

**UNIVERSIDADE DE SOROCABA**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO.**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS TECNOLÓGICOS E**  
**AMBIENTAIS**

**Elinelson Pinheiro de Souza**

**PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE MODELO DE NEGÓCIO BASEADO NO**  
**APROVEITAMENTO DE MADEIRA, PROVENIENTE DE RESÍDUOS DE**  
**SERRARIA**

Sorocaba/SP

2025

**Elinelson Pinheiro de Souza**

**PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE MODELO DE NEGÓCIO BASEADO NO  
APROVEITAMENTO DE MADEIRA, PROVENIENTE DE RESÍDUOS DE  
SERRARIA**

Tese apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos Ambientais da Universidade de Sorocaba, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor em Processos Tecnológicos Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves.

Sorocaba/SP

2025

### Ficha Catalográfica

S714p Souza, Elinelson Pinheiro de  
Proposta de criação de modelo de negócio baseado no aproveitamento de madeira, proveniente de resíduos de serraria / Elinelson Pinheiro de Souza. – 2025.

67 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves  
Tese (Doutorado em Processos Tecnológicos e Ambientais) –  
Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2025.

1. Economia circular. 2. Resíduos vegetais. 3. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). 4. Desenvolvimento sustentável. 5. Indústria de reciclagem. 6. Sustentabilidade. I. Gonçalves, Daniel Bertoli, orient. II. Universidade de Sorocaba. III. Título.


**ELINELSON PINHEIRO DE SOUZA**

**PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE MODELO DE NEGÓCIO BASEADO NO  
APROVEITAMENTO DE MADEIRA, PROVENIENTE DE RESÍDUOS DE  
SERRARIA**


Tese aprovada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor(a) em Processos Tecnológicos e Ambientais.

Aprovado em: 05/09/2025.

**BANCA EXAMINADORA:**

Documento assinado digitalmente  
 **DANIEL BERTOLI GONCALVES**  
Data: 05/09/2025 11:38:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves (Orientador)  
Universidade de Sorocaba

Documento assinado digitalmente  
 **VALQUIRIA MIWA HANAI YOSHIDA**  
Data: 09/09/2025 11:10:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Dra. Valquíria Miwa Hanai Yoshida (Titular)  
Universidade de Sorocaba

Documento assinado digitalmente  
 **FELIPE JOSE DE MORAES PEDRAZZI**  
Data: 08/09/2025 08:57:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Felipe José de Moraes Pedrazzi (Titular)  
FazVerde Soluções e Associação Brasileira de Compostagem - AB|Compostagem

**NOBEL PENTEADO DE FREITAS:0673166783**  
Assinado de forma digital por  
NOBEL PENTEADO DE  
FREITAS:06731667838  
8  Dados: 2025.09.09 16:32:06 -03'00'

Prof. Dr. Nobel Penteado de Freitas (Titular)  
Universidade de Sorocaba

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor Daniel Bertoli Gonçalves, pela orientação, compreensão, paciência e ajuda, sempre incentivando e dando apoio na elaboração deste trabalho.

Agradeço também, aos professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos Ambientais da Universidade de Sorocaba - UNISO, bem como, aos amigos de turma, parceiros fundamentais no meu processo de aprendizado, com valiosas trocas de conhecimentos e riqueza nas discussões realizadas.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a elaboração deste trabalho.

## RESUMO

O estado do Pará, localizado na região Norte do Brasil, destaca-se por sua vasta extensão territorial e significativa cobertura vegetal, configurando uma vocação natural para a exploração florestal madeireira. Na Região Metropolitana de Belém, concentra-se um número expressivo de empresas atuantes nas etapas de desdobro e beneficiamento de produtos madeireiros. Contudo, o processo de transformação das toras resulta em elevado volume de resíduos, sendo compostos majoritariamente por aparas (50,4%), costaneiras (33,9%) e serragem (15,7%). Neste contexto, a economia circular emerge como alternativa ao modelo linear tradicional, ao propor o uso eficiente de recursos, a minimização de resíduos e a reinserção de materiais no ciclo produtivo. O presente estudo tem como objetivo propor um modelo de negócio sustentável, baseado nos princípios da economia circular, voltado ao aproveitamento de resíduos madeireiros oriundos de serrarias localizadas na Região Metropolitana de Belém. A pesquisa utilizou a técnica de prototipagem para estruturar e testar o modelo proposto, com foco na viabilidade técnica e econômica da iniciativa. Os resultados demonstram que o modelo apresenta viabilidade econômico-financeira, com margem líquida de 16,64% sobre os custos operacionais. Além de mitigar os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos, a proposta contribui para a redução da exploração de matéria-prima virgem e promove a inclusão produtiva de marceneiros capacitados, ampliando suas oportunidades de renda. A iniciativa está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis), promovendo o desenvolvimento sustentável no contexto regional.

