legislação ambiental sobre resíduos sólidos determina práticas de produção adequadas à realidade ambiental, tendo em vista os grandes resíduos causados pelo setor industrial com a disposição final de seus rejeitos industriais, com intuito de evitar impactos ambientais e também as penalidades governamentais (CAETANO *et al.*, 2017).

O Art. 3º, inciso X da lei 12.305/10, define o gerenciamento de resíduos sólidos da seguinte forma:

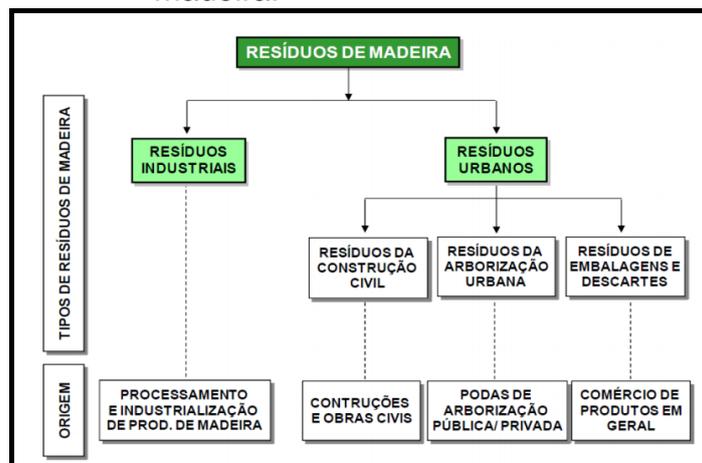
Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei. (BRASIL, 2010).

De acordo com Casagrande Junior *et al.* (2004) a cadeia produtiva da madeira pode é classificada em etapas: (1) o processamento mecânico, (2) o de papel e celulose e, (3) o de energia, representado pela lenha e carvão vegetal, os quais geram resíduos para o meio ambiente. Deste modo, se verifica que a geração de resíduos ocorre ao longo de toda a cadeia produtiva da madeira.

A geração destes resíduos é consequência natural do processamento primário e secundário da madeira provocado pelo contato com as serras, instrumentos de corte e acabamento da madeira (Figura 2) (LOUZADA JUNIOR *et al.*, 2017)

As principais matérias-primas utilizadas na produção industrial moveleira é a do gênero Pinus, oriunda de reflorestamento, que passa por processamento mecânico. No caso da produção de MDF, buscando melhor rendimento agro-industrial a madeira é obtida de reflorestamento, utilizando-se espécies selecionadas de Pinus (CASAGRANDE JUNIOR *et al.*, 2004).

Figura 4. Classificação dos tipos de resíduos de madeira.



Fonte: Louzada Júnior (2017).

Embora as empresas incluam em suas atividades o gerenciamento ambiental e o aproveitamento integrado de seus subprodutos, a maioria das serrarias instaladas no Brasil ainda está despreparada para o descarte apropriado de seus rejeitos (REMADE, 2005). Assim, esse processo de industrialização da madeira e geração de resíduos, deve ser pensado de maneira que esses resíduos devem ser manejados e receberem tratamento adequado.

A Figura 5 apresenta os principais tipos de resíduos de madeira gerados ao longo das atividades florestais e industriais, também como resíduos provenientes de descarte de produtos acabados de madeira (LOUZADA JUNIOR *et al.*, 2017).

Figura 5 - Diversos tipos de resíduos de madeira.



Fonte: Louzada Júnior (2017).

Gonçalves e Ruffino (1989) correlacionaram cada etapa da cadeia produtiva de madeira com a geração de tipos diferentes de resíduos, conforme indicado abaixo:

- Abate de árvores: resíduos como galhos finos, galhos grossos e ápice dos troncos;
- Descascamento: cascas das árvores;
- Desdobro: costaneiras, tábuas e serragem fina;
- Desengrosso: serragem grossa;
- Serra e Fresamento: serragem fina, rejeitos e sobras;
- Usinagem e acabamento: serragem fina, pó de lixamento e sobras;
- Secagem: rejeitos trincados e empenados.

Estes rejeitos estão geralmente dispostos ao ar livre e expostos à chuva e demais intempéries, podendo levar a degradação ou apodrecimento por agentes biológicos (TEIXEIRA, 2005).

Ressalta-se que, embora a ciclagem do material orgânico ocorrer naturalmente no ambiente, com o passar do tempo, a deposição imprópria desse material pode trazer prejuízos ambientais significativos (SILVA *et al.*, 2017).

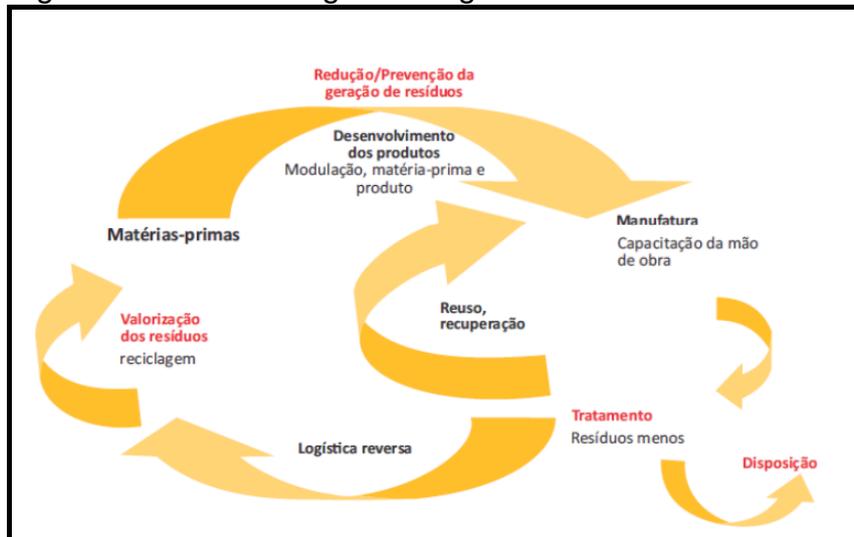
3.2 Aproveitamento de resíduos de madeira

Wiecheteck (2009) em seu estudo sobre aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, argumentam que os resíduos de madeira possuem dois destinos principais: (i) como matéria prima para produtos de maior valor agregado (PMVA) e (ii) para fins energéticos. Na visão deste autor a geração excessiva de resíduos de madeira associada ao seu baixo aproveitamento gera danos ambientais. Aliado a isto, também há uma perda de oportunidade para a indústria, comunidades locais, governos e sociedade em geral.

Sobre o aproveitamento de resíduos de madeira Louzada Junior *et al.* (2017) demonstraram em seu estudo que o modelo integrado de gerenciamento de resíduos, baseado em ações para tratar os resíduos, permite

que se obtenha maior rendimento industrial, aproveitamento. Além disto, contribui para minimizar a geração, redução do volume e periculosidade e disposição final adequada dos rejeitos. Estes autores propuseram um – modelo integrado de gerenciamento de resíduos, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Modelo integrado de gerenciamento de resíduos.



Fonte: Louzada Júnior (2017).

Cetano *et al.* (2017) desenvolveram uma pesquisa sobre gerenciamento de resíduos sólidos em uma marcenaria constataram que este é um setor gerador de resíduos e os impactos ambientais ocasionados pela gestão inadequada deles (ou falta de gestão) são graves e merecem atenção. Os autores demonstraram que a técnica da briquetagem contribui para eliminar resíduos incômodos e onerosos às empresas geradoras (serrarias, marcenarias, moveleiras).

Abreu *et al.* (2009) discorrem em seu estudo que a reutilização de resíduos é uma alternativa para minimizar tais problemas é a que podem ser aproveitados pela própria indústria ou vendidos para outras. Os resíduos devem ser considerados como matéria-prima alternativa, que se tornam uma do ponto de vista econômico, ambiental e social.

Hillig *et al.* (2009) estudaram a geração de resíduos de madeira e derivados da indústria moveleira e constataram que a cadeia produtiva madeira-móveis é uma grande geradora de grande volume de resíduos de madeira, que pode se gerar problema de gestão ambiental das empresas. De acordo com

estes autores a indústria de móveis pode ser segmentada em função da matéria-prima que utiliza ou do uso final dos móveis que produz. Em geral, esses resíduos se apresentam na forma de serragem e de retalhos e seu aproveitamento tem sido principalmente para geração de energia.

O objetivo do estudo de Silva e Evaldt (2014) foi apresentar uma proposta de plano gerenciamento dos resíduos sólidos de uma madeireira que faz o beneficiamento mecânico da madeira. Os autores verificaram que é preciso melhorar as instalações e layout da empresa para de cumprir o plano de gerenciamento de resíduos, assim, pode-se reduzir as emissões de material particulado e reduzir as emissões de ruído para a vizinhança. Como forma de minimizar a geração de resíduos, os autores propuseram transformar os resíduos em briquetes.

Sobre o aproveitamento de resíduos madeireiros, Oliveira *et al.* (2017) evidenciaram em seu estudo que no Brasil, a indústria de processamento da madeira apresenta aproveita cerca de 40% de sua produção, sendo o restante transformado em resíduos. Pode-se estimar que a produção brasileira de resíduos florestais seja de 17 milhões de metros cúbicos por ano. Devido aos crescentes aumentos nos custos dos insumos energéticos, as indústrias têm procurado o aproveitamento dos resíduos industriais e florestais como fonte alternativa de energia.

Na pesquisa de Amorim *et al.* (2015) sobre produção de briquetes, foi constatado que no Brasil, um dos principais geradores de resíduos florestais é o setor moveleiro. O grande volume desses resíduos pode causar sérios danos ao meio ambiente, podendo prejudicar cursos d'água, poluindo o ar através da incineração e ainda prejudicando operações em indústrias, devido ao espaço ocupado nas mesmas. Com isto, os autores propõem que uma das alternativas que visem mitigar os impactos ambientais causados pela má disposição dos resíduos madeireiros, é utilizar os resíduos florestais seria transforma-los em biocombustíveis sólidos, através da briquetagem, reduzindo assim os impactos ambientais.

Para Farage *et al.* (2013) as indústrias de transformação moveleiras também são responsáveis pelos maiores impactos ambientais. Conforme os autores, o reaproveitamento dos resíduos de madeira e derivados

para fins de geração de energia foi previsto na forma de briquetes, produto resultante da compactação dos resíduos de madeira sob alta pressão e temperatura.

