

**POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DA MADEIRA: VIABILIDADE AMBIENTAL E COMERCIAL NA FABRICAÇÃO DE BRIQUETES****POTENTIAL EXPLOITATION OF WOOD: ENVIRONMENTAL AND COMMERCIAL FEASIBILITY IN BRIQUETTE MANUFACTURING****POTENCIAL DE USO DE LA MADERA: VIABILIDAD AMBIENTAL Y COMERCIAL EN LA FABRICACIÓN DE BRIQUETAS**

Claudio José Donatto¹
Sérgio Marques Costa²
Alba Regina Azevedo Arana³
Maíra Rodrigues Uliana⁴

RESUMO

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 despejo na natureza, provocando a contaminação do solo e possíveis impactos ambientais. Portanto, se faz necessário o desenvolvimento de técnicas para o aproveitamento dos mesmos a fim de reduzir as pressões sobre as florestas nativas. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade ambiental e comercial da reutilização de resíduos da madeira na fabricação de briquetes na cidade de Presidente Prudente-SP. A metodologia desta pesquisa dividiu-se em revisão bibliográfica e exploração de campo com a catalogação das empresas que geram este tipo de resíduo, para posterior averiguação da viabilidade de 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, briquetes, como fonte de energia renovável 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. 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. Conclui-se que existe uma enorme quantidade de resíduos gerados pelas madeireiras do município, a pesquisa

¹Mestre em Ciências Ambientais. Egresso do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade do Oeste Paulista – PPGMADRE/Unoeste. Presidente Prudente. São Paulo. Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1596-9514>. E-mail: claudio.donato@hotmail.com.

²Doutor em Agronomia. Pesquisador (PNPD/CAPES) no Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade do Oeste Paulista – PPGMADRE/Unoeste. Presidente Prudente. São Paulo. Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9287-065X>. E-mail: marxcosta@gmail.com.

³Doutora em Geografia. Docente do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade do Oeste Paulista – PPGMADRE/Unoeste. Presidente Prudente. São Paulo. Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8995-4449>. E-mail: alba@unoeste.br.

⁴Doutora em Agronomia – Energia na Agricultura. Docente do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade do Oeste Paulista – PPGMADRE/Unoeste. Presidente Prudente. São Paulo. Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2794-0217>. E-mail: maira@unoeste.br.

demonstrou que há demanda suficiente para implantação de uma fábrica de briquetes, contribuindo para a redução dos resíduos e para práticas mais sustentáveis do setor madeireiro.

Palavras-chave: Resíduos de madeira. Meio ambiente. Descarte. Reaproveitamento.

ABSTRACT

Inadequate disposal of waste generated during the mechanical processing of wood has caused a series of environmental problems. Awareness of storage and disposal are necessary in order to avoid disposal in nature causing soil contamination and possible environmental impacts. Therefore, it is necessary to develop techniques for their use in order to reduce the pressure on native forests. Thus, the aim of this work is to evaluate the environmental and commercial viability of reusing wood residues in the manufacture of briquettes in the city of Presidente Prudente-SP. The methodology of this research was structured in bibliographic review and field exploration with the cataloging of companies that generate this type of waste, for further investigation of the feasibility of its use in the manufacture of briquettes and, finally, the discussion and analysis of the collected data. Research results point to use of waste, briquettes, as a source of renewable energy, contributing to the environment, generating jobs, reducing visual pollution both in timber yards and in inappropriate disposal sites throughout the city. It is also interesting to point out that waste can be a good deal for the wood sector, as the splitting of wood is enough to manufacture an average of 16,500 kilos of briquettes per month. It is possible to conclude that there is a huge amount of waste generated by the city's wood companies, investigation showed that there is enough demand for implementation of a briquette factory, contributing to the reduction of waste and for more sustainable practices in wood sector.

Keywords: Wood waste. Environment. Disposal. Reuse.

RESUMEN

La inadecuada disposición de los residuos generados durante el procesamiento mecánico de la madera ha provocado una serie de problemas ambientales. Es necesario tener conciencia sobre el almacenamiento y la eliminación para evitar que la eliminación en la naturaleza provoque la contaminación del suelo y posibles impactos ambientales. Por tanto, es requerido desarrollar técnicas para su uso con el fin de reducir la presión sobre los bosques nativos. Así, el objetivo de este trabajo es evaluar la viabilidad ambiental y comercial de la reutilización de residuos de madera en la fabricación de briquetas en la ciudad de Presidente Prudente-SP. La metodología de esta investigación se dividió en revisión de literatura y exploración de campo con la catalogación de empresas generadoras de este tipo de residuos, para profundizar en la investigación de la viabilidad de su uso en la fabricación de briquetas y, finalmente, la discusión y análisis de los datos. Los resultados de la encuesta apuntan al uso de residuos, briquetas, como fuente de energía renovable, contribuyendo al medio ambiente, generando empleos, reduciendo la contaminación visual tanto en los astilleros como en los sitios de disposición inadecuados en toda la ciudad. También es interesante señalar que los residuos pueden ser un buen negocio para el maderero, ya que la división de la madera es suficiente para fabricar un promedio de 16.500 mil kilos de briquetas al mes. Se concluye que existe una enorme cantidad de residuos generados por las empresas madereras en la ciudad, la investigación mostró que existe una

demanda suficiente para la implementación de una fábrica de briquetas, contribuyendo a la reducción de residuos y a prácticas más sostenibles en el sector de la madera.