**Palavras-chave:** economia circular; resíduos madeireiros; sustentabilidade; modelo de negócio; aproveitamento de resíduos.

## ABSTRACT

The state of Pará, located in the northern region of Brazil, stands out for its vast territorial extension and significant vegetation cover, configuring a natural vocation for timber forestry exploration. The Metropolitan Region of Belém is home to a significant number of companies operating in the stages of unfolding and processing of timber products. However, the process of transforming logs results in a high volume of waste, composed mainly of shavings (50.4%), ribs (33.9%) and sawdust (15.7%). In this context, a circular economy emerges as an alternative to the traditional linear model, by providing efficient use of resources, minimizing waste and reinserting materials into the production cycle. This study aims to propose a sustainable business model, based on circular economy principles, aimed at the use of wood waste from sawmills located in the Metropolitan Region of Belém. The research used a prototyping technique to structure and test the proposed model, focusing on the technical and economic solutions of the initiative. The results show that the model offers economic and financial options, with a net margin of 16,64% on operating costs. In addition to mitigating the environmental impacts resulting from inadequate waste disposal, the proposal contributes to reducing the exploitation of virgin raw materials and promotes the productive inclusion of trained carpenters, expanding their income opportunities. The initiative is approved for Sustainable Development Goals (SDGs) 8 (Decent Work and Economic Growth) and 12 (Responsible Consumption and Production), promoting sustainable development in the regional context.

**Keywords:** circular economy; wood waste; sustainability; business model; waste utilization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Farinha de mandioca também é farinha gourmetizada. ....	20
Quadro 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS. ....	24
Figura 2 - Pacote de Ripa de Cupiúba . ....	28
Figura 3 - MVP e marca desenvolvidos para o projeto.....	29
Figura 4 - Mapa da Região Metropolitana de Belém.....	31
Figura 5 - Quadrado inscrito na circunferência.....	32
Figura 6 - Aproveitamento de uma tora em uma serraria.....	34
Quadro 2 - Destinação dos resíduos de madeira.....	34
Quadro 3 - Comparação entre três formas de destinação de resíduos de madeira....	35
Figura 7 - Produtos que podem ser feitos a partir de resíduos de serraria. ....	36
Figura 8 - Caçamba carregada de resíduos.....	37
Figura 9 - Moto Carreta.....	37
Tabela 1 - Custos de processamento do Resíduo. ....	38
Quadro 4 - Preços de serviços de processamento de madeira.....	39
Quadro 5 - Principais espécies operacionalizadas e aplicações possíveis.....	41
Figura 10 - Site da empresa EZZA.....	43
Figura 11 - Jogo educativo Jenga Clássico Hasbro... ..	43
Figura 12 - Peças do jogo Jenga .....	45
Tabela 2 - Custo de produção do jogo Jenga.....	46
Tabela 3 - Valores de investimento e retorno do projeto.....	47
Tabela 4 - Custos de produção de Biomassa.....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS

AIMEX	Associação das Indústrias Exportadoras de Madeiras do Estado do Pará
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONFLORESTA	Associação Brasileira de Empresas Concessionárias Florestais
FSC	Forest Stewardship Council (Conselho de Manejo Florestal)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBF	Instituto Brasileiro de Florestas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEFLOR-BIO	Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará
IG	Indicação Geográfica
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
PIB	Produto Interno Bruto
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RMB	Região Metropolitana de Belém
SEDEME	Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia
SEMAS/PA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SIMLAM	Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental
SNC	Sistema de Contas Nacionais

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Objetivos .....	10
1.1.1 Objetivo geral:.....	10
1.1.2 Objetivos Específicos:.....	11
1.2 Estrutura do Trabalho .....	11
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	11
2.1. Economia Circular .....	12
2.2. Gestão de Resíduos Madeireiros .....	16
2.3. Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional.....	17
2.4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).....	23
3 METODOLOGIA .....	27
3.1. Tipo de Pesquisa.....	27
3.2. Delimitação Geográfica .....	27
3.3. Coleta de Dados.....	27
3.4. Análise dos Dados.....	28
3.5. Validação do Modelo Proposto .....	29
4. PANORAMA DA INDÚSTRIA MADEIREIRA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS .....	30
4.1. Características da Indústria Madeireira na Região Metropolitana de Belém .....	30
4.2. Volume e Tipos de Resíduos Gerados .....	32
4.3. Métodos de Destinação Atual dos Resíduos .....	34
5. PROPOSTA DE MODELO DE NEGÓCIO BASEADO NA ECONOMIA CIRCULAR .....	36
5.1. Identificação de Oportunidades de Reaproveitamento dos Resíduos.....	36
5.2. Sistemática de Aproveitamento dos Resíduos.....	36
5.3. Viabilidade Econômica e Técnica .....	40
5.4. Alinhamento com a Sustentabilidade.....	48
6. IMPACTOS E BENEFÍCIOS DO MODELO PROPOSTO .....	49
6.1. Impacto Econômico.....	49
6.2. Impacto Social.....	50
6.3. Impacto Ambiental.....	50
6.4. Potencial de Expansão e Escalabilidade .....	51
5 CONCLUSÃO .....	52
REFERÊNCIAS .....	54