Furtado *et al.* (2011) estudaram as variáveis do processo de briquetagem e qualidade de briquetes de biomassa florestal e verificaram que o uso de briquetes proporciona economia de transporte, manuseio e armazenamento nas usinas. Contribui para economia no transporte porque um mesmo volume de briquete pode ter 5 vezes mais energia que a madeira in natura.

4 VIABILIDADE AMBIENTAL DA REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE MADEIRA

O presente capítulo tem por objetivo demonstrar a viabilidade ambiental da reutilização dos resíduos de madeira, apresentando conceito de briquete, as etapas de briquetagem e as vantagens deste processo.

4.1 Briquetagem

Prevenir o desperdício de madeira para melhorar a eficiência da utilização da madeira primária ajuda significativamente a reduzir os impactos ambientais, por um lado, e a atender às demandas de produtos de madeira sem danificar os recursos florestais mundiais, por outro.

Assim sendo, para minimizar os problemas causados pelo despejo inadequado desses resíduos, são utilizadas alternativas racionais, tais como, cama de forração em aviários, revestimento de jardins e vasos de planta, geração de energia, compostagem e artesanato (SILVA *et al.*, 2017).

A biomassa é reconhecida como uma alternativa eficiente e ecológica aos combustíveis fósseis. A densificação da biomassa é um elemento importante no comércio e manuseio da biomassa, pois o combustível densificado oferece vantagens logísticas e se torna uma mercadoria que garante alto teor de energia e qualidade homogênea. Na densificação, os pellets são mais conhecidos, mas a briquetagem oferece muitas vantagens alternativas.

Tradicionalmente, a tecnologia de briquetagem era estabelecida para os países em desenvolvimento produzirem briquetes de resíduos locais, para uso em fogões domésticos e restaurantes. Mais tarde, conforme as capacidades das máquinas aumentaram, briquetes foram usados em caldeiras industriais para criar calor, vapor e energia para a indústria e usinas.

Segundo Louzada Junior *et al.* (2017, p.3):

O briquete é um combustível ecológico sólido, proveniente da compactação de resíduos lignocelulósicos como serragem, cavacos de madeira, casca de arroz, palha de milho e outras biomassas florestais em elevada temperatura e pressão. Os briquetes representam uma alternativa para o aproveitamento dos resíduos das madeireiras (serragem, refugos e pedaços de madeira menores sem fins comerciais). Também podem ser obtidos através da combinação de mais de um resíduo lignocelulósico. (Louzada Junior *et al.*, 2017, p.3)

Neste contexto, destaca-se a briquetagem que consiste na compactação dos resíduos por meio de ação mecânica, sob elevada pressão e temperatura, aumentando suas propriedades energéticas (PAULA *et al.*, 2010).

O briquete (Figura 7) é uma alternativa para o aproveitamento energético de qualquer biomassa vegetal. Quirino (2004) afirmou que a técnica de compactação de resíduos para uso energético é pouco conhecida e utilizada no Brasil. Os empresários ao tomarem conhecimento desta técnica mostram-se surpresos e interessados por causa do ganho para a empresa.

Figura 7 - Produção e aspectos dos briquetes.



Fonte: Santos *et al.* (2015).

Ele é utilizado, além das caldeiras em geral, em lareiras, fogões a lenha, fornalhas, churrasqueiras, secadores, forjas, fornos e outros. Uma lenha ecológica, natural, sem aditivos, livre de papelada ambiental, com excelentes fatores calóricos, econômica em todos os sentidos, que apresenta simplicidade e limpeza em transporte, manuseio e estocagem.

De acordo com Louzada Junior *et al.* (2017, p.5):

No formato cilíndrico, denso e compacto, os briquetes tornam-se uma fonte energética ecológica em substituição ao gás natural, carvão vegetal, carvão mineral e lenha, por possuir alto poder calorífico, regularidade térmica, elevada temperatura da chama, fácil manuseio, transporte e armazenagem. São ideais para serem usados em fornos e caldeiras, nos quais produzem calor e vapor de boa qualidade, até mesmo superior aos combustíveis fósseis. Além das considerações técnicas pertinentes, tem o apelo sustentável e por utilizar resíduos em seu processamento, proporciona economia considerável. (Louzada Junior *et al.*, 2017, p.5).

Segundo Ormond (2006), o briquete é um substituto da lenha 100% natural e ecológico e evita o desmatamento. Apresenta forma regular, constituição homogênea e é de grande utilização para a geração de energia, principalmente em fornos industriais.

O uso de briquetes está em amplo crescimento, o aumento progressivo, aliado aos altos preços dos combustíveis fósseis e a falta de lenha no mercado, torna o briquete a melhor opção energética para o seu negócio (LUENGO *et al.*, 2009). Segundo Oshiro (2016) a partir do reaproveitamento dos resíduos como matéria-prima na produção dos briquetes, o que era resíduo se transformará em energia, contribuindo deste modo para preservar a natureza e na economia de energia.

As características fundamentais dos briquetes não variam muito de um resíduo para outro e são se apresentam na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos briquetes

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Valor	10 a 12%
Carbono Fixo	13,6%
Cinzas	2 %
Materiais Voláteis	84,4%
Poder Calorífico	4650 Kcal/Kg
Densidade	1.000 a 1300 Kg/m ³

Fonte: Zago *et al.* (2010).

Os briquetes podem ser utilizados para diversos fins, tanto em indústrias como em residências, em fornalhas ou caldeiras que queimam lenha ou qualquer outro material particulado. Podem ser utilizados em indústrias cerâmicas, pizzarias, padarias e indústrias em geral. O uso em residências se dá como combustível para lareiras, fogões e fornos.

De acordo com Zago *et al.* (2010, p. 8):

A briquetagem é o processo de fabricação de briquete, produto de alto teor calórico, obtido pela compactação dos resíduos de madeira como pó de serragem e as cascas vegetais, geralmente provenientes do desdobramento da tora, considerado uma lenha ou um carvão ecológico e de alta qualidade, devido que no processo de briquetagem ocorre a destruição da elasticidade natural das fibras do mesmo. Esta destruição pode ser realizada por dois processos: alta pressão e/ou alta temperatura. O processo provoca a “plastificação” da lignina, substância que atua como elemento aglomerante das partículas dos resíduos de madeira, uma razão muito importante da não necessidade de adicionar produtos aglomerantes (resinas, ceras, dentre outros). (ZAGO *et al.*, 2010, p. 8)

A briquetagem é uma forma eficaz de aproveitar os resíduos de biomassa, entretanto, constata-se que os briquetes de biomassa ainda não são amplamente comercializados no mercado brasileiro, principalmente para consumo doméstico. Expandir este mercado é um desafio técnico e mercadológico, que deve responder, em primeiro lugar, ao desenvolvimento de briquetes de alto padrão de qualidade. Neste sentido, a torrefação é uma alternativa para melhorar a qualidade dos briquetes e conseqüentemente abrir novas possibilidades comerciais (LUENGO *et al.*, 2009).

De acordo com 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.

A briquetagem de biomassa é uma prática antiga e uma das técnicas consideradas, em termos gerais, como tecnologia de compactação. Consiste na prensagem de pequenas partículas de material sólido para formar blocos de forma definida e tamanho maior. A briquetagem se constitui num modo eficiente de obter concentração de energia disponível na biomassa (OSHIRO, 2016)

A briquetagem é um processo físico e consiste na compactação do resíduo em forma de cilindros ou retângulos, por meio da geração mecânica de elevadas pressões e temperaturas, com o objetivo de aumentar a sua densidade, facilitando seu transporte, armazenamento e melhorando as características energéticas dos resíduos vegetais (SBRT, 2007).

De acordo com Quirino e Brito (1991), a briquetagem é uma forma muito eficiente de concentrar a energia disponível na biomassa. Os autores

exemplificam esse fato na consideração de que 1,00 m³ de briquetes contêm, pelo menos, cinco vezes mais energia que 1,00 m³ de resíduo, levando-se em consideração a densidade a granel e o poder calorífico médio desse material.

A compactação ocorre dentro de moldes matrizes, em orifícios entre cilindros rotativos ou processos similares, sendo que os subprodutos de beneficiamento agroflorestal e finos de carvão se convertem em material de maior valor comercial. Além disso, essa técnica pode requerer ou não a aplicação de pressão, adição de ligantes e tratamento térmico posterior. No caso do carvão vegetal, usa-se, geralmente, um aglutinante, que pode ser de várias naturezas, porque esta é a maneira mais econômica de compactá-lo. Os finos devem ter uma distribuição granulométrica adequada para proporcionar qualidade do briquete e economia do aglutinante (FILIPPETO, 2008).

Caetano *et al.* (2017, p.4) argumentam que:

A técnica da briquetagem, além de eliminar resíduos incômodos e onerosos às empresas geradoras (serrarias, marcenarias, moveleiras), produz um material de tamanho constante, facilitando o armazenamento, a embalagem e o transporte, beneficiando a operação de equipamentos de queima para a produção de energia. Com o uso de briquetes, as caldeiras trabalham em temperatura uniforme, alcançam maior temperatura de queima, o que torna a produção do briquete viável sob o ponto de vista tecnológico, econômico e mercadológico. (CAETANO *et al.*, 2017, p.4)

O processo de briquetagem consiste na densificação de resíduos, todos os resíduos de origem vegetais podem ser compactados pela briquetagem, basta atender as especificações do processo, ou seja, uma granulometria e um teor de umidades controladas. A vantagem desse processo está em transformar um resíduo de baixíssima densidade em uma lenha ecológica de alta qualidade, pois quando comparado à lenha, o briquete apresenta propriedades mais vantajosas para o uso energético (OSHIRO, 2016).