Palabras clave: Resíduos de madeira. Medio ambiente. Descarte. Reutilizar.

Como citar este artigo: DONATTO, Claudio José *et al.* Potencial de aproveitamento da madeira: viabilidade ambiental e comercial na fabricação de briquetes. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 12, p. 310-330, 13 jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v12.3946>

Artigo recebido em: 09/08/2021

Artigo aprovado em: 08/06/2022

Artigo publicado em: 13/06/2022

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.

Para Silva (2015), 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.

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). 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.

Nesta direção, 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 churrascarias (PLATINA; OLIVEIRA, 2018).

Em face do exposto, o objetivo central deste trabalho é analisar a viabilidade ambiental e comercial na fabricação de briquetes, apresentando esse produto como uma opção de fonte energética viável e alternativa de sustentabilidade para as indústrias madeireiras do município de Presidente Prudente-São Paulo.

Para esta discussão artigo foi estruturado em 6 seções. Na primeira seção apresentamos a introdução e os objetivos deste trabalho. Na segunda, trazemos a fundamentação teórica com uma discussão sobre a gestão dos resíduos de madeira e o meio ambiente. Já na terceira seção deste manuscrito, apresentamos a metodologia utilizada na pesquisa e na sequência, os resultados e discussão. Na quinta seção apresentamos as considerações finais e por último, as referências utilizadas.

2 GESTÃO DE RESÍDUOS DE MADEIRA E MEIO AMBIENTE

O resíduo está entre um dos maiores problemas de degradação ambiental e o nosso padrão de produção e consumo não sustentáveis leva ao aumento, em um ritmo sem precedentes, da quantidade e da variedade de resíduo persistente no ambiente. Buscando reverter, ou ao menos amenizar, este quadro, a gestão de resíduo precisa ser revista e planejada para garantir a sobrevivência das gerações futuras, com qualidade de vida.

A partir da década de 1980 setores importantes da humanidade tomaram consciência da globalização e dos riscos de degradação ambiental (FERREIRA; VIOLA, 1996). Com a crítica à modernização industrial e método do desenvolvimento econômico começamos debates sobre o desenvolvimento sustentável (STREB et al., 2000). Já sua definição foi utilizada pela primeira vez no documento divulgado pela *World Conservation Union*, em 1980, Estratégia de Conservação Global (*World Conservation Strategy*). Conforme *World Commission on Environment and Development* (1987), o desenvolvimento sustentável é aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (ONU, 2015).

Já a documento operacional da Conferência da ONU (1992) sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, apresentado na Eco92, no Rio de Janeiro, define desenvolvimento sustentável como “um desenvolvimento com vistas a uma ordem econômica internacional mais justa, incorporando as mais recentes preocupações ambientais, sociais, culturais e econômicas”. Deste evento saíram três principais documentos: Convenção sobre a Biodiversidade, Convenção sobre o clima e a Agenda 21, principal documento resultante da Conferência que trata de: Desenvolvimento Sustentável, Biodiversidade, Mudanças Climáticas, Águas (doces e oceanos) e Resíduos (tóxicos e nucleares), que discutiam os problemas do planeta e da humanidade e o novo centro da temática ambiental. Esses documentos trouxeram princípios gerais que foram norteadores das políticas nacionais que buscavam o desenvolvimento sustentável da época (HELÚ; MATTAR, 2009).

Na Agenda 21, a questão dos resíduos foi tratada nos capítulos 19, 20, 21, 22, que se referem ao “manejo ambientalmente saudável do resíduo”, as estruturas de ações necessária, estão centradas em quatro principais áreas: minimização, aumento da reutilização e reciclagem, promoção da disposição e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos, ampliação do alcance dos serviços (MMA, s/d).

Objetivando-se a sustentabilidade, a gestão de resíduo sólido deve minimizar o processo de degradação ambiental evitando a produção de determinado resíduo, aproveitando parcela deste e tornando inerte o restante; controlando a produção de resíduo sólido, em todas as fases do sistema econômico, e não apenas se concentrando no tratamento final, levando a busca do desenvolvimento sustentável (DEMAJOROVIC, 1995).

Para que haja um sistema de gerenciamento integrado de resíduo eficiente deve existir uma interligação entre as políticas públicas setoriais e ações normativas, operacionais, financeiras e o planejamento das atividades do sistema de limpeza urbana; com destaque para a população na participação dos programas a serem implantados (IBAM, 2004).