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o problema dos resíduos industriais, em especial na indústria madeireira, representa um desafio significativo para o desenvolvimento sustentável. No estado do Pará, por exemplo, a indústria madeireira, embora relevante para a economia, com uma contribuição de 0,9% do PIB estadual, gera uma quantidade expressiva de resíduos devido ao baixo aproveitamento das toras de madeira durante o processo produtivo (Confederação Nacional da Indústria, 2025). Esses resíduos, se não forem devidamente gerenciados, podem acarretar sérios impactos ambientais.

Segundo Hillig, Schneider e Pavoni (2009), o elevado volume de resíduos de madeira representa uma perda significativa de oportunidades para a indústria, considerando as diversas possibilidades de aproveitamento. Kozak *et al.* (2008) ressaltam que conhecer a quantidade, a qualidade e as potencialidades de uso dos resíduos de madeira podem gerar alternativas viáveis para sua utilização. Estudos como o de Nascimento, Dutra e Numazawa (2006) apontam que os resíduos provenientes da transformação de toras de madeira se dividem em: 50,4% de aparas, 33,9% de costaneiras e 15,7% de serragem.

A valorização desses resíduos madeireiros é uma estratégia fundamental para promover renda, sustentabilidade e a criação de novos negócios, alinhando-se diretamente a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), tais como o ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis). Segundo Freitas *et al.* (2024), ao aproveitar esses resíduos, é possível fomentar cadeias produtivas sustentáveis, que não apenas evitam o desperdício, mas também geram oportunidades de emprego e renda nas comunidades locais. A estruturação de negócios que utilizem esses resíduos contribui para um modelo econômico mais circular, reduzindo o impacto ambiental e promovendo o uso responsável dos recursos naturais.

Diversas pesquisas já abordaram o reaproveitamento de resíduos madeireiros, com foco na fabricação de pequenos artefatos, geração de energia e valorização desses materiais. Destacam-se os estudos de Cabreira (2011), Bispo (2017), Amaral (2018), Donato e Takenaka (2016), Da Silva Ribeiro *et al.* (2019) e Passini *et al.* (2019), que investigam desde a produção de brinquedos e objetos artesanais até a geração de energia via briquetes. Contudo, essas pesquisas não focam a criação de negócios

que garantam uma cadeia de valor contínua e sustentável para o uso desses materiais.

O presente estudo buscou superar essa lacuna ao propor a sistematização de procedimentos para o aproveitamento de resíduos provenientes de serrarias, com foco na confecção de utensílios de madeira voltados a um mercado já existente e diversificado na Região Metropolitana de Belém. Sob a ótica da economia circular, conforme os modelos propostos por MacArthur (2017) e Leitão (2015), tal proposta visa não apenas reduzir o desperdício e os impactos ambientais, mas também reintegrar materiais ao ciclo produtivo, promovendo a criação de valor ambiental, social e econômico.

A hipótese que orientou esta pesquisa foi que a implementação de um modelo de negócio com base nos princípios da economia circular, centrado no aproveitamento de resíduos de madeira, foi economicamente viável e capaz de contribuir para o desenvolvimento sustentável local, por meio da geração de emprego e renda, da redução do uso de recursos naturais e da estruturação de uma cadeia de valor contínua e escalável.

Para isso, este estudo aplicou uma abordagem metodológica fundamentada em prototipagem de negócios sustentáveis, buscando validar o modelo proposto em termos técnicos, econômicos e sociais.

## **1.1 Objetivos**

A seguir, são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos elaborados para a pesquisa.

### **1.1.1 Objetivo geral**

Desenvolver e propor um modelo de negócio sustentável, fundamentado na economia circular, para o aproveitamento de resíduos madeireiros na Região Metropolitana de Belém, com foco na produção de utensílios de madeira e geração de emprego e renda.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- I. Avaliar o panorama atual da indústria madeireira na Região Metropolitana de Belém, identificando os tipos, volumes e formas de destinação dos resíduos gerados pelas serrarias.
- II. Avaliar as potencialidades de reaproveitamento dos resíduos madeireiros para a produção de utensílios de madeira, considerando os aspectos técnicos, econômicos e ambientais do processo.
- III. Sistematizar procedimentos e práticas para o reaproveitamento eficiente dos resíduos madeireiros, visando sua reintegração ao ciclo produtivo em conformidade com os princípios da economia circular.
- IV. Desenvolver e aplicar um protótipo de modelo de negócio, com o objetivo de validar os procedimentos sistematizados para o reaproveitamento dos resíduos madeireiros, avaliando sua viabilidade prática.