Trata-se de um produto ecologicamente correto que apresenta vantagens em sua utilização que podem ser resumidas conforme segue (MORAIS, 2010):

- Menor custo direto e indireto;
- Reduz o impacto negativo sobre as florestas nativas para a retirada da lenha;
- Menor mão-de-obra no manuseio;

- Podem ser usados em caldeiras, lareiras, padarias, pizzarias, cerâmicas e outros;
- Produzidos em tamanhos padrões;
- Fornecidos em embalagens padronizadas, uma tonelada de briquete substitui de 6 a 8 m³ de lenha;
- Menor umidade (o briquete tem até 10% enquanto a lenha possui até 50%)
- Poder calorífico de 2,5 vezes maior do que o da lenha comum apresentando regularidade térmica e maior temperatura da chama;
- Espaço de armazenamento reduzido, possibilitando assim a manutenção de estoques reguladores e de emergência;
- Devido à baixa umidade, a temperatura se eleva rapidamente, produzindo melhor queima, conseqüentemente menos fumaça, cinzas, e fuligem em relação à lenha;
- Não danifica a fornalha no manuseio de abastecimento;
- É liberado pelo IBAMA, dispensando licença ambiental;
- Produto 100% reciclado;
- Produto disponível o ano inteiro;
- O briquete é vendido por peso certo. Já a lenha é comercializada por m³, o que permite perdas devido aos vazios em seu empilhamento;
- Menor índice de poluição, pois é um combustível renovável.

O processo de briquetagem inclui as seguintes etapas que se apresentam no Quadro 2.

Quadro 2. Etapas para o processo de briquetagem

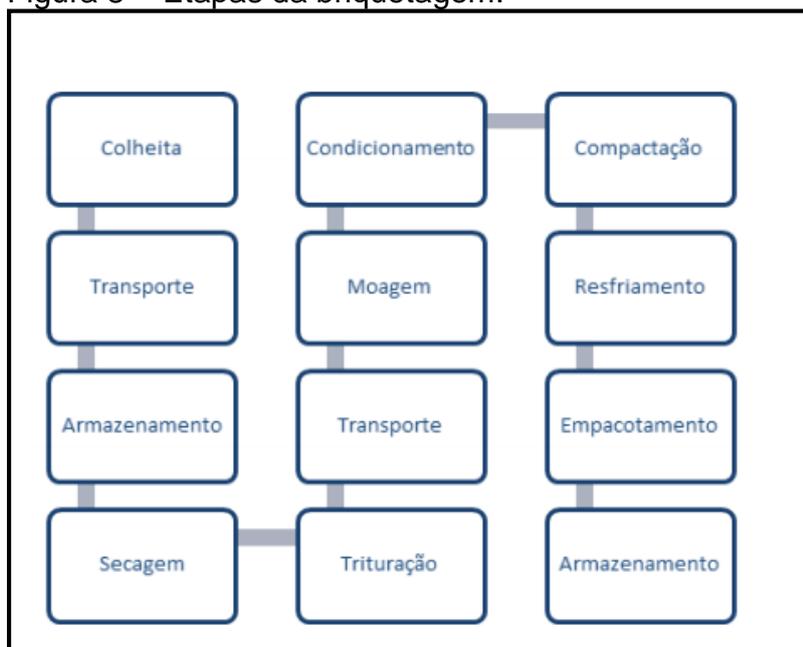
Escolha do material	Esta etapa refere-se ao tipo de matéria prima que se deseja utilizar, do tipo de briquete que se pretende produzir e das características do material a ser utilizado (tamanho de partículas, densidade e umidade)
Secagem	Tem por finalidade retirar a umidade dos resíduos, a fim de deixar o material com a umidade necessária para a realização do processo
Moagem dos resíduos	Tem por objetivo triturar os resíduos, formando partículas menores. Desse modo facilitando o processo e a ação de aglutinantes se estes forem necessários;
Peneiramento	promove a separação das partículas geradas na moagem em granulometrias diferentes, tendo por finalidade uma seleção das partículas a serem utilizadas, e eliminação das indesejadas no processo;
Mistura com aglutinante	O aglutinante é responsável pela aderência dos resíduos. Durante esta etapa deve-se levar em consideração a escolha do tipo e da qualidade do aglutinante, pois estas estão diretamente relacionadas ao custo do processo. Esta etapa nem sempre ocorre, pois, alguns resíduos são capazes de se aglutinar apenas com a plastificação da lignina em ambiente de alta pressão e temperatura
Prensagem	a prensagem proporciona resistência aos briquetes. É realizada por meio da ação de prensas que aplicam altas pressões e temperaturas a massa de resíduos e ao ligante. Esta etapa define a forma final do briquete, de acordo com a presa utilizada;
Estocagem e embalagem	Os briquetes devem ser armazenados em silos de estocagem a fim de manter um estoque intermediário entre a produção e a distribuição. Posteriormente são embalados para o consumo

Fonte: Oshiro (2016).

Nota: Adaptado pelo autor.

A briquetagem consiste na compactação desses resíduos, de modo a obter produtos com maior densidade (em kg/m³) e densidade energética (em kcal/m³) superiores às dos resíduos originais. Dependendo da composição química e condições físico-químicas desses resíduos, que para esses processos são considerados matérias-primas, eles devem passar por diversos tratamentos até à produção de briquetes e péletes. A briqueteira ou a politizadora são os equipamentos principais de qualquer planta de compactação de biomassa. Entretanto, para que os péletes ou os briquetes tenham boa qualidade são necessárias outras operações unitárias que em conjunto, formam a planta de compactação de biomassa (Figura 8) (DIAS *et al.*, 2012).

Figura 8 - Etapas da briquetagem.



Fonte: Dias *et al.* (2012).

O produto final tem a forma cilíndrica ou retangular e fica parecido com os aglomerados de madeira. O formato é determinado pelo equipamento utilizado. Os formatos de briquetes mais consumidos são os pellets e os tarugos. Os pellets também são produzidos a partir de resíduos de madeira, que são secos e prensados em forma de grânulos e servem como biomassa para a geração de energia (RASGA, 2013). Em sua forma comercial assemelham-se muito a ração de cachorro. No Brasil, consomem-se briquetes em forma de tarugo porque as instalações industriais não foram projetadas para usar pellets, o que já acontece na União Europeia, que prefere este tipo de apresentação (QUIRINO; BRITO, 2004).

A QUALIDADE DOS BRIQUETES, SEGUNDO Quirino e Brito (1991), é avaliada por meio de algumas de suas propriedades peculiares ou baseada em algumas de suas características de comportamento durante o uso.

Segundo Fernandez *et al.* (2016, p.4):

Quanto mais denso o briquete, maior a agregação das partículas e mais resistente o produto final, o que facilita sua estocagem e transporte. O teor de umidade influencia de maneira negativa na queima da biomassa vegetal, pois reduz a quantidade de energia global produzida durante a combustão. (FERNANDEZ *et al.*, 2016, p.4)

De acordo com Quirino e Brito (1991), os testes que avaliam as propriedades mecânicas dos briquetes são usualmente os mais empregados. A resistência à compressão, por exemplo, determina a capacidade de empilhamento na estocagem. O teste de tamboramento, ou índice de quebra e abrasão, determina a resistência à abrasão provocada durante o transporte e o manuseio natural dos briquetes. Todos estes testes medem certos aspectos de qualidade.

A densidade da madeira é um fator importante para avaliar sua qualidade como, por exemplo, a produção e a qualidade do carvão vegetal e os custos operacionais ligados ao seu transporte e armazenamento. Madeiras mais densa apresentam maior poder calorífico por unidade volumétrica. Madeiras mais leve possuem aproximadamente o mesmo poder calorífico por unidade de peso, mas possuem menor poder calorífico por unidade de volume (ROSÁRIO, 2011).

Não é preciso nenhum equipamento especial para queimar o briquete, seja no fogão, na caldeira ou na fornalha. Seu poder calorífico¹ é padronizado, proporcionando um cálculo de rendimento e custo mais aproximado de material usado ou do que será gasto no uso futuro. Além disso, a sua queima provoca pouco índice de fuligem, evitando entupimento das chaminés e menos poluente jogado ao meio ambiente, evitando transtornos para os moradores vizinhos dos fornos que o utilizam. Desdobrar esse parágrafo em vários outros colocando referências e discussões sobre o poder calorífico e sobre a queima do briquete (QUIRINO; BRITO,1991).

4.2 Equipamentos de Briquetagem – Briquetadeiras

Nos últimos 20 anos, a briquetagem também chegou às famílias dos países industrializados, como registros de consumo de fogões a lenha e lareiras. Nos últimos anos, à medida que o foco em energia renovável aumentou, as aplicações de briquetes cresceram simultaneamente, assim como diferentes

¹ Maior poder calorífico:
Briquete: 4800 Kcal.Kg⁻¹
Lenha: 2200 a 2500 Kcal.Kg⁻¹

tecnologias e novas aplicações. As tecnologias de briquetagem incluem prensas mecânicas de briquetagem, prensas hidráulicas de briquetagem e prensas de parafuso; é importante que os clientes selecionem a melhor tecnologia para suas aplicações.

A máquina que produz o briquete é um equipamento mecânico denominado prensa briquetadeira de pistão, geralmente movido a motor elétrico, pesando de seis a dez toneladas, constituído de um pistão de aço horizontal pulsante de movimentos alternativos e ligados excêntrica a um virabrequim (ZAGO *et al.*, 2010). Existem diferentes tipos de briquetadeiras utilizadas na compactação da biomassa, cada uma com um princípio de funcionamento.

4.2.1 Prensa Briquetadeira de Pistão

Com relação aos processos de compactação, existem vários tipos de prensas ou briquetadeiras: briquetadeira extrusora por pistão mecânico, briquetadeira de extrusão por rosca sem fim e briquetadeira hidráulica (CAPOTE, 2012).

A prensa de briquetagem mecânica é um tipo de equipamento de para transformar lascas de madeira, serragem, palhas de culturas e outros em combustível semelhante a uma haste através de esmagamento, secagem, compressão e moldagem. As hastes de biomassa são amplamente utilizadas no sistema de aquecimento da produção industrial, governo, empresa e serviço doméstico.

Na figura 9 está apresentada a briquetadeira mecânica de pistão.

Figura 9. Briquetadeira mecânica de pistão.



Fonte: Lippel (2018)

A compactação acontece por meio de golpes produzidos sobre os resíduos por um pistão acionado por meio de dois volantes. Do silo de armazenagem (aéreo ou subterrâneo) os resíduos são transferidos para um dosador e briquetados em seguida (forma cilíndrica). O briquete deste processo tem densidade de 1.000 a 1.300 kg/m³, poder calorífico inferior de 4.800 kcal/kg, materiais voláteis iguais a 81% e cinzas de 1,2% (SBRT, 2007).