Então, de acordo com a concepção de desenvolvimento sustentável, a gestão e o gerenciamento de resíduos vêm passando por um processo de reformulação com vistas à minimização, à redução do consumo de energia, ao desperdício de matéria-prima e, conseqüentemente, menor impacto ambiental.

Autores colocam que a melhor solução para destinação dos resíduos, é aquela em que, o binômio meio ambiente e lucro, estejam combinados de tal forma que, tanto as diretrizes do meio ambiente, quanto o resultado financeiro, sejam satisfatórios, consolidando esta visão com a de reciclagem (GOMES; CARMINHA; MEMÓRIA, 2019; SOUZA; FONSECA, 2009). Desta forma o trabalho discute a importância do resíduo de madeira que pode ser utilizada como fonte de energia limpa, renovável, e geradora de empregos.

O setor madeireiro enfrenta, mundialmente, desafios que se relacionam com atender aumento da demanda de produtos madeireiros e minimizar possíveis impactos ambientais. As principais fontes dos impactos 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 causados por suas atividades (SILVA, 2015).

Quando o desperdício é colocado em pauta, em 1 m³ árvores cortadas e removidas 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 aparas (2,5%) (SILVA et al., 2013; VERISSIMO, 2009; DIONCO-ADETAYO, 2001).

No Brasil, o setor de árvores plantadas, no ano de 2016, gerou aproximadamente 47,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos, destes, 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 plantadas (FERREIRA et al., 2019; LOUZADA JUNIOR et al., 2017). Já em 2018, o setor florestal gerou 52 milhões de toneladas de resíduos sólidos, dos quais 36,9 milhões (70,9%) foram gerados pelas atividades florestais e 15,1 milhões (29,1%) pelas operações industriais (IBÁ, 2019). Um total de 19 milhões m³ de madeira e resíduos florestais foram produzidos no Brasil em 2018 (FAO, 2018). Com relação especificamente ao setor madeireiro, atualmente são geradas aproximadamente 30 milhões de toneladas de resíduos de madeira, e deste total, a indústria madeireira contribui com 91% dos resíduos (AMORIM; PIMENTA; SOUZA, 2021; ARAUJO et al., 2019; TUOTO, 2009).

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, normalmente nos pátios das empresas. Essas práticas contribuem para os impactos ambientais causados pelo desperdício de madeira e, ao mesmo tempo, levam ao esgotamento dos recursos

madeireiros. Classificadas como fatores de base tecnológica, as principais causas de desperdício de madeira são: uso de equipamentos obsoletos e procedimentos e métodos ineficientes de produção, práticas operacionais baseadas em gerenciamento e questões administrativas e institucionais (SBF, 2016; 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 (IBÁ, 2019).

Segundo o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), no Brasil produção atual de madeira está em torno de 14 milhões de metros cúbicos. Ainda, com o aumento da proteção contra desmatamentos de florestas naturais, haverá uma redução de 64% da oferta até 2030. Deste modo, neste mesmo período a demanda de madeira deve quadruplicar, chegando a 21 milhões de metros cúbicos ao ano (SBF, 2017). 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 seu desperdício 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, 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 são grandes contribuidores na emissão de GEE na atmosfera. Outras formas de impacto ambiental associadas aos produtos de madeira são devidas ao transporte de produtos de madeira, uso de produtos químicos e desperdício de madeira (MARENGO; SOUZA JÚNIOR, 2018; LINDHOLM; BERG 2005).

Os impactos ambientais gerados pela produção de resíduos de madeira vão desde ao descarte inadequado a poluição do ar, pois alguns resíduos gerados, como o pó, não se dispersam de forma significativa, podendo gerar problemas de saúde dos trabalhadores do setor madeireiro. Em função da destinação inadequada de seus resíduos, ocasionando desconforto, além de diversas consequências negativas, tanto sociais (prejudiciais à saúde), como ambientais (impactos ao meio ambiente devido ao acúmulo de resíduos), se enquadrando na constituição como fontes poluidoras. Os impactos causados por esses resíduos provenientes de serrarias ao meio ambiente estão diretamente ligados à exploração madeireira e na quantidade de serragem desperdiçada ou queimada (JONSSON; RINALDI, 2017; RIOS, 2009).

Os principais resíduos deste setor são: a serragem, originada da operação das serras, que podem chegar a 12% do volume total de matéria-prima; os cepilhos ou maravalhas, gerados pelas plainas, que podem chegar a 20% do volume total de matérias-primas indústrias de beneficiamento, a lenha ou cavacos compostos por costaneiras, aparas, refilos, cascas e outros, que podem chegar a 50% do volume total de matéria-prima, nas serrarias e laminadoras (HÜEBLIN, 2001).

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, deflagrou 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).

