

A valorização do resíduo agroindustrial para a produção de novos materiais

The valorization of agro-industrial waste for the production of new materials

La valorización de residuos agroindustriales para la producción de nuevos materiales

Bruna Bessa Rocha

Doutoranda, UEL, Brasil
bruna.bessayano@uel.br

Jorge Daniel de Melo Moura

Professor Doutor, UEL, Brasil
jordan@uel.br

RESUMO

Os resíduos produzidos pela atividade econômica, tais como os resíduos industriais e os resíduos agroindustriais, são a grande fonte de matéria-prima para a produção de novos materiais destinados à construção civil e rural, como, por exemplo, painéis de vedação e forro para edificações. Este artigo se fundamenta na proposta de uma linha de produção de materiais e se caracteriza como um estudo baseado em uma investigação de locais que geram quantidades significativas de resíduos. Diante do levantamento realizado pode-se concluir que a Região Administrativa de Presidente Prudente município apresenta potencial para a implantação de um sistema que apoie os proprietários de serrarias da região na implementação de um núcleo produtor de componentes modulares a partir do volume de resíduos gerados.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos. Madeira. Materiais.

SUMMARY

Waste produced by economic activity, such as industrial waste and agro-industrial waste, are the major source of raw material for the production of new materials for civil and rural construction, such as, for example, fence panels and lining for buildings. . This article is based on the proposal of a material production line and is characterized as a study based on an investigation of places that generate significant amounts of waste. In view of the survey carried out, it can be concluded that the Administrative Region of Presidente Prudente municipality has the potential for the implementation of a system that supports the owners of sawmills in the region in the implementation of a core producer of modular components from the volume of waste generated

KEY WORDS: Waste. Madeira. materials

RESUMEN

Los residuos producidos por la actividad económica, como los residuos industriales y los residuos agroindustriales, son la principal fuente de materia prima para la producción de nuevos materiales para la construcción civil y rural, como, por ejemplo, paneles para cercas y revestimientos para edificios. Este artículo parte de la propuesta de una línea de producción de materiales y se caracteriza por ser un estudio basado en una investigación de lugares que generan cantidades significativas de residuos. Del relevamiento realizado, se puede concluir que la Región Administrativa del municipio de Presidente Prudente tiene potencial para la implementación de un sistema que apoye a los propietarios de aserraderos de la región en la implementación de un núcleo productor de componentes modulares de la volumen de residuos generados.

PALAVRAS-CHAVE: Residuos. Madeira. Materiales.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população e a crescente demanda de moradias, os problemas urbanos também são fatores preocupantes no que diz respeito ao destino do lixo doméstico, à disposição dos esgotos sanitários e ao descarte dos resíduos originários da construção civil e dos resíduos e subprodutos industriais e metalúrgicos.

As madeiras serradas, no processo de aplainamento na serraria, para garantir sua planicidade, geram resíduos em torno de 60-70% da peça original.

As estratégias adotadas para as visitas fazem parte do método do presente trabalho, com o intuito de desenvolver diretrizes para a coleta, o armazenamento e o tratamento desses resíduos, obedecendo ao ciclo em que são descartados, ou seja, a partir do beneficiamento da madeira, desde o desdobro da tora até o produto da madeira serrada.

O volume gerado dos resíduos tem grande potencial para o desenvolvimento de novos produtos sustentáveis, pois se caracteriza de matéria-prima de fonte renovável e possui grandes propriedades de desempenho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O resíduo proveniente do processo industrial madeireiro é acompanhado dentro das serrarias de pequeno porte, desde a chegada das toras de madeira até a saída do componente para o usuário, observando a dinâmica do resíduo que vai sendo lançado durante esse processo.

Presidente Prudente está situada no extremo-oeste do estado de São Paulo e a oeste da capital do estado, distando desta cerca de 558 km. Fundada em 1917, constituiu-se município em 1921. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2019, tem 228 mil habitantes.

A cidade é a Capital da Alta Sorocabana, denominada assim para se referenciar às terras ao longo dos 200 últimos quilômetros da Estrada de Ferro Sorocabana (FIORIN; HIRAO, 2015), e sede da 10ª Região Administrativa do Estado, definida como macrounidade territorial destinada a atender ao trâmite administrativo decorrente das atividades desenvolvidas pelos órgãos e pelas entidades da Administração Centralizada e Descentralizada do Estado, que integra as regiões de governo de Adamantina, Dracena e Presidente Prudente.