Esta prensa esmaga a matéria-prima, como palhas, galhos, cascas, lascas de madeira em fragmentos em cerca de 20 mm (as conchas e os grãos não precisam ser esmagados). Controla a umidade na faixa de 10 a 20%. Os fragmentos são enviados para o levantador de parafuso através do transportador de alimentação e, em seguida, são empurrados para dentro da haste, fazendo a entrada da máquina pelo levantador de parafuso. Por fim, os fragmentos são comprimidos por punção (SBRT, 2007).

A prensa briquete de biomassa com pistão mecânico possui características notáveis como alto rendimento, baixo consumo de eletricidade, menos limitado no tamanho da matéria-prima e etc. É uma prensa mecânica do tipo punção e punção com duas rodas de mosca. Cada roda volante é acionada por correias com motores.

O material é alimentado continuamente através de uma tremonha por meio de transportador de correia com sua própria caixa de engrenagens e um motor. Da câmara de alimentação, o material é comprimido pelo aríete através da matriz de furo cônico. Briquetes sai da linha de resfriamento. O

processo total é contínuo e controlado por painel elétrico. A prensa de briquetagem é usada para a produção de briquetes de combustível de alta densidade, isto é, "biocoal" de todos os tipos de biomassa.

4.2.2 Prensa Briquetadeira por Extrusão

A extrusão em altas pressões e temperaturas, por máquina rotativa, oferece um produto homogêneo, sem aglomerantes, a temperaturas de 150° a 200°C. A alta temperatura é obtida pelo atrito dentro das câmaras de compressão antes da extrusão, liquefazendo a lignina do material. Ao sofrer esfriamento, a lignina se transforma em aglomerante natural e cria a camada externa contra a umidade do ar (REMADE, 2003). Posteriormente, o material é submetido a altas pressões, tornando-se mais compacto. No final do processo, o material é naturalmente resfriado, solidificando-se e resultando em um briquete com elevada resistência mecânica. A lignina solidificada na superfície do briquete o torna também resistente à umidade natural (SBRT, 2007).

O briquete apresenta densidade de 1.200 a 1.400 kg/m³, poder calorífico superior de 4.900 kcal/kg, voláteis de 85% e cinzas de 1% (SBRT, 2007).

É uma prensa de briquetagem especializada para produzir briquetes de biomassa muito densos, que podem ser carbonizados e vendidos como briquetes carbonizados de alta qualidade. Na prensa de briquetagem para extrusora, os briquetes são normalmente produzidos no tamanho de 65 x 65 mm e cumprimentara produzir um bom briquete na prensa de briquetagem Shimada BPE, você precisará de um teor de umidade de 6-8% e partículas entre 2-6 mm (SBRT, 2007) (Figura 10).

Figura 10 - Briquetadeira por extrusão.



Fonte: Agroads (2018a)

A prensa é montada na estrutura da base com motor de 45 KW e conjunto de acionamento e inclui um alimentador automático de parafuso de 1,1 kW com controle de velocidade variável e painel de controle elétrico e chave de trava. As matrizes e as ferramentas incluem tubo de calor para tubo de prensa, 3 buchas (tungstênio cônico, SUS e FCD temperado), tubo guia de troca, tubo guia fixo, parafuso de atarraxamento negativo, parafuso positivo, haste de tração, arruelas e 2 faixas de aquecedor elétrico de cerâmica (SBRT, 2007).

4.2.3 Prensa Briquetadeira Hidráulica

De acordo com Quirino e Brito (1991), a briquetadeira hidráulica é um equipamento que usa um pistão acionado hidraulicamente; o material a ser compactado é alimentado lateralmente por uma rosca sem fim. Uma peça frontal ao êmbolo abre e expulsa o briquete quando se atinge a pressão desejada. Não é um processo extrusivo e a pressão aplicada, geralmente, é menor que em outros métodos, produzindo briquetes de menor densidade. (Figura 11)

Figura 11 - Briquetadeira hidráulica.



Fonte: Fábrica do Projeto (2013b)

As briquetadeiras de pistão hidráulico aceitam material com 18%-20% de conteúdo de umidade. Em uma prensa hidráulica, a matéria-prima é pressionada em uma câmara de pré-compressão por um parafuso dosador. Na câmara, a quantidade exata de material é pré-compactada. O pistão principal transfere a matéria-prima para a matriz que forma o briquete em seu estado final e densidade necessária (LUCENA *et al.*, 2008). (Figura 11).

O processo de compressão de uma prensa hidráulica é relativamente lento. O ciclo de compressão pode estar entre seis e 25 ciclos por minuto, dependendo da quantidade carregada ou da densidade dos briquetes. Na briquetagem hidráulica, prensas eram tradicionalmente pequenas, com capacidades de 50 kg/h até 200 kg/h. Os briquetes eram redondos, com um diâmetro de 50 a 75 mm.

4.2.4 Prensa Briquetadeira Peletizadora

É um equipamento que opera pelo processo extrusivo, com princípio semelhante ao dos equipamentos de produção de ração animal, em que há a necessidade de injeção de vapor para aquecer e corrigir a umidade. Esses equipamentos vêm sendo experimentados para compactação de resíduos com resultados razoáveis. Operando com bagaço, produz pellets de diâmetro

igual a 10 mm e comprimento de 30 a 40 mm, densidade relativa de 1.200 Kg.m^{-3} e densidade a granel de 550 Kg.m^{-3} (QUIRINO; BRITO, 1991).

A briquetagem e a peletização são processos que alteram apenas a conformação física da matéria-prima e não a composição química, que é dependente da biomassa de origem. O poder calorífico do briquete e dos pellets é geralmente mais alto do que o da matéria-prima devido à secagem prévia à qual a biomassa deve ser submetida (EMBRAPA, 2012).

Segundo Lucena *et al.* (2008), as peletizadoras trabalham com resíduos com até 20% de umidade, usando pressões de 80 a 320 Kg.cm^{-2} .

Esta máquina única é produz pellets / paus e briquetes a partir de resíduos florestais, corte de madeira, serragem, caules, cascas de amendoim, palha, etc. É muito conveniente transferir de briquetagem para peletização, alterando o molde de extrusão. Uma pessoa e 10 minutos é suficiente (LUCENA *et al.*, 2008) (Figura 12).

Figura 12 – Briquetadeira Peletizadora



Fonte: Made-in-China (2021)

4.2.5 Prensa Briquetadeira Enfardadeira

De acordo com Quirino e Brito (1991), como o próprio nome indica, o equipamento comprime e amassa o resíduo, elevando a densidade do bagaço de cana com 20% de umidade a 500 kg/m^3 . Este processo não exige pré-secagem do material, o que permite a secagem posterior. No entanto, é aconselhável o enfardamento após a secagem. A Figura 13 apresenta a imagem de uma Briquetadeira Enfardadeira.

Figura 13 - Briquetadeira Enfardadeira.



Fonte: Fábrica do Projeto (2013b)

Este capítulo apresentou as etapas de fabricação dos briquetes, entretanto, apresentando os equipamentos necessários para o funcionamento de uma empresa no município. Contudo, torna-se importante verificar a situação atual de produção de resíduos da madeira no município de Presidente Prudente-SP, assunto a ser tratado a seguir.

5 A PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS DE MADEIRA NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados da pesquisa de campo realizada no município de Presidente Prudente enfocando a produção de resíduo de madeira gerado em 2019.

A quantificação de volume utilizado foram os Bags que comportam (1m^3) um metro cubico de resíduo, todos os dados foram cedidos pelas empresas. Os resultados do trabalho de campo evidenciam o grande volume de resíduos de madeira no município. O volume total de resíduos nas 12 empresas pesquisadas chega a $47,25\text{ m}^3$ em média por mês (tabela 2).

Tabela 2 - Volume produzido pelas madeireiras em Presidente Prudente-SP.

Madeireiras	Volume em Bags ($1\text{ m}^3\cdot\text{mês}$)
Empresa 1	7,25
Empresa 2	6,25
Empresa 3	3,50
Empresa 4	4,00
Empresa 5	3,00
Empresa 6	4,50
Empresa 7	6,00
Empresa 8	2,50
Empresa 9	3,75
Empresa 10	2,50
Empresa 11	3,00
Empresa 12	1,00
Total da produção	47,25

Fonte: O autor

Podemos verificar também que a cerca de 7 madeireiras se destacam na produção ficando acima da média mensal é que 3 m^3 . Tendo ainda

3 madeireiras que geram mais de 6m³ de maravalha. Esses dados permitem afirmar a necessidade urgente da reutilização deste resíduo na região, pois devemos eliminar o desperdício dos resíduos de madeira e reduzir os impactos ambientais causados por estes resíduos. No aterro este resíduo libera o chorume (MOSIMANN, 1999) e ainda pode causar sérios danos ao meio ambiente, podendo prejudicar cursos d'água, poluindo o ar através da incineração (Figura 14).

Figura 14 - Produção da madeireira 3 em Presidente Prudente-SP, 2019.



Fonte: O autor

Os briquetes oferecerem uma queima rápida e uniforme, pois os biocombustíveis sólidos adensados são usados para queima em abatedouros, cerâmicas, cervejarias, destilarias, fecularias, hospitais, hotéis/motéis, indústria de balas, indústria de óleo de soja, indústria de papel, indústria de refrigerantes, laticínios, lavanderias, metalúrgicas, panificadoras, pizzarias, residências e tinturarias (GENTIL, 2008). Segue algumas vantagens do briquete sobre a lenha (quadro3).

É interessante apresentar ainda que, os resíduos podem ser um bom negócio para o madeireiro, pois o desdobro da madeira é suficiente para a fabricação em média de 16.500 mil quilos de briquetes mês. A fábrica de briquete mais próxima do município de Presidente Prudente fica em Santo Anastácio-SP, cerca de 30km, contudo esta fábrica não trabalha com grandes volumes, pois é bem artesanal, sem mecanização para realização dos briquetes. A fábrica de briquetes chega ao volume de fabricação, a cada 1 m³ de resíduo do desdobro se faz 350 quilos de briquetes que é sua capacidade de hora/produção em sua

fábrica praticamente artesanal. Levando em conta que o volume de resíduos encontrado no município necessita de uma escala de produção industrial, a fábrica de Santo Anastácio não seria suficiente para realizar o aproveitamento dos resíduos de madeira gerados (Figura 15).