Ações voltadas para a diminuição da utilização de madeira e combustíveis fósseis em detrimento de fontes alternativas de energia são cada vez mais urgentes, atreladas à programas e políticas para o desenvolvimento rural sustentável, por meio do estabelecimento de indústrias de aproveitamento (DIONCO-ADETAYO, 2001). Ademais, a prevenção do desperdício de madeira pode contribuir positivamente com a indústria madeireira, uma vez que ajuda a reduzir o impacto ambiental dos possíveis resíduos gerados e aproveitados, ao mesmo tempo em que atende à crescente demanda por madeira sem prejudicar ainda mais as florestas do mundo. Portanto, reduzir, recuperar e potencializar o aproveitamento dos resíduos de madeira da colheita e do processamento deve ser uma das estratégias das indústrias de base florestal (PANDLEY, 2022).

Na indústria madeireira, por exemplo, várias pesquisas vêm sendo conduzidas e demonstram a variedade de soluções de valor agregado para converter os resíduos de madeira em outros produtos úteis. Pesquisas realizadas na Finlândia indicaram vários mercados emergentes para produtos à base de madeira (têxteis, produtos químicos, biocombustíveis e substitutos de plástico). Pesquisas realizadas no Zimbábue mostraram que a maioria das sobras e cavacos de empresas de madeira são usadas como lenha pelas populações locais e em serrarias comerciais (geração de vapor para secadores). Outro estudo conduzido e publicado no Japão demonstrou uma geração de 15 milhões de metros cúbicos de resíduos de madeira produzidos pela indústria moveleira, dos quais mais de 90% foram reciclados para fazer painéis e combustível (PANDLEY, 2022; CHARIS; DANHA; MUZENDA, 2019; CAI, 2013, HIRAMATSU, 2002). 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).

A inserção da variável ambiental vem se tornando uma discussão obrigatória no mundo corporativo, uma vez que as partes interessadas, investidores, “*stakeholders*”, impulsionam esse movimento, devido à crescente exigência de transparência por parte das empresas “*compliance*”. Assim, de certa maneira, as empresas estão buscando adequar-se, principalmente, os aspectos legais e sua relação com o meio ambiente. A exemplo das usinas sucroalcooleiras que os investimentos na área ambiental, antes simplesmente considerados como necessários, e passaram a serem vistos como estratégicos, gerando benefícios sociais, ecológicos e econômicos, as quais estas selecionam parceiros e fornecedores em função de aspectos ambientais, utilizam-se de certificações e selos ambientais, gerenciamento de embalagens – transporte e destinação, controle de emissões nos equipamentos e veículos, etc. (OLIVEIRA, 2016).

2.1 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MADEIRA E A REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Em meio à crescente consciência ambiental e à crescente demanda por produtos de madeira, a importância de atender ao mercado com esses produtos, por um lado, e ao mesmo tempo minimizar os impactos ambientais, é cada vez mais reconhecida (GARCIA, CARASCHI e VENTORIM, 2017; ROS-TONEN, 2007). 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 (SBF, 2016; PINTO et al., 2002).

As fontes de impactos ambientais mais relevantes 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. Diversas quantidades de resíduos de madeira amontoados são características comuns nas indústrias de madeira ao longo do ano (BISSOLI-DALVI et al., 2017).

De acordo com Cassilha et al. (2004) os resíduos de madeira são classificados em:

- Cavaco – Partícula com dimensões máximas de 50 mm × 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.

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

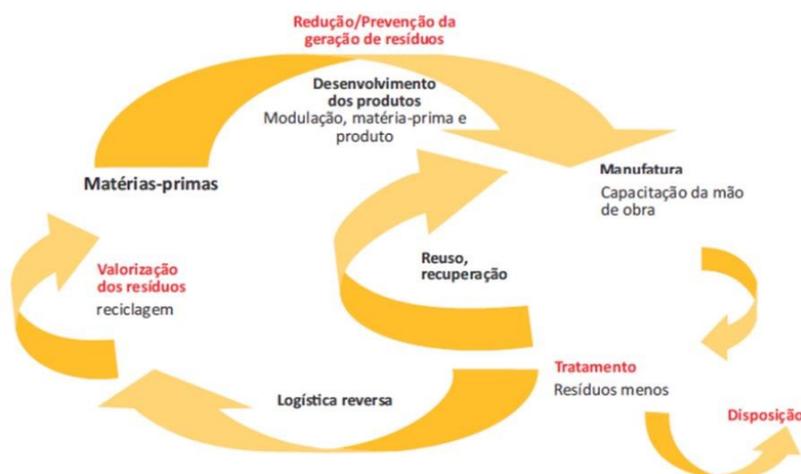
periculosidade e disposição final adequada dos rejeitos. Estes autores propuseram um – modelo integrado de gerenciamento de resíduos, conforme apresentado na figura 1.

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, seria transformá-los em biocombustíveis sólidos, através da briquetagem, reduzindo assim os impactos ambientais.

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

Figura 1 - Modelo integrado de gerenciamento de resíduos.



Fonte: Louzada Junior *et al.* (2017).