Durante a produção cafeeira (décadas de 1920 e 1930), a extração madeireira foi ponto relevante da economia regional, no caso a Estrada de Ferro Sorocabana contribuiu para dar vazão da madeira a São Paulo. Em 1926 eram construídas casas de madeira para os operários mediante as obras realizadas pela Companhia Estrada de Ferro Sorocabana.

A ocupação pioneira teve compromisso com a utilização de recursos locais e as condições climáticas e refere-se ao uso da madeira na construção, sobretudo nos primeiros 40 anos de ocupação urbana, obedecendo às condições favoráveis de materiais disponíveis, ainda considerando que a técnica construtiva e os equipamentos necessários à execução de edificações de madeira são simples e de fácil apreensão.

A habitação de madeira faz parte da paisagem urbana local, logo está inserida em um processo histórico com determinada técnica a ser preservada.

A cidade de Presidente Prudente foi resultado de dois núcleos urbanos: o primeiro, loteado pelo Coronel Francisco de Paula Goulart, em 1917, que pediu ao engenheiro Dr. João

Carlos Fairbanks que projetasse um núcleo urbano defronte à estação, conhecida como Vila Goulart; e o segundo, situado à margem esquerda da rodovia, teve como empreendedor o Coronel José Soares Marcondes, em 1920.

A Vila Marcondes, juntamente com a Vila Goulart, é ladeada pela Estrada de Ferro Sorocabana, principal elemento da formação dos núcleos e responsável pelo surgimento de áreas industriais (FIORIN; HIRAO, 2015).

O lado mais fabril, a Vila Marcondes, possuía uma série de indústrias, como as Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo, os galpões do Instituto Brasileiro do Café (IBC), o conjunto arquitetônico da Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro (Sanbra) e as Indústrias de Bebidas Wilson, além de residências de alvenaria e madeira mais singelas (HIRAO, 2016).

No núcleo Goulart, situado na porção leste, o lado mais urbanizado, que hoje corresponde ao quadrilátero que identificamos como o Centro de Presidente Prudente, tinha certa concentração de estabelecimentos e moradias, influenciando a localização da frente da referida estação.

Na década de 1920 o café se tornou o principal produto do município, juntamente com a extração de madeira e a criação de gado, tendo o primeiro momento sido marcado pelas construções pioneiras de madeira nas imediações da Estação Ferroviária (HIRAO et al., 2011).

Esse ciclo econômico teve início antes de o traçado urbano ser implantado, já que era necessário “abrir a mata” tanto em terras rurais para posteriormente ocorrer o plantio do café quanto nas áreas em que o proprietário desejava criar um loteamento privado, seja um novo bairro ao redor da cidade ou um núcleo de um novo povoado. Existiam algumas serrarias em Presidente Prudente, inclusive esse tipo de serviço com o objetivo de “transformar a matéria-prima” era necessário antes da formação da primeira vila (ABREU, 1972, p. 154).

As serrarias, como cita Leite (1972), exerceram função social, controlando a vida dos moradores dos referidos povoados. A elevada porcentagem de casas de madeira deveu-se ainda ao fato de que as argilas para o fabrico dos tijolos e das telhas eram raras, porque a constituição do solo da região era arenosa.

A madeira foi um produto “desaparecido que deixou marcas na paisagem natural”, tendo sido a matéria-prima escoada para a capital pela Estrada de Ferro Sorocabana: “as serrarias [...] transformavam os troncos de peroba, marfim, ipê, jatobá em tábuas e vigas” e uma parte desse “produto”, como a peroba, era utilizada para a construção dos primeiros edifícios urbanos e rurais (LEITE, 1972).

A Região Administrativa de Presidente Prudente é formada por 53 municípios, distribuídos em 23.777,10 km², e abriga cerca de 838 mil pessoas. Em 2009, o PIB da região foi de quase 12,4 bilhões de reais, o que correspondeu a 1,1% da riqueza gerada no estado de São Paulo.

O setor primário é preponderante na economia regional, o que fica evidenciado na análise setorial do PIB. Dentre as atividades econômicas da região, a agropecuária foi a que apresentou maior participação setorial no estado em 2009 – 5,1%. Destacam-se regionalmente a pecuária e a cana-de-açúcar e, de forma complementar, os cultivos de soja, milho e mandioca e a fruticultura. O município de Presidente Prudente é um importante polo pecuarista (SEADE, 2011).