Quadro 3 - Vantagens dos briquetes sobre a lenha.

Briquetes	Lenha
Maior densidade a granel = mais energia em menos espaço = menor custo de transporte e armazenamento	Menor densidade a granel = menos energia em maior espaço = maior custo de transporte e armazenamento
Estocagem limpa, ensacada, sem bichos e contaminação	Sujeira, bichos e perigo de contaminação do local de estoque
Permite uma melhor conservação dos fornos	Danifica as grelhas das fornalhas
Manejo mais cômodo e seguro	Maior possibilidade de ferimentos nas operações de carregamento, descarregamento, abastecimento da fornalha
Melhor logística pela padronização dos produtos	Logística mais difícil pelo tamanho, peso e formatos irregulares
Dispensa documentação e pagamentos de taxas	Exigência de licenças especiais e pagamento de taxas
Não provoca o desmatamento	Seu uso indiscriminado e sem manejo contribui para o desmatamento e a degradação ambiental.
Pouca produção de cinza, fuligem ou fumaça, devido à baixa umidade (entre 8% e 10%)	Umidade em torno de 25% a 50%
Regularidade térmica = queima mais regular = melhor qualidade do produto	A irregularidade térmica é uma das responsáveis por defeitos nos produtos provocados pela queima
Temperatura alta da chama	Temperatura baixa da chama
Venda por Kg	Venda por metro cúbico, ocasionando prejuízos para o consumidor, que "paga" pelos espaços vazios entre os galhos.

Fonte: Gentil (2008).

Figura 15 - Fabricação de briquetes em Santo Anastácio.



Fonte: O autor.

A empresa fabricante de briquetes em Santo Anastácio calcula aumentar sua produção em razão dos ganhos exequentes com a atividade. Ela quer adquirir uma máquina trituradora que produz cerca de uma tonelada de briquetes por hora trabalhada e mais um triturador para os resíduos oriundos da poda de árvore.

Atualmente (2020) o município de Presidente Prudente não possui um local adequado para o descarte destes resíduos, portanto estão sendo descartado na natureza de forma inadequada, causando um grande problema de contaminação do solo e do lençol freático. Contudo, não podemos esquecer que o desperdício de madeira é um recurso renovável e reciclado para a produção de paletes é muito importante, como afirma Eugênio; Bonetti, (2019).O poder público por sua vez, através de nota do secretário de Meio Ambiente Sr. Portela reconhece que tem um problema a ser resolvido e que por enquanto não sabe o que fazer. No meio desta discussão está os caçambeiros que foram proibidos de coletar qualquer resíduo proveniente da madeira, seja poda de arvore ou do desdobro.

O aterro sanitário atual do município de Presidente Prudente, no distrito industrial Antonio Crepaldi não está recebendo nenhum resíduo somente recebendo os resíduos domésticos coletados pela empresa autorizada do município. Contudo, foi inaugurada uma área de uso cooperativo dos caçambeiros para receber os resíduos apenas da construção civil que é pago com uma taxa de cerca de R\$110,00 reais por caçamba. Para poda de arvore e

do desdobro foi cedido pela prefeitura uma área nas margens da rodovia Júlio Budiski, contudo a área já se encontra com sua capacidade esgotada.

Assim, os madeireiros do município continuam descartando os resíduos de forma inadequada em vários lugares de Presidente Prudente, durante a pesquisa foram constatados mais de 50 pontos ilegais de descarte dos resíduos objeto deste estudo e de podas de arvores, conforme (figuras 16, 17 e 18).

É importante destacar que segundo dados obtidos na Prefeitura de Presidente Prudente-SP, que houve fábrica de Briqueletes no município, contudo seu funcionamento foi impedido em razão dos madeireiros não cederem os resíduos da madeira para esta empresa de somente vendiam os resíduos, tornando inviável seu custo de produção. Com relação a ainda este caso, segundo o dono da empresa desativada de briqueletes no município o poder público não cumpriu com a promessa de levar toda poda de arvore para sua unidade fabril. Para Louzada Junior *et al.* (2017) devemos enfatizar o gerenciamento de resíduos, baseando em ações que permitam maior rendimento industrial e Cetano *et al.* (2017) enfatiza a técnica da briquetagem para eliminar resíduos das serrarias corroborando com este estudo em Presidente Prudente-SP.

Figura 16 - Descarte inadequado no município de Presidente Prudente-SP, 2019.



Fonte: O autor.

Figura 17 - Descarte inadequado no município de Presidente Prudente-SP, 2019.



Fonte: O autor.

Diante deste problema a Energisa (Empresa de Energia do Município) por sua vez também alega dificuldade no descarte das podas de arvores realizada por ela no município. Em nota afirmou ter comprado um caminhão utilizado para triturar todo material coletado, e o pó de serra gerado está sendo doado para sitiantes que estão ao redor da empresa nas margens da rodovia Assis Chatoubrian.

Figura 18. Descarte inadequado no município de Presidente Prudente-SP, 2019.



Fonte: O autor.

Levando em conta que um metro cúbico (1 m³) de resíduos pode fazer em média 350 quilos de briquetes, segundo os dados obtidos nas empresas pesquisadas, é possível afirmar que as quantidades geradas são suficientes para suprir uma fábrica de briquetes ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável. Gerando emprego, preservando a natureza e evitando a poluição visual na nossa cidade.

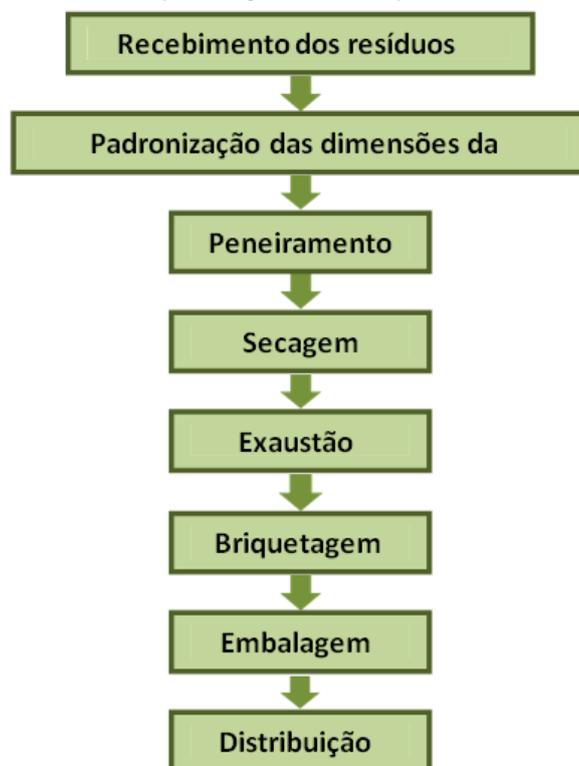
6 PLANO DE VIABILIDADE DA INDÚSTRIA DE BRIQUETE

O mercado consumidor é o primeiro fator determinante da viabilidade econômica de implantação de uma fábrica, seja ela qual for; o segundo é a logística para atender à demanda. No caso dos biocombustíveis adensados, o custo do transporte em longas distâncias é mais caro do que a própria carga (EMBRAPA, 2012).

A briquetagem consiste no adensamento de materiais lignocelulósicos a elevadas pressões e temperaturas, provocando a plastificação da lignina, uma macromolécula presente em todos os vegetais, que funciona como aglomerante das partículas de biomassa.

Para viabilidade da indústria de briquete devemos considerar o porte, a quantidade que se deseja produzir e as peculiaridades da matéria-prima a ser adensada as plantas de briquetagem. A seguir, na figura 19, o processo de produção da uma fábrica de briquetes.

Figura 19 - Fluxograma do processo de produção de briquetes.



Fonte: O autor.

O primeiro passo seria a Recepção dos resíduos no pátio e seleção daqueles que seguem direto para o peneiramento e dos que precisam ser triturados. No caso de Presidente Prudente a fábrica receberia a matérias-primas de resíduos de madeiras (maravalhas de madeira), coletados de 12 madeiras do município, a um preço médio de R\$ 20,00 por metro cúbico. O segundo momento seria a padronização e Peneiramento do material homogêneo - o material composto apenas por serragem é transportado por bags, evitando que qualquer material estranho ao processo de fabricação de briquetes seja conduzido ao secador, danificando-o.

A Secagem seria a quarta etapa, pois depois do peneiramento a biomassa cai na segunda moega que a transporta para o secador rotativo – um tambor de 1,8 m de diâmetro por 12 m de comprimento, que trabalha a velocidades variáveis, dependendo da umidade do material e com capacidade para secar 1.500 kg de resíduos por hora. O calor, de até 1000° C é gerado por um forno pirolítico alimentado continuamente pelos briquetes produzidos pela usina e também pelos resíduos segregados durante o peneiramento.. A

biomassa que entra no secador com umidade de até 50% vai para a exaustão com teor de água entre 8% e 10%. O teor de umidade ideal dos briquetes é de 8% (GENTIL, 2008).

A Exaustão tem a função tanto de levar o ar aquecido pela fornalha até a chaminé, como também de reduzir a temperatura da biomassa seca. Do exaustor a matéria-prima seca e ainda bem quente segue, através de uma esteira, para um silo seco, onde ficará armazenada até ser conduzida para briquetagem.

A Briquetagem é onde ocorre o adensamento ligno-celulósico da matéria-prima, transformando-a em briquete. Trata-se de uma máquina equipada com um pistão de pressão a pulso. A matéria-prima seca é compactada a uma pressão média de 6 tf a 8 tf exercida por um pistão de 25kg e tensão de 90 kg/cm² a 145 kg/cm², que fazem com que a temperatura do material chegue a 150° C provocando a plastificação da lignina - uma macromolécula presente em todos os vegetais. Os briquetes saem em linha, numa guia de dez metros de comprimento, ao final da qual estão com a temperatura em torno dos 60°, prontos para serem embalados (GENTIL, 2008). A Embalagem é feita logo no fim da guia por onde os briquetes saem.

Os briquetes grandes, ensacados, são vendidos a R\$ 340,00 a tonelada. O custo estimado do triturador é de 30 mil, da prensa 300 mil e do secador 40 mil, mais um trator de pequeno porte mais conhecido como "Bobiquete" 45 mil. O total do investimento é de R\$ 415 mil reais e uma produção estimada de 100 kg/hora uma tonelada de briquetes por hora com lucro de cerca de 50 mil reais mês.