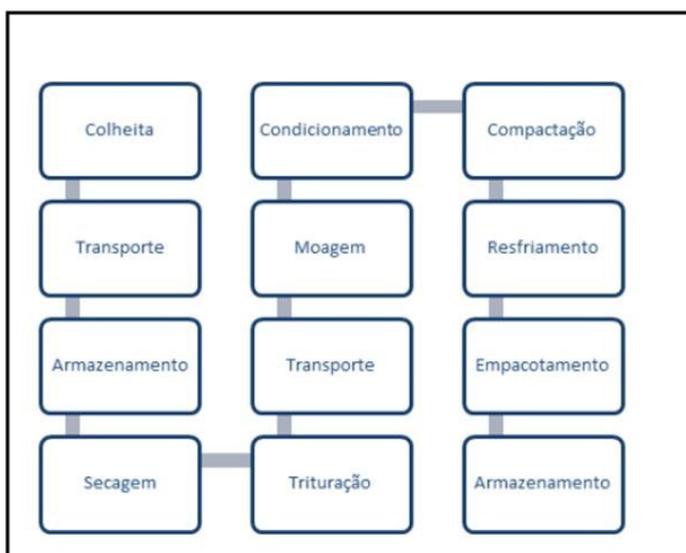
O processo de briquetagem consiste na densificação de resíduos, onde todos os resíduos de origem vegetais podem ser compactados pela briquetagem. Para tanto, basta atender as especificações do processo, ou seja, uma granulometria e um teor de umidade controladas. A vantagem desse processo está em transformar 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. Dependendo da composição química e condições físico-químicas desses resíduos – nesses processos considerados matérias-primas – devem passar por diversos tratamentos até à produção de briquetes e péletes. A briqueteira ou a pelitizadora 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 2) (DIAS et al., 2012).

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 e 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.

Figura 2 - Etapas da briquetagem.



Fonte: Dias et al. (2012).

3 METODOLOGIA

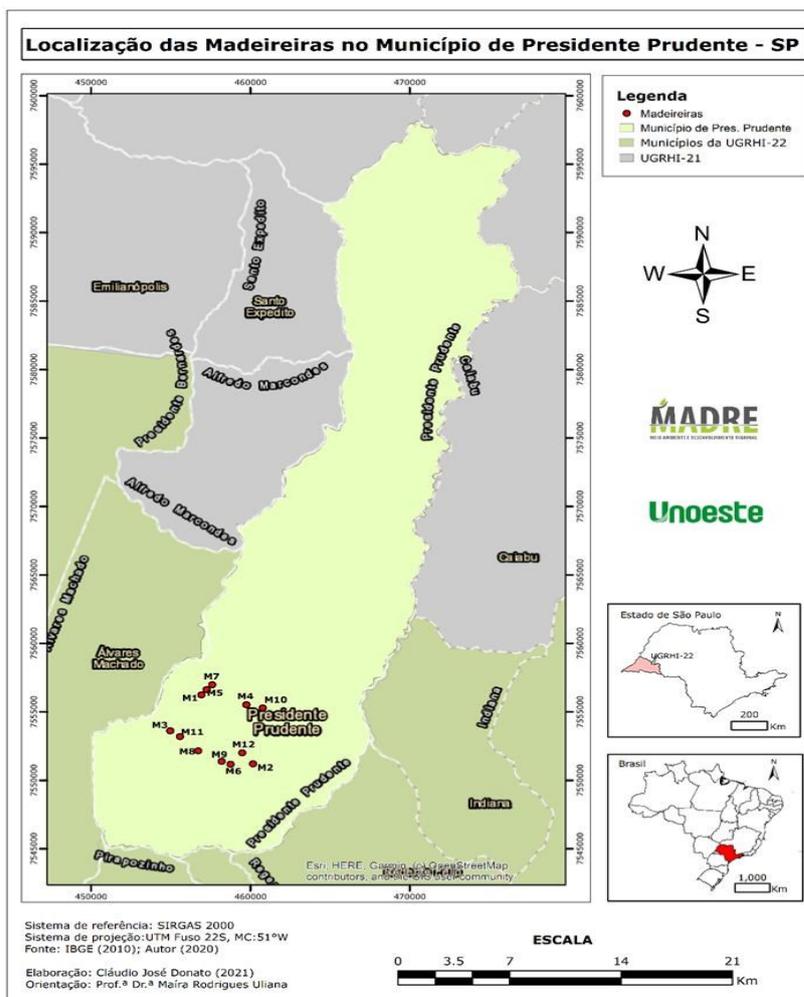
Trata-se de uma pesquisa de campo de abordagem quantitativa, as técnicas utilizadas foram a entrevista e observação assistemática. Foi realizado o trabalho de campo em 12 (doze) serrarias no município de Presidente Prudente-SP. O levantamento de campo foi realizado por meio de consultas à Associação Comercial de Presidente Prudente-SP, que conta com banco de dados atualizado contendo informações de abrangência local e regional.