No município-sede encontram-se as maiores indústrias, em termos de pessoal ocupado, voltadas principalmente à preparação de produtos alimentícios e à fabricação de

artefatos de couro, artigos para viagem e calçados. Destacam-se ainda a indústria moveleira, em Dracena e Osvaldo Cruz, e a indústria ceramista, em Panorama, Pauliceia e Indiana.

Para o Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2018), existem cinco tipos de empresas processadoras de madeira, que categorizam as atividades em microsserrarias (ou pequenas serrarias), serrarias (de médio e grande porte), beneficiadoras, laminadoras e fábrica de painéis.

Para Ferreira e Zenid (2003), a madeira serrada é produzida em unidades industriais (serrarias), em que as toras são processadas mecanicamente, transformando a peça originalmente cilíndrica em peças quadrangulares ou retangulares, de menor dimensão.

A sua produção está diretamente relacionada com o número e as características dos equipamentos utilizados, assim como com o rendimento baseado no aproveitamento da tora (volume serrado em relação ao volume da tora), sendo esse rendimento função do diâmetro da tora (maiores diâmetros resultam em maiores rendimentos).

Segundo o SNIF (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2018), as categorias são divididas em

a) **microsserrarias (ou pequena serraria)**: o desdobro da madeira em tora é feito de maneira simples, através de serras circulares, que funcionam com o uso de motores a diesel, serras induspan ou serras de fita horizontais (também conhecidas como engenhos). Em geral, esses equipamentos são bastante rudimentares e possuem baixo rendimento de processamento. As microsserrarias são também caracterizadas por empregarem menos de 10 pessoas cada;

b) **serrarias (de médio e grande porte)**: o processamento das toras ocorre por meio da utilização de serras de fita, horizontais ou verticais, e em alguns casos serras tipo induspan. O produto acabado apresenta melhor qualidade (madeira processada com dimensões mais precisas) e o equipamento permite o processamento de quase todas as espécies de valor comercial. O porte da serraria varia de acordo com a quantidade de serras de fita que ela possui, o que significa maior capacidade de processamento instalada. Geralmente esse tipo de empresa madeireira emprega mais de 10 pessoas. Algumas serrarias realizam o beneficiamento de parte da madeira. Porém, a maior parte da produção comercializada (50% ou mais) trata-se da madeira serrada bruta;

c) **beneficiadoras**: são aquelas empresas que realizam o beneficiamento da madeira serrada. O beneficiamento consiste na geração de produtos com maior valor agregado, tais como pisos, *decks* e forros. Como as serrarias, estas empresas utilizam serras de fita para o desdobro das toras, além de fazerem uso de plainas para o beneficiamento da madeira serrada. A maior parte da produção (maior ou igual a 50%) é composta de madeira serrada beneficiada;

d) **laminadoras**: são empresas que produzem lâminas de madeira de 1 mm a 3 mm de espessura para a fabricação de compensados. Os equipamentos utilizados para o desdobro de toras nestes empreendimentos são os tornos laminadores ou as máquinas faqueadoras; e

e) **fábricas de painéis**: desdobram a madeira em tora e possuem a mesma tecnologia empregada nas laminadoras, ou seja, utilizam tornos ou faqueadoras. As lâminas de madeira são secas em estufas e, posteriormente, submetidas à colagem e à prensagem para a fabricação de chapas de compensados.