Para Gentil (2008), os custos diretos mais impactantes no preço final dos briquetes são relacionados ao início e final da cadeia produtiva : os preços dos fretes da matéria-prima até o pátio da fábrica e os de entrega do produto final. É a própria empresa que faz a entrega aos clientes, num raio de até 180 km, apesar de esta distância ser considerada grande demais e onerar o produto. Desta forma, a distância máxima para garantir preços ainda competitivos ao briquete de madeira que ele produz é de 100 km.

Devemos considerar ainda os investimentos financeiros, para implantação da fábrica, que são: o capital fixo, que engloba três tipos de

imobilizações: corpóreas (ex: terrenos, edifícios, equipamentos básicos, de transporte e administrativos, ferramentas e utensílios etc); incorpóreas (ex: despesas com instalação, com planos de negócios, projetos, direitos de propriedade industrial etc) e imobilizações em curso (ex: obras e adiantamentos relativos a elementos do ativo fixo ainda não completamente executados) (CHIAVENATO, 2008).

O preço atual de venda (2020) é de R\$ 2,00 reais o quilo, desta forma quando multiplicamos a produção total do município que foi de 47, 25m³ no mês de março de 2019, temos um total de R\$ 33.000,00 (Trinta e três mil reais) por mês só com estes resíduos. Contudo, torna-se interessante mencionar ainda que não faça parte desta pesquisa os resíduos gerados das podas de árvores que sem dúvida quadruplicaria a quantidade de resíduos.

Para Gentil (2008), o custo de produção de uma tonelada de briquete de madeira em uma fábrica-piloto foi de R\$ 265,00; Alakangas (2002) encontrou valores entre € 84/t e €90/t (R\$ 223,30 e R\$ 239,24); Rosário (2011) estudou os custos de produção de briquetes de madeira, vendidos a R\$ 300,00/t. Nos sites de venda online de produtos agropecuários constatou-se a oferta de briquetes entre R\$ 300,00 e R\$ 450,00; no município de Parelhas, no Rio Grande do Norte, a cerâmica Bela Vista produz briquetes e os vende na região a R\$ 360,00.

Desta forma, podemos dizer que a implantação de uma fabricação de produção de briquetes no município de Presidente Prudente é viável, contudo recomenda-se que os futuros empreendedores do ramo de briquetagem invistam na divulgação das qualidades do briquete como biocombustível (poder calorífico elevado, padronização de forma e de tamanho, facilidade de manuseio e estocagem etc) e a sua importância para a preservação ambiental na região.

Como recomendação de pesquisas futuras na área de biocombustíveis sólidos adensados, propõe-se:

- i) o estudo do comportamento de briquetes utilizados no B – especialmente nos fornos das indústrias de cerâmica vermelha;
- ii) o estudo da viabilidade econômico-financeira de instalação de plantas de briquetes em áreas degradadas;

- iii) estudo da produção de briquetes com diferentes composições de biomassas.

Para corroborar com a tomada de decisão foi utilizadas algumas ferramentas gerenciais que serão apontas no capítulo seguinte.

6.1 Plano operacional e viabilidade econômico-financeiro

O *Payback* (ou "retorno", em português) é uma ferramenta contábil para avaliar os riscos econômicos e financeiros de um investimento. Com a ferramenta pode-se verificar se haverá ou não recuperação do capital investido e quando acontecerá. (BRIGHAM *et al.*, 2001).

Para a realização da viabilidade econômico-financeiro de um processo de produção de briquetes foi utilizado o método de *Payback* com os valores encontrados é possível obter previsões sobre o comportamento financeiro em quaisquer outros cenários de compra da matéria-prima (biomassa) e venda do produto (briquete).

A fórmula do *payback* simples é:

$$PB = \frac{\text{investimento inicial}}{\text{resultado do fl. de cx. com o ganho do investimento}}$$

A partir do investimento inicial, calcula-se o ganho obtido com o investimento para descobrir o valor do fluxo de caixa, e dessa forma descobrir o período necessário para cobrir o valor investido. O *payback* simples é calculado de maneira direta, ou seja, é o número de meses ou anos necessários para recuperar um investimento feito.

Desta forma, o investimento inicial a ser feito é R\$ 567.500,00 para adquirir os equipamentos e moveis. Dessa forma, você já possui o numerador da sua fórmula, e para encontrar o denominador, basta fazer uma conta simples.

Para encontrar o *playblack* deve-se dividir R\$ 567.500,00 pelo resultado do fluxo de caixa com a venda dos briquetes. Os resultados são uma estimativa anual do faturamento abatidos de todos os custos e despesas fixas e

variáveis. Partindo do pressuposto que no ano (01) o faturamento anual será de R\$ 317.095,00; com todos os descontos chega-se ao lucro no ano de R\$ 78.613,00. No ano (02) a estimativa de faturamento é de R\$ 332.950,00 da mesma forma abatidos todos os custos e despesas fixas e variáveis, o possível lucro do ano será de R\$ 35.737,00, totalizando que acumula R\$ 114.350,00. No ano (03) o faturamento anual projeta-se para o valor de R\$ 349.597,00, da mesma forma abatidos de todos os custos e despesas fixas e variáveis, o possível lucro será de R\$ 34.263,00, que acumula R\$ 148.613,00. No ano (04) o faturamento anual projeta-se R\$ 367.077,00, da mesma forma abatidos de todos os custos e despesas fixas e variáveis, o possível lucro será de R\$ 32.506,00, que acumula R\$ 181.119,00. No ano (05) o faturamento anual projeta-se R\$ 385.441,00, da mesma forma abatidos de todos os custos e despesas fixas e variáveis, o possível lucro será de R\$ 32.923,00, que acumula R\$ 214.042,00. Assim dividindo o último ano que resultou em número negativo pelo resultado do ano seguinte encontramos uma fração, conforme explicado; Ano (04) com resultado de -R\$ 44.805,00/214.042,00 do próximo ano, chegando na fração de 0,21; que multiplicado por 12 meses encontra 2,51 meses, com arredondamento para três meses mais quatro anos. Com a utilização desta ferramenta conclui-se que o retorno do investimento poder-se-á em quatro anos e três meses (Quadro 4).

Quadro 4 - Playback do investimento.

Payback			
Ano			Saldo
	R\$567.500,00	0	R\$ 567.500,00
1	-	R\$ 78.613,00	-R\$ 488.887,00
2	-	R\$ 114.350,00	-R\$ 374.537,00
3	-	R\$ 148.613,00	-R\$ 225.924,00
4	-	R\$ 181.119,00	-R\$ 44.805,00
5	-	R\$ 214.042,00	R\$ 169.237,00
		R\$ 736.737,00	

Fonte: O autor

Embora a fórmula *payback* simples seja muito fácil de aplicar, ela tem suas limitações e deve ser combinada a outros indicadores para a análise de investimentos e projetos. Além de calcular o *payback* simples, é importante complementar sua avaliação com outros indicadores conforme segue:

ROI é a sigla em inglês para *Return on Investment* que em português (Retorno sobre Investimento): retorno sobre o investimento inicial em porcentagem; ROI é a relação entre o dinheiro ganho ou perdido através de um investimento, e o montante de dinheiro investido. Percentual que ganhou acima do investimento inicial: o quadro 5 nos mostra que o ROI neste caso é de 30%, pois basta dividir lucro acumulado de R\$ 736.737,00 pelo capital inicial R\$ 567.500,00.

Quadro 5 - ROI (Retorno sobre Investimento).

ROI	
LUCRO ACUMULADO	R\$ 736.737,00
CAPITAL INICIAL	R\$ 567.500,00
	30%

Fonte: O autor

Chega-se à conclusão que o retorno baseado nesta fermenta será de R.O.I = 30%.

VPL (Valor Presente Líquido): valor acumulado do fluxo de caixa, usado para o cálculo do *payback* descontado; O valor presente líquido (VPL), também conhecido como valor atual líquido (VAL) ou método do valor atual, é a fórmula matemático-financeira capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros apropriada que nesta simulação foi de 6,10% a.a, menos o custo do investimento inicial. Diferença do lucro acumulado em relação ao capital inicial. O quadro 6 nos mostra que o VPL neste caso é de 27.177,71.

Quadro 6 - VPL (Valor Presente Líquido).

V.P.L.		
	LUCRO	VPL
1	R\$ 78.613,00	R\$ 73.815,84
2	R\$ 114.350,00	R\$ 100.818,01
3	R\$ 148.613,00	R\$ 123.029,94
4	R\$ 181.119,00	R\$ 140.788,27
5	R\$ 214.042,00	R\$ 156.225,64
Total	R\$ 736.737,00	R\$ 594.677,71
V.P.L.	R\$ 594.677,71	R\$ 567.500,00
		R\$ 27.177,71

Fonte: O autor

Chega-se à conclusão que o retorno baseado nesta fermenta será de V.P.L. = R\$ 27.177,71.

TIR - A Taxa Interna de Retorno (TIR) vem do inglês *Internal Return Rate* (IRR), é uma fórmula matemática-financeira utilizada para calcular a taxa de desconto que teria um determinado fluxo de caixa para igualar a zero seu Valor Presente Líquido.

O quadro 7 nos mostra que a TIR neste caso é de 8,01%, pois a Taxa Interna de Retorno reflete a qualidade de um investimento, que é utilizada amplamente por empresas para determinar se devem ou não investir. Além disso, gestores financeiros fazem uso da TIR para comparar diferentes opções de investimentos com base numa taxa de 6,10% chega-se a conclusão que o retorno baseado nesta fermenta será de TIR = 8,01% torna o investimento viável com base nesta ferramenta.

Quadro 7 - TIR da empresa de briquetes.

T.I.R.	
	Valor
Investimento	R\$ (567.500,00)
1	R\$ 78.613,00
2	R\$ 114.350,00
3	R\$ 148.613,00
4	R\$ 181.119,00
5	R\$ 214.042,00
%	8,01%

Fonte: O autor

A fim de entender melhor o plano operacional da empresa de briquetes torna-se interessante apresentar que o simples nacional seria a melhor opção para o enquadramento Tributário. O Simples Nacional é um regime compartilhado de arrecadação, cobrança e fiscalização de tributos aplicável às Microempresas e Empresas de Pequeno Porte, previsto na Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Abrange a participação de todos os entes federados (União, Estados, Distrito Federal e Municípios).