Ainda, foi verificado no trabalho de campo o volume de vendas e percentual destinado ao desdobro das bitolas e ao aparelhamento e/ou lixamento, que são os principais geradores de resíduos. 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. Para a quantificação do volume de resíduos gerados foram utilizados Bags que comportam um metro cúbico de resíduo (1m³) no período de um mês, entre os meses de fevereiro a julho de 2019. Assim, verificou-se a quantidade desse resíduo a ser utilizado na produção de briquetes. Todos os dados foram tabelados em planilhas e, a partir destas, gráficos e tabelas foram construídos.

A identificação dos resíduos foi realizada por meio da aplicação de um Inventário de Resíduos Sólidos Industriais, elaborado conforme orientação do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução nº 313/2002 (CONAMA, 2002). A sua aplicação foi realizada de forma presencial, por meio de visitas técnicas às 12 serrarias, no período de fevereiro a julho de 2019.

As madeiras (Figura 3) localizadas no município de Presidente Prudente-SP, foram 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).

Figura 3 - Mapa da Localização das madeireiras no município de Presidente Prudente-SP.



Fonte: IBGE (2010). Elaborado pelo autor (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção apresentam-se os resultados da pesquisa de campo realizada no município de Presidente Prudente-SP, enfocando a produção de resíduo de madeira gerado no ano de 2019. 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 chegou a 47,25 m³ em um mês (Tabela 1).

Tabela 1 - Volume de resíduo produzido em um mês pelas madeireiras em Presidente Prudente-SP.

Madeireiras	Volume em Bags (1 m³/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 (2019).

Pode-se verificar também, que cerca de cinco madeireiras se destacam na produção (acima da média mensal, que é 3,9 m³). Também, três madeireiras geram mais de 6 m³ de maravalha. Esses dados permitem afirmar a necessidade urgente da reutilização deste resíduo na região, uma vez que se deve buscar eliminar o desperdício dos resíduos de madeira visando reduzir os impactos ambientais causados. Ademais, no aterro este resíduo libera o chorume e ainda pode causar sérios danos ao meio ambiente, podendo prejudicar cursos d'água, poluindo o ar através da incineração (MARENGO; SOUZA JÚNIOR, 2018; MOSSMANN, 2011; LINDHOLM; BERG, 2005).

No caso dos briquetes, estes 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). Algumas vantagens do briquete sobre a lenha são descritas no quadro 1.

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 30 Km. Contudo esta fábrica não trabalha com grandes volumes, pois é artesanal, ou seja, sem mecanização para produção dos briquetes. Essa fábrica produz, a cada 1 m³ de resíduo do desdobro, 350 kg de briquetes (Figura 4). Levando-se 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 pelas madeireiras de Presidente Prudente.

Quadro 1 - 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 pragas e contaminação	Sujeira, pragas 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 massa (Kg)	Venda por volume (metro cúbico), ocasionando prejuízos para o consumidor, que “paga” pelos espaços vazios entre os galhos.

Fonte: Gentil (2008).

Figura 4 - Fabricação de briquetes em Santo Anastácio.



Fonte: O Autor (2019).

A empresa fabricante de briquetes em Santo Anastácio planeja aumentar sua produção em razão dos ganhos exequentes com a atividade. Segundo informações obtidas (dados obtidos no levantamento), a indústria 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 árvores.

Em 2020, o município de Presidente Prudente-SP não possuía um local adequado para o descarte destes resíduos, portanto, estes estão sendo descartados no meio ambiente de forma inadequada, podendo causar problemas de contaminação dos solos e do lençol freático. Dessa forma, cabe lembrar que, o desperdício de madeira é um recurso renovável podendo ser reciclado para a produção de paletes, como afirmam Eugênio e Bonette (2019).

Importante ainda mencionar, que o aterro sanitário atual do município de Presidente Prudente-SP, localizado no distrito industrial Antônio Crepaldi, não está recebendo nenhum resíduo industrial, visto que somente recebe os resíduos domésticos coletados pela empresa autorizada do município. Entretanto, foi inaugurada uma área de uso cooperativo dos caçambeiros para receber os resíduos, estes apenas da construção civil. Para uso dessa área coletiva, deve-se pagar uma taxa de cerca de R\$110,00 por caçamba. Para podas de árvores e

sobras do desdobro, foi cedido pela prefeitura municipal uma área nas margens da rodovia Júlio Budiski, porém, essa área já se encontra com capacidade esgotada.

Assim, os madeireiros do município continuam descartando os resíduos de forma inadequada, em variados locais do município. Durante a pesquisa foram constatados mais de 50 pontos ilegais de descarte de resíduos de madeira e de podas de árvores, conforme exemplos apresentados nas Figuras 5 e 6.

Figura 5 - Descarte inadequado no município de Presidente Prudente-SP, 2019.



Fonte: O autor (2019).