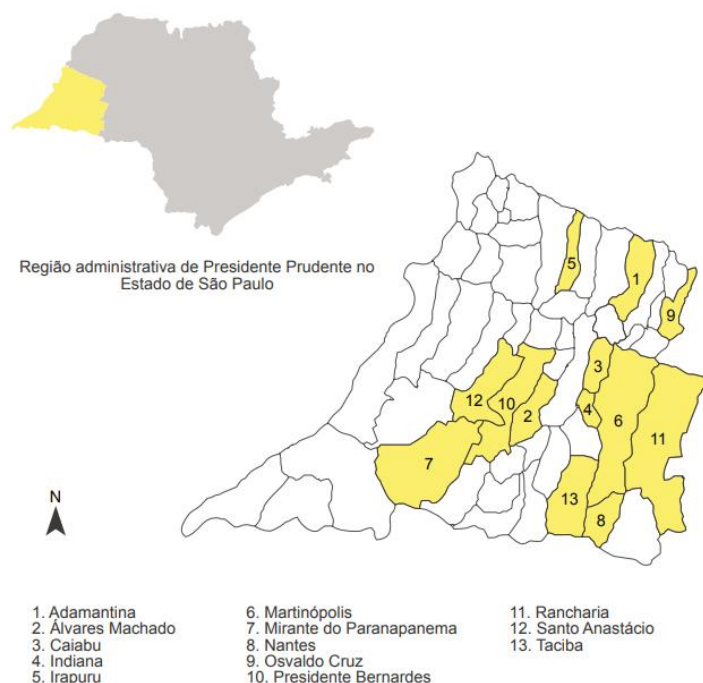
3 MATERIAL E MÉTODOS

Figura 1 – Municípios que fazem parte da Região Administrativa de Presidente Prudente



Fonte: SPBR (s./d.).

Figura 2 – Serrarias instaladas nos municípios destacados



Fonte: Adaptada de SPBR (s./d.).

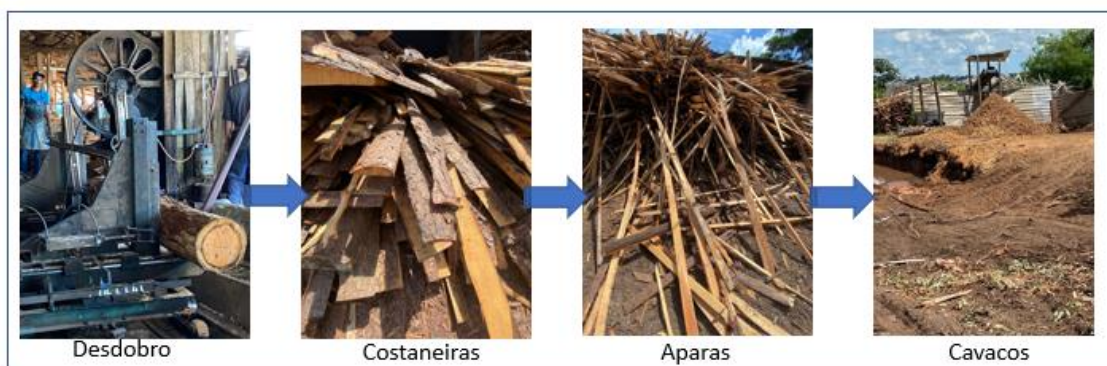
O levantamento realizado neste trabalho identificou 13 serrarias atuando na Região Administrativa de Presidente Prudente. A maior parte das empresas identificadas é de pequeno porte, principalmente micro e pequenas empresas, e mais da metade delas está no mercado há mais de 10 anos. Foi elaborado um questionário para um levantamento mais preciso de

informações sobre infraestrutura das serrarias, porém não houve retorno por parte dos proprietários.

Sendo assim, foi realizado um levantamento de campo nas duas maiores serrarias da região, considerado este um levantamento informal feito pela autora.

A figura a seguir apresenta a instalação da serraria no município de Álvares Machado, caracterizada como de médio porte.

Figura 3 – Processo de beneficiamento da tora de madeira



Fonte: Os autores (2021).

Figura 4 – Processo de beneficiamento da tora de madeira



Fonte: Os autores (2021).

A imagem a seguir ilustra o beneficiamento das toras de madeira e a produção de resíduos de serraria no município de Rancharia, caracterizada como de grande porte.

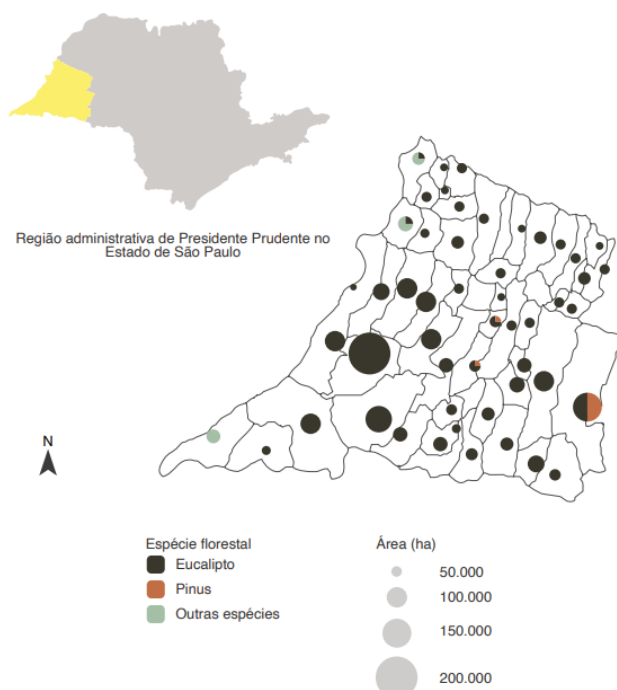
Figura 5 – Processo de beneficiamento da tora de madeira



Fonte: Os autores (2021).