Considerando que a receita da empresa começa em R\$ 16.500,00 e com crescimento de 10% para os próximos meses, as despesas e custo fixo estariam ligadas as despesas operacionais, conforme apresentado no quadro 8, a seguir:

Quadro 8 - Despesas Operacionais.

Despesas Operacionais			
Descrição dos itens	Valor	Quantidade	Total
Contador	R\$ 980,00	1	R\$ 980,00
Água	R\$ 100,00	1	R\$ 100,00
Aluguel	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00
Máquina de Cartão	R\$ 120,00	1	R\$ 120,00
Internet	R\$ 100,00	1	R\$ 100,00
Energia	R\$ 800,00	1	R\$ 800,00
Material de Limpeza	R\$ 50,00	1	R\$ 50,00
Prolabore			R\$ 1.000,00
		Total	R\$ 6.150,00
Custos Fixo			
Descrição dos itens	Salário	Quantidade	Total
Salario Vendedor	R\$ 2.000,00	1	R\$ 2.000,00
Salario Administrativo	R\$ 1.600,00	1	R\$ 1.600,00
Salario Funcionário de chão de fabrica	R\$ 1.400,00	2	R\$ 2.800,00
Motorista	R\$ 1.700,00	1	R\$ 1.700,00
Ajudante de motorista	R\$ 1.300,00	1	R\$ 1.300,00
		Total	R\$ 9.400,00
Custo Variável			
Descrição dos itens		%	Total
Embalagens	R\$ 16.500,00	5%	R\$ 825,00
Combustível	R\$ 16.500,00	5%	R\$ 825,00
		Total	R\$ 1.650,00
Custo Variável			
Descrição dos itens		%	Total
Comissão de vendedores	R\$ 16.500,00	3%	R\$ 495,00
Imposto	R\$ 16.500,00	11%	R\$ 1.850,00
		Total	R\$ 2.310,00

Fonte: O autor

A partir da verificação do quadro 8, apresentando a despesas e custos fixos e variáveis de uma empresa de briquetes, chega-se ao valor de R\$ 19.510,00.

Para chegar ao ponto de Equilíbrio Financeiro da empresa, basta dividir o total dos custos e despesas fixa e variáveis pela margem de contribuição que rá nem lucro e nem prejuízo. nesta simulação para cada quilo de briquetes é de R\$ 1,20 (Um real e vinte centavos), sendo assim se a empresa vender R\$ 19.510,00 ela não terá lucro e nem prejuízo. O estudo apresentou que ao final de 5 anos, os recursos disponíveis são suficientes para cobrir o investimento aplicado.

Diante das características do fluxo de caixa de cada modelo de empreendimento apresentado, as análises realizadas permitem concluir que a empresa possui uma flexibilidade e é viável economicamente, se conseguir vender seu produto ao valor de R\$ 300,00 a tonelada com todos os preços da matéria-prima já embutidos.

Os requisitos para a viabilidade dos tratamentos feitos para a empresa de briquetes são:

a) A venda da tonelada do briquete a R\$ 250,00 é inviável seja qual for o preço da matéria-prima apresentado nos cinco cenários do estudo;

b) A venda da tonelada de briquete a R\$ 275,00 só é inviável se a matéria-prima for comprada a um valor situado em ponto acima de R\$ 56,00/t;

c) A venda da tonelada de briquete por um valor igual ou superior a R\$ 300,00 tornam o empreendimento viável para todos os preços de matéria-prima considerados no estudo.

d) A incidência de uma maior alíquota de impostos sobre os faturamentos não contribuiu para reduzir o nível de viabilidade – os tratamentos com os maiores preços de venda são os mais lucrativos, independentemente do imposto cobrado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em meio à crescente consciência ambiental e à crescente demanda por produtos de madeira, a importância de atender à crescente demanda por esses produtos, por um lado, e ao mesmo tempo minimizando os impactos ambientais, é cada vez mais reconhecida.

Como resultado, existe uma preocupação crescente em atender à necessidade de aumentar a demanda por produtos de madeira sem deteriorar os recursos florestais do mundo. Portanto, é necessária uma percepção aprimorada sobre maneiras de melhorar a eficiência do processo de produção de madeira, reduzindo o desperdício de madeira e ajudando o setor a lidar com os crescentes desafios ambientais.

Na última década, com o aumento da demanda global de energia, o nível de emissões de poluentes, resultante do processo de conversão de

energia, aumentou significativamente. Com a intensificação das atividades de exploração de madeira, também aumentou a quantidade de resíduos de madeira resultante desse processo.

Esta pesquisa tem o intuito de enriquecer os estudos sobre a briquetagem e corroborar com os futuros estudos sobre o assunto. Todo o plano de negócio foi baseado em dados reais, com metodologias de análise bibliográfica, pesquisa qualitativa e quantitativas em dados abertos e principalmente pesquisa de campo. Nesse intuito o trabalho traz o máximo de apoio as tomadas de decisões e direcionamento para o empreendedorismo, os dados obtidos destacam que o mercado de lenha ecológica está sendo considerado a lenha do futuro.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. B. *et al.* Avaliação de resíduos de painéis de madeira gerados por indústrias moveleiras para aproveitamento na confecção de pequenos objetos: estudo de caso. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. spe, p. 1747-1751, 2009.

ABREU, M. C. S. As pressões ambientais da estrutura da indústria. **RAE electron.**, v.3, n.2, Dez. 2004.

AGROADS. **Briquetadeira Extrusora**, 2018 (a). Disponível em: https://www.agroads.com.br/briquetadeira-extrusora_72768.html. Acesso em 12 fev. 2021.

ALAKANGAS, E. Wood pellets in Finland -Technology, economy and market. OPET 5.VTT. **Technical Research Centre of Finland. Jyvaskyla.** 2002

ALBERTON, Luiz *et al.* **Evidenciação da responsabilidade social/ambiental na perspectiva de um novo contexto empresarial**, 2003. Disponível em: <http://www.congressosp.fipecafi.org/artigos42004/151.pdf> >. Acesso em 5 de fev. 2021.

AMORIM, F.S *et al.* Produção de briquetes a partir de espécies florestais. **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), v.10, n.4 , p.34-41, out-dez, 2015.

ANDRADE, R.O.B. *et al.* **Gestão Ambiental: Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável.** Makron Books, 2002

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL, 2013. Disponível em: <https://www.observatoriodasmetroles.net.br/atlas-do-desenvolvimento-humano-no-brasil-2013/> .Acesso em 12 fev. 2021.

BISSOLI-DALVI, M. *et al.* Avaliação da Sustentabilidade da Madeira por Meio da Ferramenta. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, n.24, p.1-7, 2017.

BRAND, M.A. *et al.* Avaliação do processo produtivo de uma indústria de manufatura de painéis por meio do balanço de material e do rendimento da matéria-prima. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 553-562, ago. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Proposta de utilização energética de florestas e resíduos agrícolas.** Brasília, 1984.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010.

BRIGHAM, E. F. et al. **Administração Financeira: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRUNS, G. B. **Afinal, o que é gestão ambiental?** Ambiente Brasil. Disponível em:

https://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/artigos/afinal_o_que_e_gestao_ambiental.html .Aceso em 12 fev. 2021.

CAETANO, M.D.D.E. 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, 2017.

CAPOTE , Franciele Gesleine. **Caracterização e classificação de co-produtos compactados da biomassa para fins energéticos**. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) 73 f. Universidade Federal do Paraná. Curitiba , 2012.

CASAGRANDE JUNIOR, E.F. *et al.*. indústria moveleira e resíduos sólidos: considerações para o equilíbrio ambiental. **Revista Educação & Tecnologia**. Curitiba, Editora do CEFETPR, v.8, p. 209 - 228, 2004.

CASSILHA, A.C. .Indústria moveleira e resíduos sólidos:considerações para o equilíbrio ambiental. **Revista Educação e Tecnologia..Curitiba**, v.8, p.209-228, 2004.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA. CENBIO , 2011.Disponível em :
[http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=guia_cresesb&limit=15&orderby=&page=4&filter%5B%5D=&cid=13#:~:text=O%20CENBIO%20possui%20a%20miss%C3%A3o,Eletrot%C3%A9cnica%20e%20Energia%20\(IEE\)](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=guia_cresesb&limit=15&orderby=&page=4&filter%5B%5D=&cid=13#:~:text=O%20CENBIO%20possui%20a%20miss%C3%A3o,Eletrot%C3%A9cnica%20e%20Energia%20(IEE).). Acesso em 12 marc de 2021.

CHIAVENATTO, I. **Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

DIAS, J.M.C.S. et al. **Produção de briquetes e peletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2012.

DIONCO-ADETAYO, Erlinda A. Utilization of wood wastes in Nigeria: a feasibility overview. **Technovation**, v.21, n.1, p.55-60, 2001.

EMBRAPA. **Briquetagem e Peletização de Resíduos Agrícolas e Florestais**, 2012. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/932713/1/FOLDERBriquetagem22012.pdf> .Aceso em 12 fev. 2021.

ESHUN, E. F. *et al.* Peer assessment in graphic design studio: communication design students' perspectives. **Journal of Science and Technology**, v.37, n.1, p.64-74, 2017

FÁBRICA DO PROJETO. **Briquetadeira hidráulica.**

2013a.

Disponível em: <<https://www.fabricadoprojeto.com.br/2013/10/projeto-solicitado-30-de-outubro-de-2013-prensa-enfardadeira-para-reciclavel/>>.

Acesso em: 10 fev. 2020.

FÁBRICA DO PROJETO. **Briquetadeira Enfardadeira.**

2013b.

Disponível em: <<https://www.fabricadoprojeto.com.br/2013/10/projeto-solicitado-30-de-outubro-de-2013-prensa-enfardadeira-para-reciclavel/>>.

Acesso em: 10 fev. 2020.

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

FAO. **Food insecurity**: when people live with hunger and fear starvation, 2001.

Disponível em :

http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/07242019_230750_5d39105ea31fe.pdf. Acesso em 12 marc de 2021.

FILIPPETTO, Daniele. **Briquetagem de resíduos vegetais** : viabilidade técnico-econômica e potencial de mercado. Dissertação (mestrado) 61 f.- Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP., 2008.