### 1.2 Estrutura do Trabalho

Além desta introdução, o presente trabalho está estruturado em mais sete seções. Na **Seção 2**, é apresentada a Revisão de Literatura, abordando conceitos fundamentais como economia circular, sustentabilidade e as práticas de aproveitamento de resíduos madeireiros, além de uma análise sobre a geração de valor a partir desses resíduos. Na **Seção 3**, é apresentada a Metodologia, descrevendo o método de pesquisa adotado, a delimitação geográfica, as fontes de dados e as etapas para a coleta e análise dos dados. A **Seção 4**, apresenta uma caracterização da região metropolitana de Belém destacando as indústrias madeireiras locais e os desafios específicos de sustentabilidade enfrentados na área de estudo.

As **Seções 5 e 6** são dedicadas à apresentação dos resultados do estudo. Na **Seção 5**, é detalhado o Modelo de Negócio Proposto, com foco na sistematização do aproveitamento dos resíduos madeireiros, integrando os princípios da economia circular. Em seguida, a **Seção 6** apresenta a Análise e Discussão dos Resultados, explorando a viabilidade econômica, os benefícios ambientais e sociais, e os desafios de implementação do modelo proposto.

Na **Seção 7**, são apontadas as Conclusões e as implicações da pesquisa para a promoção do desenvolvimento sustentável local, além de possíveis desdobramentos futuros. Finalmente, a **Seção 8** traz as Referências Bibliográficas, listando as obras e autores consultados e citados ao longo do trabalho.

## **2 REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Economia Circular**

A economia circular não tem sua origem a partir de um único autor ou fato histórico, mas sim de influências interdisciplinaridade, tais como os estudos de Boulding (2013) que traz entre seus postulados a necessidade de sistemas econômicos respeitarem as limitações do planeta e dos autores Stahel e Reday (1976) que destacam a necessidade de prolongar a vida útil de produtos e materiais a fim de reduzir resíduos, otimizar recursos e criar empregos. Os autores, ainda, destacam que a transição do modelo econômico linear para o modelo circular é essencial para alcançar a sustentabilidade e preservar recursos naturais, eles ainda focam em manter produtos e materiais em uso pelo maior tempo possível, reduzindo desperdícios e promovendo a reutilização e reciclagem.

Nesse sentido, segundo Sehnem e Pereira (2019), a economia circular surgiu como uma forma de contrapor a economia linear existente, ou seja, algo que pudesse trazer uma solução ao uso de recursos naturais para a produção de produtos utilizando-os após o uso e não os descartando como no método tradicional. O termo “economia circular” teve seu prelúdio em 1989, a partir dos estudos de Pearce e Turner (1989), que abordaram a relação entre economia e meio ambiente sob uma perspectiva de uso sustentável dos recursos naturais.

Apesar de o conceito de economia circular ter iniciado em 1989, foi somente no ano de 1992, mais precisamente na Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente, RIO-92, realizada no estado do Rio de Janeiro, Brasil, de acordo com Pereira e Gomes (2017), que o 4R's da sustentabilidade foi inicialmente usado, sendo esses os pilares da economia circular, pois preconizam as seguintes ações para os resíduos: Repensar, Reduzir, Reutilizar, Reciclar. Ou seja, deve-se repensar a forma como se produz, de modo a reduzir a poluição e geração de resíduos, por meio da reutilização e ou reciclagem dos resíduos de modo a aumentar a vida útil da matéria-prima original.

Corroborando com a ideia de uso prolongado dos produtos os autores McDonough e Braungart (2010) apresentam um modelo de design sustentável, propondo uma transição de um sistema de "berço ao túmulo" para um ciclo contínuo de "berço ao berço", ou seja, um design de produtos para que todos os materiais utilizados possam ser reaproveitados continuamente, sem perda de qualidade.

Segundo o World Economic Forum, a Ellen MacArthur Foundation e a McKinsey & Company (2016), é necessário promover o conceito de economia circular aos resíduos plásticos, ou seja, repensar o modelo de descarte desses produtos. Ainda segundo World Economic Forum, a Ellen MacArthur Foundation e a McKinsey & Company (2016), muitos estudos só apresentam os problemas, não apresentam oportunidades reais, existentes com a adoção da economia circular, para uma redução dos resíduos plásticos e consequente melhoria da eficiência econômica.