De acordo com o levantamento realizado nas duas serrarias da região, cerca de 80% da madeira consumida pelas empresas da Região Administrativa de Presidente Prudente é de espécies de Pínus e 20% de espécies de Eucalipto, o que representa o perfil da produção da região, como mostra o mapa a seguir.

Figura 6 – Áreas de florestas plantadas na Região Administrativa de Presidente Prudente



Fonte: Os autores (2021).

Há concentração em relação a dois segmentos: madeira para a construção civil e para a indústria, que produzem a maior diversidade de produtos (pranchas, pranchões, blocos, tábuas, caibros, vigas, vigotas, sarrafos, pontaltes, ripas e outros).

A madeira consumida pelas empresas não provém de florestas próprias. No estudo de caso realizado, as duas serrarias pertencentes aos municípios de Álvares Machado e Rancharia

compram as toras de uma floresta plantada na região de Rancharia, área com mais de mil alqueires, arrendada pela empresa Bracel, multinacional de celulose que arrenda propriedades rurais da região para o plantio de Eucalipto. Esse tipo de concentração das terras pelo agronegócio pode impactar a política de reforma agrária e a agricultura familiar.

A tecnologia empregada para a produção dos painéis, bem como o processo, apesar de ser de pequeno porte (escala laboratorial), baseia-se no mesmo procedimento utilizado na maior parte das plantas industriais que produzem painéis para fins comerciais. A diferença é que existem custos ambientais fixos de instalação e operação da unidade de produção.

A produção de materiais requer um sistema completo de informações em todos os níveis da cadeia de produção e consumo, a saber: técnicas de extração e beneficiamento, processos de transformação para a produção de materiais, fabricação de peças e componentes, montagem de produtos, reciclagem ou descarte final, incluindo em todas as fases o consumo de energia e de materiais, os custos de transporte e armazenamento (MEDINA, 2005).

Para Medina (2005), a análise do ciclo de vida possibilita que se conheçam não apenas os impactos ambientais que podem acontecer, mas sob quais cenários socioeconômicos e tecnológicos eles vão ocorrer e ainda em que medida eles podem ser evitados ou minorados.

A NBR ISO 14040 (ABNT, 1997), que descreve os princípios e a estrutura para se conduzir um estudo de ciclo de vida, traz por definição que a crescente conscientização sobre a importância da proteção ambiental e dos possíveis impactos associados a produtos manufaturados e consumidos tem aumentado o interesse no desenvolvimento de métodos para melhor compreender e diminuir esses impactos.

A ACV é uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante

- a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto;
- a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas; e
- a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos.

A ACV estuda os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto (isto é, do “berço ao túmulo”), desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. As categorias gerais de impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas.

A ACV pode ajudar na identificação de oportunidades para melhorar os aspectos ambientais dos produtos em vários pontos de seu ciclo de vida:

- na tomada de decisões na indústria, em organizações governamentais ou não governamentais (por exemplo, planejamento estratégico, definição de prioridades, projeto ou reprojeto de produtos ou processos);
- na seleção de indicadores pertinentes de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição; e
- no marketing (por exemplo, uma declaração ambiental, um programa de rotulagem ecológica ou uma declaração ambiental de produto).

É nesse sentido que a ACV vem sendo usada para o desenvolvimento de novos materiais, uma vez que se pode conceber um material alternativo que desempenhe a mesma função de outros existentes no mercado, mas com um balanço ambiental mais favorável, mais

leve ou mais econômico energeticamente, ou reciclável, ou ainda, biodegradável, entre outras vantagens possíveis.

Os resíduos podem ser aproveitados no próprio setor madeireiro na produção de produtos reconstituídos e na geração de energia. A maioria das serrarias no Brasil não tem um programa de aproveitamento dos seus resíduos, que ficam acumulados em pilhas volumosas e acabam sendo dispostos incorretamente (MORAES et al., 2017).