É importante destacar que segundo dados obtidos na prefeitura de Presidente Prudente-SP, havia uma fábrica de briquetes no município, contudo seu funcionamento foi impedido em razão dos madeireiros não cederem os resíduos da madeira para esta empresa. As madeireiras somente vendiam seus resíduos, tornando inviável custo de produção dos briquetes. Com relação ainda a este caso, segundo declaração do proprietário da empresa desativada de briquetes no município, o poder público não cumpriu com a promessa de levar toda poda de árvore para sua unidade fabril. Assim, é importante destacar o gerenciamento dos resíduos, baseados em ações que permitam maior rendimento industrial e a técnica da briquetagem para eliminar resíduos das serrarias (LOUZADA JUNIOR *et al.*, 2017; CAETANO *et al.*, 2008).

Figura 6 - Descarte inadequado no município de Presidente Prudente-SP, 2019.



Fonte: Autor (2019).

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

Posto que, segundo os dados obtidos nas empresas pesquisadas, um metro cúbico (1 m^3) de resíduos pode fazer em média 350 quilos de briquetes, é possível afirmar que as quantidades geradas são suficientes para suprir uma fábrica de briquetes ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável. Dessa forma, gerando emprego, preservando o meio ambiente, evitando a poluição visual e possíveis impactos ambientais no município.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos de madeira das serrarias de Presidente Prudente-SP apresentaram um potencial para o reaproveitamento relacionado aos seus altos volumes, apresentados aqui nesse trabalho.

Foi verificado que as madeireiras do município conseguem gerar matérias-primas suficientes para suprir uma fábrica de briquetes na cidade, e que a reutilização desses resíduos evitaria o desperdício de madeira e os impactos negativos da disposição em locais impróprios.

Crê-se que essa pesquisa contribui para com os estudos sobre a briquetagem e corrobora com futuros estudos sobre o assunto. Considera-se importante destacar a crescente consciência ambiental e as preocupações com o meio ambiente. Deste modo, pesquisas que elucidem e

verifiquem a viabilidade de uso de resíduos para outros produtos enriquecem as possibilidades de minimizar os impactos ambientais que poderiam ser gerados por esses resíduos.

Discussões que tragam possibilidades de produções e produtos sustentáveis, uso e reaproveitamento de resíduos tornam-se extremamente relevantes para uma sociedade mais sustentável. Desta maneira, com o intuito de solucionar os problemas decorrentes da má disposição desses resíduos, pesquisas que discutam a reutilização de cada tipo de resíduo gerado, identificando seus usos e formas de disposição, são cada vez mais necessárias.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. C. S. As pressões ambientais da estrutura da indústria. **RAE electron.**, v. 3, n. 2, dez. 2004.
- AMORIM, E. P.; PIMENTA, A. S.; SOUZA, E. C. de. Use of forest harvest residues: state of the art and opportunities. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e4410212175, 2021.
- AMORIM, F. S. et al. Produção de briquetes a partir de espécies florestais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 34-41, 2015.
- ARAUJO, K. S. et al. Potencial de aplicação de resíduos de madeira oriundos do pó de serragem como material de construção. In: ANDRADE, D. F. (ed.). **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia**, v.2. 1 ed. Belo Horizonte: Poisson, 2019, p. 27-35.
- BISSOLI-DALVI, M. et al. Avaliação da Sustentabilidade da Madeira por Meio da Ferramenta. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.
- BRASIL. MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- CAETANO, M. D. D. E. et al. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos e proposição de melhorias: estudo de caso em uma marcenaria de Cariacica, ES. **Gest. Prod.**, v.24, n.2, p.382-394, 2017.
- CAI, Z. et al. The global forest sector: changes, practices, and prospects, pp. 129-150. In: HANSEN, E. et al. (ed.). **New products and product categories in the global forest sector**. CRC Press: Boca Raton, 2013.
- CASSILHA, A. C. et al. Indústria moveleira e resíduos sólidos: considerações para o equilíbrio ambiental. **Revista Educação e Tecnologia**, Curitiba, v.8, p. 209-228, 2004.
- CHARIS G, DANHA, G.; MUZENDA, E. A review of timber waste utilization: challenges and opportunities in Zimbabwe. **Procedia Manuf.**, v. 35, p. 419-429, 2019.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento de lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, SP, v. 35, n. 3, p 88 - 93, 1995.

DIAS, J. M. C. S. et al. **Documentos: 13. Produção de briquetes e peletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais**. Brasília-DF: Embrapa Agroenergia, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78690/1/DOC-13.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

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

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

EUGÊNIO, C. A.; BONETTE, L. R. Estudo de caso do lead time de um centro de produção e distribuição reversa de paletes de madeira na região de Bebedouro estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 9. 2019. **Anais [...]**. Disponível em: http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/07242019_230750_5d39105ea31fe.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **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 mar. 2021.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Wood energy**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/energy/en/>. Acesso em: 30 maio 2022.

FERREIRA, J. C. et al. Estimation of the offer of forest biomass in populations of *Pinus taeda* L. after cultural interventions. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1-8, 2019.

FERREIRA, L; VIOLA, E. **Incertezas de sustentabilidade na globalização**. Campinas: UNICAMP, 1996.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G. O setor de pellets de madeira no Brasil. **Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 8, n.1, p. 21-28, 2017.