Considerando sua interdisciplinaridade, são diversos os conceitos para economia circular, Leitão (2015) estabelece a economia circular como sendo uma fonte de inovação, que visa reduzir a utilização de recursos naturais, com a diminuição dos desperdícios e o reaproveitamento dos resíduos, enquanto MacArthur (2017), definem a economia circular como a eliminação dos desperdícios na cadeia industrial e que tem como resultado a economia dos custos de produção e a diminuição do uso de recursos naturais.

Apesar dos diversos conceitos, em todos é possível verificar sua importância e necessidade, segundo Macarthur (2017) a transição de uma economia linear para uma economia circular é essencial para enfrentar desafios globais como mudanças climáticas, perda de biodiversidade, resíduos e poluição. A autora defende que o modelo linear, baseado em "extrair, produzir e descartar", é insustentável, pois depende de recursos finitos e gera desperdício. Em contraste, a economia circular propõe eliminar resíduos desde o início, circular produtos e materiais no seu valor mais alto e regenerar a natureza.

Ainda segundo Macarthur (2017) a economia circular seria um dos rumos a serem seguidos para o enfrentamento da crise da economia linear, baseada na produção-consumo-descarte, uma vez que o modelo circular associa o crescimento econômico através da administração de estoques finitos e não renováveis dos recursos naturais mediante a otimização deles. Nesse contexto várias oportunidades em relação a economia circular são verificadas no Brasil, entre elas

pode-se citar: setor eletroeletrônico, através da inserção de novos serviços e da recuperação dos materiais; na área da construção civil, mediante a redução dos resíduos gerados; na indústria têxtil, por meio da utilização de novos materiais e pela introdução de cadeias circulares de valor; por meio do plástico, com oportunidades de reuso, redução e recuperação. (Macarthur, 2017).

Para Stahel (1976 apud Hériz, 2018) um dos pontos fortes da economia circular e a proposição de novos tipos de serviços. Ainda segundo o autor deve-se ter como base, para esses novos serviços, a inovação, sendo que através da estimulação das economias regionais ao desenvolvimento de modelos de negócios baseados na reutilização e ampliação do ciclo de vida dos bens, haverá geração de emprego e renda locais, aumentando a conservação de recursos naturais e a minimizando a geração de resíduos. Em seus estudos, mais atuais, Stahel (2019) apresenta uma visão prática e estratégica sobre como implementar a economia circular em diferentes setores. Segundo que o modelo de economia circular em níveis industriais serve para reconstruir capital financeiro, manufaturado, humano, social e natural.

Segundo Sehnem e Pereira (2019), com o passar dos anos as pesquisas sobre economia circular é sua importância só tem crescido, sendo que atualmente são diversos os autores responsáveis por pesquisas na área, entretanto a interseção entre duas pesquisas bibliométricas, uma realizada na base de dados Scopus e Science Direct, pelos autores do artigo “Economia Circular: Conceitos e Contribuições na Gestão de Resíduos Urbanos”, publicado em 2020 e outra realizada na base de dados da Web of Science, pelos autores do artigo: “Economia Circular e resíduos: uma análise bibliométrica da produção científica mundial”, publicada em 2024, apresentam dois autores como aqueles que mais se destacam na produção de publicações sobre a temática da economia circular, em primeiro lugar aparece o autor Yong Geng (19/19 publicações) e em segundo lugar Mari Lundström (13/19 publicações).

Segundo Oliveira *et al.*(2020), o autor Yong Geng foca economia circular dentro do aproveitamento dos resíduos de construção. Já os estudos de Mari Lundström focam no aspecto da redução de resíduos por meio de processos químicos. Diante disso é possível inferir que uma vez que existem várias formas de aproveitar os resíduos de maneira sustentável e eficiente, temos que o seu aproveitamento depende do tipo de resíduo gerado.

Zago e Barros (2019) afirmaram que resíduos orgânicos, como restos de alimentos e poda de árvores, podem ser transformados em adubo natural através da compostagem. Além disso, o uso de biodigestores permite produzir biogás para gerar energia elétrica e substrato para adubo.

Sales (2020) reiterou que os resíduos de papel, vidro, plástico e metal poderiam ser reciclados e transformados em novos produtos ou matérias-primas, economizando recursos naturais e energia. Um exemplo incluía a reutilização de recipientes de vidro para outras finalidades.

Segundo Itô (2014), também é possível, dependendo do tipo de resíduo, usá-lo para a produção de energia, a partir de processos como a incineração de resíduos sólidos urbanos para produzir eletricidade. Para objetos em bom estado, tais como roupas, móveis e eletrônicos e possível fazer revenda, nesse caso, da revenda, isso propicia ao vendedor uma renda extra e ao mesmo tempo auxilia a pessoa que compra o bem, uma vez que o adquire por um valor menor que o de mercado.