No trabalho de Ergül e Ayırmis (2014), os resultados apresentados concluíram que os cavacos de madeira não devem ser empilhados por mais de um mês para minimizar o efeito negativo das condições de armazenamento ao ar livre na qualidade da placa de fibra. A degradação biológica e térmica das aparas de madeira danificou a parede celular das fibras de madeira.

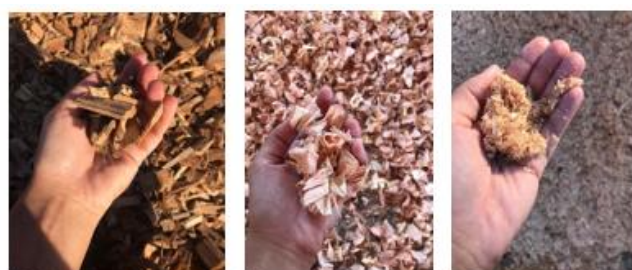
Figura 7 – Processo de beneficiamento da tora de madeira





Fonte: Os autores (2021).

O esquema a seguir ilustra a hierarquia do resíduo a partir do desdobro da madeira.

Figura 8 – Processo de beneficiamento da tora de madeira



 Cavacos  Maravalha  Pó de serra

Fonte: Os autores (2021).

O volume estimado de resíduos nas duas serrarias está em torno de 350 toneladas mensais. A Tabela 1 apresenta a quantidade de resíduos classificados por tipo e sua participação no total gerado, numa amostra de duas empresas.

Tabela 1 – Produção mensal de resíduos em duas serrarias na Região Administrativa de Presidente Prudente

Resíduos gerados	Toneladas/mês
Cavaco com casca	50
Cavaco sem casca	50
Maravalha	50
Pó de serra	150
Destopo	50

Fonte: Os autores (2021).

As costaneiras com casca e sem casca são dispostas no pátio, sem separação das espécies; portanto, como são destinadas à queima de energia, as propriedades inerentes à matéria-prima não conseguem ser qualificadas pela não utilização para outros fins.

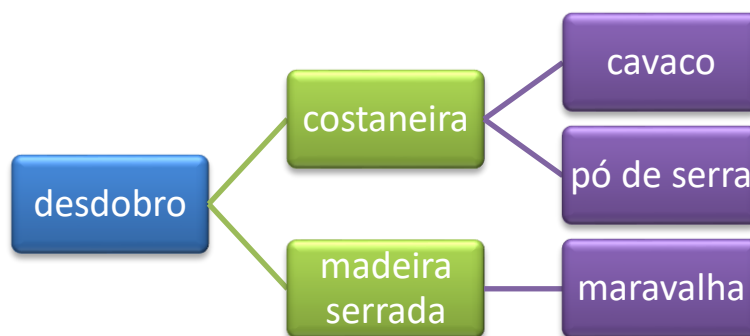
Figura 9 – Costaneiras sem casca em volume no pátio da serraria



Fonte: Os autores (2021).

O esquema a seguir ilustra a hierarquia do resíduo a partir do desdobro da madeira, em que os cavacos (resíduos de gramatura maior) são provenientes do processo de picagem das costaneiras com casca e sem casca, pois não há a separação nos pátios. A maravalha é proveniente das máquinas que fazem o aplainamento da madeira serrada. E o pó de serra também é resultante de todo o processo da madeira, de forma geral.

Figura 10 – Hierarquia sobre a geração dos resíduos



Fonte: Os autores (2021).

Os ícones pintados de amarelo são referentes aos resíduos encontrados na serraria, os quais serão utilizados para a fabricação dos painéis.

4 RESULTADOS

Diante do levantamento realizado, pode-se concluir que a Região Administrativa de Presidente Prudente apresenta potencial para a implantação de um sistema que apoie os proprietários de serrarias da região na implementação de um núcleo produtor de componentes modulares a partir do volume de resíduos gerados. Como o questionário não foi respondido por parte das 13 empresas solicitadas, não se obtiveram resultados sobre categorização do porte das serrarias. A matéria-prima utilizada nas duas serrarias selecionadas para esta pesquisa é obtida de terceiros. Dentre as várias formas em que a matéria-prima chega às serrarias, grande parte das indústrias (90,0%) recebe a madeira em forma de toras.