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

GOMES, A.V. M.; CARMINHA, U.; MEMÓRIA, C. V. A destinação dos resíduos sólidos das empresas inovadoras: a Lei do Bem e o seu papel na sustentabilidade ambiental e social. **Seqüência**, n. 82, p. 120-145, 2019.

HELÚ, W. V; MATTAR, E. O. **Aspectos da política ambiental integrada**. Letras Jurídicas, 2009.

HIRAMATSU, Y. et al. Present state of wood waste recycling and a new process for converting wood waste into reusable wood materials. **Mater Trans.**, v. 43, p. 332–339. 2002.

HÜEBLIN, H. J. **Modelo para a aplicação da metodologia Zeri**. Sistema de aproveitamento integral da biomassa de árvores de reflorestamento. Curitiba. 2001. 139f. Dissertação (Mestrado) – CEFET, PR, 2001.

IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores). **Relatório 2020**. Brasília: IBÁ, 2020. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em: 30 maio 2022.

IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores). **Relatório, 2019**. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

IBAM (Instituto Brasileiro de Administração Municipal). **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. 2004. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm>. Acesso em: 03 jun. 2020.

JONSSON, R; RINALDI, F. O impacto nos mercados globais de produtos de madeira do aumento do consumo de pellets de madeira na União Europeia. **Energia**, v. 133, p. 864-878, 2017.

LAKATOS, E.V.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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

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.

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: 30 maio 2022.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. et al. Mapa geomorfológico semi detalhado do município de Presidente Prudente-SP. In: XI SINAGEO (SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA), n. 11, 2016. Maringá. **Anais [...]**, 2016. p.1-15. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-58-668.html>. Acesso em: 16 nov. 2020.

OLIVEIRA, E. D. Influência da variável ambiental no processo de escolha dos fornecedores: um estudo em agroindústrias da microrregião de Assis-SP. **Markets and Production Management**, v. 2, n. 2., 2016.

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.

ONU (Organização das Nações Unidas). **A ONU e o meio ambiente**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 12 jun. 2021.

ONU (Organização das Nações Unidas). **Declaração do Rio de 1992**. 1992. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf. Acesso em: 12 ago. 2020.

PANDLEY, S. Wood waste utilization and associated product development from under-utilized low-quality wood and its prospects in Nepal. **SN Appl. Sci.**, v. 4, n. 168, 2022.

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, I. D.; OLIVEIRA, A. Reutilização dos resíduos de madeira da confecção de paletes. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 232-244, 2018. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/470>. Acesso em: 12 set. 2020.

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.

RIOS, E.A. **Gestão de resíduos sólidos em micro e pequenas empresas do setor moveleiro do estado de São Paulo: um estudo de caso**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – IPT, São Paulo, 2009.

ROS-TONEN, M. Novas perspectivas para a gestão sustentável da Floresta Amazônica: explorando novos caminhos. **Ambient. Soc.**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 11-25, Jun. 2007.

SBF (Serviço Florestal Brasileiro). **Encontro debate sustentabilidade no setor de cerâmica vermelha**. 06 dez. 2016. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/component/content/article/17-ultimas-noticias/688-encontro-debate-sustentabilidade-no-setor-de-ceramica-vermelha?Itemid=>. Acesso em: 15 ago. 2021.

SBF (Serviço Florestal Brasileiro). **Expansão do manejo pode evitar “apagão florestal” de madeira nativa legal da Amazônia**. 24 mar. 2017. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/component/content/article/17-ultimas-noticias/972-expansao-do-manejo-pode-evitar-apagao-florestal-de-madeira-nativa-legal-da-amazonia?Itemid=>. Acesso em: 15 ago. 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; 35. 2015. Fortaleza. Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção **Anais [...]**. Fortaleza, 2015.

SILVA, P. H. et al. Otimização operacional de impacto reduzido no corte seletivo de uma floresta inequidana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 45., 2013, Natal. **Anais...** Natal, UFRN, 2013. p. 676-685.

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, oct. 2010.

SOUZA, S. F.; FONSECA, S. U. L. Logística reversa: oportunidades para redução de custos em decorrência da evolução do fator ecológico. **Revista Terceiro Setor**, Guarulhos, p.29-39, 2009.

STREB, C. S.; PIUNTI, R. C.; BARBOSA, S.; SILVA, E. Energia no meio rural: uma análise na perspectiva da sustentabilidade. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL – AGRENER2000; 3. 2000. Campinas. **Anais [...]**. Campinas,SP: Unicamp, 2000. [1 CD-ROOM].

TUOTO, M. **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**. Projeto PNUD BRA 00/20: Apoio às políticas públicas na área de gestão e controle ambiental, Curitiba, 2009.

VERÍSSIMO, A. O desafio do manejo florestal na Amazônia. In: FUJIHARA, M. A. et al. **O valor das florestas**. São Paulo: Terra das Artes, 2009.