As práticas não só ajudam a reduzir a quantidade de resíduos, mas também promovem uma economia mais circular e sustentável. O presente trabalho apresenta a proposta de aproveitamento de resíduos de serraria, sendo esse um excelente exemplo de economia circular, pois transforma resíduos em recursos valiosos para outras etapas da cadeia produtiva, reduzindo desperdícios e promovendo sustentabilidade. Nesse sentido a proposta contida nesse trabalho apresenta a redução de resíduos, a eficiência de recursos e a criação de valor econômico sobre o que ia ser descartado como o cerne da pesquisa, contribuindo assim com a economia circular do resíduo de madeira.

A caracterização fica evidente uma vez que ao invés de descartar as sobras de madeira, elas serão aproveitadas em novos produtos, maximizando o uso de recursos naturais já extraídos, prolongando a vida útil da madeira e diminuindo a pressão sobre florestas, por fim serão produzidos novos produtos com valor econômico, criando, assim, oportunidades econômicas para negócios e comunidades locais. Ressalta-se que o aproveitamento desses resíduos também fomenta o uso de tecnologias limpas e práticas de manejo sustentável, contribuindo para uma produção responsável e equilibrada com o meio ambiente.

## 2.2. Gestão de Resíduos Madeireiros

Segundo Fontes (1994), resíduo é tudo aquilo que sobra de um processo de produção industrial ou exploração florestal. No Brasil, segundo a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para uma gestão adequada dos resíduos, além de definir as responsabilidades dos geradores, incluindo aqueles gerados por empresas do setor madeireiro. Apesar de ter sido instituída em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, foi somente em 2022, por meio do Decreto nº 10.936/2022, que houve o detalhamento das responsabilidades dos geradores de resíduos e do poder público na gestão integrada e no gerenciamento ambiental adequado dos resíduos.

A gestão de resíduos sólidos segue uma hierarquia que prioriza ações de menor impacto ambiental e maior eficiência socioeconômica. No topo está a não geração, seguida pela redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, a disposição final. A proposta da tese se insere de forma estratégica nessa hierarquia ao promover o reaproveitamento de madeira nativa e a inclusão produtiva de marceneiros, evitando que resíduos valiosos sejam descartados e estimulando práticas circulares que geram renda e reduzem desigualdades.

No âmbito de resíduos madeireiros, dados do Serviço Florestal Brasileiro (2013), mostram que o baixo rendimento operacional no processo de operacionalização de árvores no manejo associado ao processamento primário são os grandes responsáveis pelo elevado índice de resíduos gerados pela atividade madeireira, o primeiro gerando resíduos na floresta e o segundo resíduos na indústria.

De acordo com Hummel (2010), o processamento da madeira nativa, em indústrias da região norte do Brasil chega a perdas de 59%, caracterizado principalmente por um processamento primário, serrarias, com baixa tecnologia e baixo índice de aproveitamento da madeira principalmente das aparas e costaneiras.

As pesquisas de Cabreira (2011), Donato e Takenaka (2016), Bispo (2017), Amaral (2018), Da Silva Ribeiro *et al.*(2019) e Passini *et al.*(2019) abordam o aproveitamento de resíduos madeireiros.

A pesquisa de Cabreira (2011), apresenta o aproveitamento de resíduos de serraria, como a serragem e maravalha para a geração de energia, geração de briquetes e pellets, cama de aviário e fabricação de painéis aglomerados, as

costaneiras para a geração de energia, fabricação de pequenos objetos de madeira e o cavaco e a casca somente para a geração de energia. Na pesquisa de Donato e Takenaka (2016), é proposto o aproveitamento dos resíduos na produção de briquetes para a geração de energia.

Em sua pesquisa Bispo (2017) explora o aproveitamento de resíduos de madeira provenientes da poda e a supressão de áreas urbanas, trazendo a possibilidade de uso dos resíduos para a fabricação de brinquedos de madeiras.

Amaral (2018) propõe a utilização dos resíduos em movelarias para a fabricação de pequenos objetos artesanais, a pesquisa de Da Silva Ribeiro *et al.* (2019) apresenta a existência de viabilidade da utilização de resíduos florestais para a produção de madeira serrada, entretanto os equipamentos utilizados para a “extração” dos resíduos é o mesmo utilizado para exploração florestal madeireira o que acaba gerando custo similar ao da exploração florestal.

Passini *et al.* (2019) estabelece as seguintes destinações para os resíduos produzidos em uma serraria, serragem e maravalha podem ser comercializados como substrato em instalações para animais, as costaneiras podem ser comercializadas para a geração de energia e produção de venezianas e móveis rústicos, os refilos podem ser usados para a produção de janelas e as cascas serem comercializadas para a geração de energia, tratamento paisagístico e uso como substrato de solo.