As serrarias do município de Álvares Machado e Rancharia apresentaram certas similaridades, bem como diferenças entre si quanto à produtividade, realizando o desdobro das mesmas espécies florestais, porém com estrutura física e produtividade maior uma em relação à outra. As madeiras mais usadas pelas serrarias são a de Pínus e a de Eucalipto. O principal mercado consumidor de madeira serrada é o mercado das madeiras. Em termos qualitativos, o resíduo mais gerado pelas serrarias está na forma de pó de serra, enquanto o engenho de serra de fita é o maior produtor quantitativo de resíduos.

As pesquisas que envolvem princípios de sustentabilidade na produção de artefatos têm uma enorme contribuição para a comunidade. Embora o processo de sistematização e o de experimentos não tenham sido realizados, o resultado que se busca alcançar é de que o painel produzido por esses materiais atenda às prescrições normativas e possa ser utilizado como um componente construtivo.

Sobre a área e a produção da monocultura da cana-de-açúcar, dos 53 municípios que compõem a Região Administrativa de Presidente Prudente, somente Alfredo Marcondes não conta com área de cana-de-açúcar destinada ao processamento industrial. A região, a qual, no ano de 2004, abrigava 125.259 hectares de cana-de-açúcar, passou para 520.138 hectares no ano de 2016, representando um aumento de 315,3%.

Quadro 1 – Pesos atribuídos às classes de uso e cobertura da terra

Classes de uso	Fragilidade
Cobertura arbórea	1 - Muito Fraca
Cobertura herbácea e arbustiva	3 - Média
Cultivo de cana-de-açúcar	4 - forte
Área urbana	3 - Média
Solo exposto	5 - Muito forte

Fonte: UNESP (2017).

O processo de apropriação e ocupação das terras que hoje compõem o município se deu inicialmente através da extração madeireira, depois através da cultura cafeeira e algodoeira, da pecuária e, mais recentemente, do cultivo de cana-de-açúcar em grandes extensões. Presidente Prudente apresenta 72.776 km² recobertos por vegetação arbórea, que equivalem a 12,98% de sua extensão territorial total (IBGE, 2016 apud UNESP, 2017).

As usinas da região pertencem a empresas nacionais e estrangeiras e localizam-se nos municípios de Adamantina, Dracena, Flórida Paulista, Junqueirópolis, Lucélia, Marabá Paulista,

Mirante do Paranapanema, Narandiba, Presidente Prudente, Sandovalina, Santo Anastácio e Teodoro Sampaio. Algumas delas já conseguiram a certificação Bonsucro, que garante que seus processos produtivos são sustentáveis no que se refere aos aspectos ambiental, social e trabalhista.

Os destaques maiores em termos de participação no PIB estão centrados principalmente nas cidades-sedes das regiões de governo, ou seja, Dracena com 0,044081%, Adamantina com 0,050692% e Presidente Prudente com 0,281286%. A economia regional está calcada no setor primário, em que se destacam a produção da cana-de-açúcar e a pecuária (SILVA; SPOSITO, 2011), e, de forma complementar, os cultivos de soja, milho e mandioca e a fruticultura (SEADE, 2011).

Os municípios, em geral, que compõem a região de Presidente Prudente possuem baixa dinâmica econômica e se fazem dependentes da cidade-sede administrativa e, desse modo, as cidades pequenas tendem a se tornar “reféns” de grandes propriedades agrícolas, usinas hidroelétricas e destilarias de álcool como principais fontes de renda e arrecadação.

O proprietário agrícola de pequeno e médio porte não dispõe de recursos necessários para ter acesso às novidades tecnológicas. Constata-se um total desinteresse dos centros de pesquisa em desenvolver trabalhos voltados para os pequenos produtores (FREIRE; BERALDO, 2017).

Nesse contexto, inserem-se os produtores de cana para garapeiros, em que a plantação acontece em torno de 30 hectares de terra e a produção e a colheita da cana são diárias. A variedade plantada deve seguir alguns critérios, como o de ser aceita cortada o ano todo, ser mais robusta e não muito fina. É feito um controle biológico para o ataque de brocas, mas, dependendo do produtor, é preciso só melhorar o solo. O produto é cortado no campo e segue para o beneficiamento da cana em depósitos de propriedade de pequenos agricultores. Nesse local são feitos a limpeza, a raspagem e o descascamento da cana; após esse processo, a cana é levada para a moenda e/ou para os garapeiros da região.