FERNANDEZ, B. O. *et al.* Características Mecânicas e Energéticas de Briquetes Produzidos a partir de Diferentes Tipos de Biomassa. **Rev. Virtual Quim.**, v.9, n.1, p.29-38, 2016.

FURTADO, T. S. *et al.* Variáveis do processo de briquetagem e qualidade de briquetes de biomassa florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 62, p. 101, 2010. Disponível em:

<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/101>. Acesso em: 3.set. 2020.

GINÂNI, T. P. **Estudo Preliminar da Produção de Briquetes Compostos a Partir de Resíduos Vegetais**. 2013. 37p. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Angicos, RN, 2013.

GENTIL, L. V. B. **Tecnologia e economia do briquete de madeira**. 2008. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

GONÇALVES, M. T. T. ; RUFFINO, R. T. Aproveitamento do Resíduo Gerado na Indústria Madeireira. *In: EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira*, 3., 1989, São Carlos.. **Anais...** São Carlos:USP – EESC. 1989.p.129-140.

HILLIG, É. *et al.* Geração de resíduos de madeira e derivados da indústria moveleira em função das variáveis de produção. **Prod.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 292-303, 2009.

HABOWSKI, D. **Estudo da viabilidade da utilização de madeira de reflorestamento como material de construção para casas de pequeno porte**. 2018. 93 f. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR, 2018.

IBGE. **Grade Estatística 2010**. Censo IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=3123&t=grade-estatistica-permite-obter-dados-censo-2010-diversos-recortes-espaciais&view=noticia>. Acesso em: 13 nov. 2020.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório, 2019**. Disponível em : <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em 12 mar. 2021.

IWAKARI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF. 2005.

JACOBI, P. Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania. **Ambient. soc.**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 183-186, Jun. 2006.

LAVORATO, Marilena. As vantagens do benchmarking ambiental. **Revista Produção Online**, v.4, n.2, 2004.

LEAL, A.C.; MARIN, F.A.D. **Educação Ambiental, Águas e Resíduos Sólidos Urbanos**: Reflexões e Proposições sobre a situação ambiental em Presidente Prudente – SP. Projeto de extensão universitária realizado junto ao Centro de Ciências da FCT/UNESP. Presidente Prudente:UNESP, 2005. p. 253-263.

LINDHOLM, Eva-Lotta; BERG, Sthephan. Energy use and environmental impacts of forest operations in Sweden. **Journal of Cleaner Production**, v.13, n.1, p.33-42, 2005.

LIPPEL. **Briquetadeira mecânica de pistão**, 2018. Disponível em : <https://www.lippel.com.br/briquetadeiras-de-pistao-mecanicas/briquetadeira-mecanica-de-pistao-para-biomassa-bl-65/>. Acesso em 12 marc de 2021.

LOUMAN, B. *et al.* **Silvicultura de Bosques Latifiliados Húmidos com ênfases em América Central**. Turrialba: CATIE, 2001. 265p.

LOUZADA JUNIOR, M.A. *et al.* O contexto brasileiro e as oportunidades de aproveitamento de resíduos de madeira. **Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA**, Três Lagoas, v. 5, n.3, p. 24-40, ago./dez. 2017

LUCENA, D.A.; MEDEIROS, R.D.; FONSECA, U.T.; ASSIS, P.S. Aglomeração de moinha de carvão vegetal e sua possível aplicação em alto-forno e geração de energia **Revista Tecnologia em Metalurgia e Materiais**, São Paulo, v.4, n.2, p.1-6, abr./jun. 2008.

LUENGO, C.A. *et al.* Pirólise e torrefação de biomassa. In: CORTEZ, L.A.B.; SILVA LORA, E.E.; OLIVÁREZ GOMES, E. **Biomassa para energia**. Campinas: Editora da Unicam, 2009. 331-352p.

KOCH, M. R. **Gestão de Resíduos Sólidos de uma indústria de aglomerados e moveleira: um olhar para Sustentabilidade**. 2012. f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2012.

MADE-IN-CHINA. **Briquetadeira Peletizadora**, 2021. Disponível em: https://pt.made-in-china.com/co_citichl/product_High-Pressure-Cheap-Coal-Briquette-Machine-Charcoal-Pellet-Making-Machine_eyiyohnhy.html .Aceso em 12 fev. 2021.

MORAIS, D. M. **Briquetes de resíduos ligno-celulósicos como potencial energético para a queima de blocos cerâmicos**: aplicação em uma indústria de cerâmica vermelha que abastece o Distrito Federal. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2010. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/3574>. Acesso em: 23 jun. 2017.

MOSIMANN, C.P.; FISCH, S. **Controladoria**: seu papel na administração de empresas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

OLIVEIRA, L.H. *et al.* Aproveitamento de resíduos madeireiros de Pinus sp. com diferentes granulometrias para a produção de briquetes. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 3, p. 683-691, set. 2017.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica**: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografia, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira, 2004.

OLIVEIRA, M.M.D.(Org.) *et al.* **Cidadania, meio ambiente e sustentabilidade**. Caxias do Sul, RS:Educs, 2017.

ORMOND, J. G. P. **Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais**. 3. ed. Rio de Janeiro: BNDES, 2006. 54

OSHIRO, T.L. **Produção e caracterização de briquetes produzidos com resíduos lignocelulósicos**. 2016. 73 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

PAULA, L. E. R. E. *et al.* Avaliação de briquetes de resíduos de madeira. *In:* Congresso de Pós-Graduação da UFLA, 19., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas de Madeira, 2010.

PINTO, A.C.M. *et al.* Análise de danos de colheita de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentado na Amazônia ocidental. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 459-466, Aug. 2002.

PLATINA, Ingrid Daiane; OLIVEIRA, André Luiz. **Reutilização dos resíduos de madeira da confecção de paletes**. Interace Tecnológica, v.15, n.2, p. 232-244. Taquaritinga-SP, 2018.

POTT, C.M.; ESTRELA, C.C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estud. av.**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 271-283, Abr. 2017.

QUIRINO, W. F. **Características de briquetes de carvão vegetal a seu comportamento na combustão**. 1991. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – ESALQ-Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 1991.

QUIRINO, W. F. **Briquetagem de Resíduos Ligno-celulósicos**. Laboratório de Produtos Florestais – LPF/IBAMA. Brasília, 2004.

QUIRINO, W.F.; BRITO, J.O. **Características e índice de combustão de briquetes de carvão vegetal**. Brasília: LPF/IBAMA, 1991. (Série Técnica, 13).

QUIRINO, W. F. *et al.* Poder calorífico da madeira e de resíduos lignocelulósicos. **Biomassa & Energia**. Brasília, v. 1, n. 2, p. 173- 182, 2004.

REMADE. Revista da Madeira, 2003. Disponível em : http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=416&subject=Acidentes&title=Uso%20de%20equipamentos%20reduz%20acidentes%20de%20trabalho. Acesso em 12 marc de 2021.

RASGA, R. O. S. **Pellets de madeira e sua viabilidade econômico-financeira na substituição do óleo BPF-A1 em pequenos e médios consumidores no Estado de São Paulo**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Agronegócio) - Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas – FGV-EESP, São Paulo, SP, 2013. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/10924/Disserta%C3%A7%C3%A3o_%20FINAL%20RRASGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 23 jun. 2017.

ROSÁRIO, L. M. **Briquetagem visando utilização de resíduos de uma serraria**. 2011. 37 f. Monografia - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011

ROS-TONEN, M. Novas perspectivas para a gestão sustentável da Floresta Amazônica: explorando novos caminhos. **Ambient. soc.**, Campinas, v. 10, n.

SANTOS, J. O. et al Produção e utilização de briquetes no Brasil. **Revista Brasileira De Agrotecnologia**, v.5, n.1, p.36 – 40, 2015.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **ISO 14001 Sistemas de gestão ambiental**: implementação objetiva e econômica. São Paulo: Atlas, 2005

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS (SBRT), 2007.
Disponível em: <http://www.sbrt.ibicit.br>. Acesso em 12 mar. 2021.

SILVA, M. M.. Levantamento e avaliação de aspectos e impactos ambientais em uma indústria do setor madeireiro com base na ISO 14001. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: PERSPECTIVAS GLOBAIS PARA A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. **Anais....** Fortaleza: Associação Brasileira de Engenharia da Produção, 2015.

SILVA, D. A. et al. A Influência da Umidade em Propriedades Mecânicas de Briquetes Produzidos com Resíduos de Madeira (*Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp.). **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 3, p. 1078–1086, 2017

SOARES, N.S. *et al.*. Competitividade da cadeia produtiva da madeira de eucalipto no Brasil. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 917-928, Out. 2010.

SOUZA, C.L. *et al.* Saúde, meio ambiente e território: uma discussão necessária na formação em saúde. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v.19, n.10, p. 4113-4122., Out. 2014.

SILVA, V.R.;EVALDT, D.C. Proposta de plano de gerenciamento dos resíduos do processo de beneficiamento mecânico da madeira. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte:IBEAS, 2014.

SOARES, N. S. **Potencial de implantação de um contrato futuro da madeira de reflorestamento**. 2006. 120f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal; Meio Ambiente e Conservação da Natureza; Silvicultura; Tecnologia e Utilização de) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3050/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 jun. 2017.

TEIXEIRA, M.G. **Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos**: o exemplo do resíduo de madeira. 2005. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA, 2005.

THEODORO, Suzi Huff (Org.). **Mediação de conflitos socioambientais**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2005.

TUOTO, M. **Projeto PNUD bra 00/20**: apoio às políticas públicas na área de gestão e controle ambiental levantamento sobre a geração de resíduos provenientes da atividade madeireira e proposição de diretrizes para políticas, normas e condutas técnicas para promover o seu uso adequado. Curitiba:

Ministério Do Meio Ambiente/Secretaria De Mudanças Climáticas E Qualidade Ambiental/Secretaria De Biodiversidade e Florestas, 2009.

ZAGO, E.S. *et al.* **O processo de briquetagem como alternativa de sustentabilidade para as indústrias madeireiras do município de Aripuanã-MT.** 2. ed. Ponta Grossa: Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, 2010. v.1.

WIECHETECK, M. **PROJETO PNUD BRA 00/20** - apoio às políticas públicas na área de gestão e controle ambiental aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos. Curitiba-PR, 2009.