Diante do exposto é possível verificar que os estudos existentes apresentam a possibilidade de uso dos resíduos de madeira de diversas origens, sejam de áreas urbanas, florestas e/ou serrarias dentre outras atividades para a fabricação de pequenos objetos de madeira, entretanto não apresentam o como fazer, sendo essa a proposta do presente trabalho.

Apesar da existência de pesquisas sobre a temática, um dos pontos ainda muito discutidos é quanto as tecnologias e métodos utilizados, segundo Vaz Junior (2020), existem várias tecnologias e métodos para aproveitamento de resíduos de madeira, tais como: briquetagem e pellets que utilizam-se de sistema de compactação mecânica, através da utilização de máquinas, que servem para a compactação da serragem e/ou cavacos de madeira, painéis aglomerados e/ou composto de madeira plástica que são produzidos através de sistemas de prensagem da madeira com resinas adesivas, também através da utilização de máquinas, sistema de produção de celulose e biocombustíveis através de processos físico-químicos com a utilização de maquinários específicos.

Ainda segundo Vaz Junior (2020), tem-se as atividades de aproveitamento que podem ser consideradas mais simples do ponto de vista de operacionalização e de custo de implantação, haja vista que todos os processos anteriormente comentados exigem investimentos em maquinários, essas atividades são a produção de carvão vegetal, extrato pirolenhoso e adubo orgânico mediante o processo de carbonização dos resíduos da madeira, por meio da utilização de fornos de diversos tipos para a realização da atividade e a operacionalização dos resíduos para fabricação de artefatos de madeira, sendo que essa atividade apesar do uso de maquinários não se caracteriza por serem máquinas de alta complexidade, por tanto, não caracterizam-se por um alto investimento.

De acordo com Vaz Junior (2020), existem tecnologias para o aproveitamento do resíduo de madeira de forma excepcional, tal como o seu aproveitamento em conjunto com resina adesivas, sendo que essas resinas adesivas podem ser substituídas pelo Polietileno Tereftalato ou simplesmente PET que é o material plástico transparente do qual são feitas as garrafas plásticas, já existe um vasto campo de utilização desse material, também conhecido como madeira plástica ou Wood Plastic Composite – WPC, entretanto como falado anteriormente o maquinário para tal processamento ainda necessita de alto investimento o que inviabiliza alguns projetos para aproveitamento dos resíduos para essa finalidade.

Outro ponto importante a ser destacado trata-se de um estudo da Embrapa (2023), no qual menciona que a madeira é composta por cerca de 50% de carbono, o que significa que produtos florestais, como móveis ou tábuas, armazenam carbono retirado da atmosfera pelas árvores. A quantidade de carbono retida é variável em função da espécie da madeira, ainda segundo o estudo, em média, 1 metro cúbico de madeira, armazena cerca de 250 a 500 kg de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Vale destacar que no Brasil, segundo dados de CredCarbo (2025), o valor médio por tonelada de crédito de carbono varia de U\$ 5,00 à U\$ 20,00 dependendo do tipo do projeto, nesse sentido é importante que projetos de aproveitamento de resíduos façam a projeção do possível valor que pode ser arrecadado com a madeira aproveitada em face a retenção de carbono.

A obtenção de créditos de carbono pode ser viabilizada por meio de projetos certificados que comprovem a redução ou remoção de emissões de gases de efeito estufa. No contexto da proposta, o reaproveitamento de madeira e a redução de resíduos evitam emissões associadas ao desmatamento e à decomposição de

biomassa. Para acessar esse mercado, é necessário estruturar metodologias de mensuração, verificação e validação, além de buscar certificações reconhecidas, como as do Verified Carbon Standard (VCS) ou Gold Standard, ampliando o potencial econômico e ambiental da iniciativa.

### **2.3. Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional**

O economista francês François Perroux em sua obra *Les Espaces Économiques* (1950), apresenta a teoria dos polos de crescimento, sendo esse trabalho considerado um marco na economia regional e no estudo do desenvolvimento econômico. Segundo Perroux (1950), o desenvolvimento econômico não ocorre de maneira uniforme em todas as regiões, mas sim de forma concentrada em determinados "polos". Esses polos são caracterizados pela presença de indústrias ou atividades econômicas, que exercem um efeito multiplicador sobre as regiões adjacentes, promovendo o crescimento econômico ao seu redor.

Perroux (1950), ainda, argumentava que esses polos de crescimento são impulsionados por empresas ou setores líderes, que possuem maior capacidade de inovação e competitividade. A interação entre essas empresas e o restante da economia regional cria um processo de polarização, onde os benefícios do crescimento se espalham gradualmente para outras áreas. Além de sua teoria dos polos de crescimento, o autor defendia que o progresso econômico deveria respeitar as características locais e promover a coesão interna das economias, reduzindo a dependência de influências externas.