5 CONCLUSÃO

Diante do levantamento realizado, pode-se concluir que a Região Administrativa de Presidente Prudente município apresenta potencial para a implantação de um sistema que apoie os proprietários de serrarias da região na implementação de um núcleo produtor de componentes modulares a partir do volume de resíduos gerados. Como o questionário não foi respondido por parte das 13 empresas solicitadas, não se obtiveram resultados sobre a categorização do porte das serrarias. A matéria-prima utilizada nas duas serrarias selecionadas para esta pesquisa é obtida de terceiros. Dentre as várias formas em que a matéria-prima chega às serrarias, grande parte das indústrias (90,0%) recebe a madeira em forma de toras.

As serrarias do município de Álvares Machado e Rancharia apresentam certas similaridades, bem como diferenças entre si quanto à produtividade, realizando o desdobro das mesmas espécies florestais, porém com estrutura física e produtividade maior uma em relação à outra. As madeiras mais usadas pelas serrarias são a de Pínus e a de Eucalipto.

O principal mercado consumidor de madeira serrada é o mercado das madeireiras. Em termos qualitativos, o resíduo mais gerado pelas serrarias está na forma de pó de serra, enquanto o engenho de serra de fita é o maior produtor quantitativo de resíduos. As pesquisas

que envolvem princípios de sustentabilidade na produção de artefatos pode ter uma enorme contribuição para a comunidade.

REFERÊNCIAS

ABREU, Dióres Santos. **Formação histórica de uma cidade pioneira paulista**: Presidente Prudente. Presidente Prudente, SP: FFCLPP/UNESP, 1972.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14040**: Gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida: princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ERGÜL, Emrah; AYRILMIS, Nadir. Effect of outdoor storage conditions of wood chip pile on the technological properties of wood-based panel. **Biomass and Bioenergy**, [S. l.]: Elsevier BV, v. 61, p. 66-72, Feb. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.11.025>.

FERREIRA, Oswaldo Poffo; ZENID, Geraldo José. **Madeira**: uso sustentável na construção civil. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.

FIORIN, Evandro; HIRAO, Hélio. **Cidades do interior paulista**: patrimônio urbano e arquitetônico. Jundiaí, SP: Paco Editorial; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015.

FREIRE, Wesley Jorge; BERALDO, Antonio Ludovico. **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Campinas, SP: UNICAMP, 2017. 333 p.

HIRAO, Hélio. Paisagem histórica de Presidente Prudente (Vila Goulart e Vila Marcondes): cenário e atmosfera na cidade atual. In: COLÓQUIO IBERO-AMERICANO PAISAGEM CULTURAL PATRIMÔNIO E PROJETO, 4., 2016, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UFMG, 2016. v. 4, p. 1-15.

HIRAO, Hélio *et al.* Abandono, descaracterização e demolição do Patrimônio Ferroviário Industrial de Presidente Prudente-SP e a necessidade do inventário histórico e arquitetônico In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO ARQUITETURA E DOCUMENTAÇÃO, 2., 2011, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UFMG, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População no último Censo**: cidades e estados. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LEITE, José Ferrari. **A Alta Sorocabana e o espaço polarizado de Presidente Prudente**. Presidente Prudente, SP: FFCLPP/UNESP, 1972.

MEDINA, Heloísa Vasconcellos de. **A análise de ciclo de vida aplicada à pesquisa e desenvolvimento de ecomateriais no Brasil**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2005.

MORAES, Sandra Lúcia de *et al.* Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada. **Revista IPT: Tecnologia e Inovação**, v. 1, n. 4, 2017.

SEADE. **Região Administrativa de Presidente Prudente**. 2011. Disponível em: <https://bibliotecadigital.seade.gov.br>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF). **Tipos de empresas processadoras de madeira**. 2018. Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SILVA, Paulo Fernando Jurado da; SPOSITO, Eliseu Savério. Pequenas cidades da região de Presidente Prudente-SP: produção do espaço e redefinições regionais. **Geografia em Atos [Online]**, [S. l.], v. 2, n. 7, jan. 2011. ISSN 1984-1647.

UNESP. **Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente**. Presidente Prudente, SP: UNESP, 2017. Disponível em: <http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/>. Acesso em: 14 jul. 2021.