Em sua obra *Uma Política de Desenvolvimento Econômico para o Nordeste* (1959) o economista brasileiro Celso Furtado, apresenta a temática do desenvolvimento regional no país, especialmente no contexto do Nordeste, e a relação com desigualdades econômicas e sociais. Furtado (1959) estabelece que no Brasil, o desenvolvimento regional é analisado sob uma perspectiva teórica que busca equilibrar o crescimento econômico com a preservação ambiental e a inclusão social. Ainda segundo Furtado (1959) essa abordagem é essencial em um país de dimensões continentais, marcado por desigualdades regionais significativas e uma rica biodiversidade.

Segundo a Embrapa e SEDAP (2016), no estado do Pará, existe o Programa de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Açaí (PRÓ-AÇAÍ), que é um programa

desenvolvido pelo governo do estado do Pará para a o desenvolvimento da cadeia produtiva do açaí, sendo que do açaí além da extração da polpa para a produção de sucos, cosméticos e produtos para área fitness é possível a utilização de seus subprodutos, sendo um dos exemplos mais comuns a produção de carvão ecológico a partir da carbonização do resíduo do seu caroço.

Outro item que vem tendo grande destaque é a mandioca, que além de fazer parte da cultura alimentar do estado do Pará, configura-se como uma atividade econômica importante, sendo, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2024), o Pará é o estado líder na produção de mandioca no Brasil, sendo que a partir da mandioca são produzidos a farinha que deixou de ser um produto popular é agora também é gourmet, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Farinha de mandioca também é farinha gourmetizada



Fonte: Manioca. Disponível em: <https://maniocabrasil.com.br/farofas/>. Acesso em: 24 set. 2024.

A gourmetização da mandioca garante ao produto maior valor agregado, uma vez que se associa com diversos outros produtos. No processamento da mandioca também são extraídos o Tucupi, a goma de tapioca que ganhou fama por ser um produto livre de glúten sendo assim amplamente utilizada pela comunidade que tem na alimentação saudável um modo de vida é por fim o polvilho de mandioca que é muito usado na área alimentícia.

Um ponto a ser ressaltado e que a farinha produzida no Pará, mais precisamente no município de Bragança, tem Indicação Geográfica (IG), já

reconhecidos pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) o que garante ao produto um padrão de qualidade e autenticidade.

Os dois modelos de negócios apresentados não apenas promovem a sustentabilidade ambiental, mas também fortalecem a economia local e melhoram a qualidade de vida das comunidades envolvidas, uma vez que se utilizam de conhecimentos tradicionais para o seu manejo.

Vale ressaltar que o estado do Pará apresenta uma atividade mineral bastante diversificada com grande importância para a economia local e nacional, principalmente, em termos de geração de empregos. Nesse sentido, considerando que o presente trabalho tem entre seus objetivos a investigação de potencialidades de aproveitamento dos resíduos madeireiros e que a indústria madeireira no estado do Pará tem grande relevância na economia interna, deve-se destacar a existência da Lei Ordinária nº 6.958, de 3 de abril de 2007, que estabelece que madeiras extraídas de áreas licenciadas à exploração de jazidas, minas ou outros depósitos minerais, dentro do território paraense, devem ser destinadas, para dentre outras ações a construção de casas populares do estado, importante destacar que em uma casa são necessários, além de eletrodomésticos utensílios de madeira, tais como gaveteiros, mesas e cadeiras, sendo estes últimos possíveis de serem feitos a partir dos resíduos gerados no processamento das toras de áreas de exploração mineral (PARÁ, 2007).

Ainda de acordo com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia (SEDEME) o estado do Pará foi o maior gerador da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) em 2020, com R\$ 3,1 bilhões, sendo o minério de ferro responsável por 85,77% de toda a arrecadação estadual (Pará, 2020).

Um ponto a ser avaliado e que para realizar a mineração, geralmente é necessário fazer a supressão vegetal, sendo que a supressão vegetal envolve a remoção de toda a vegetação e resíduos na área delimitada para a implantação do empreendimento mineral. É importante notar que a supressão vegetal deve ser realizada de acordo com as normas legais vigentes, isso inclui a realização de um estudo da área, a análise dos estágios da mata, e a obtenção de uma autorização para a supressão. Segundo a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que institui o novo Código Florestal Brasileiro, qualquer supressão de vegetação nativa deve estar amparada por ente normativo (Brasil, 2012).

Após a supressão, é necessário realizar a compensação ambiental para devolver o equilíbrio ecológico do local onde será estabelecido o empreendimento. Portanto, a mineração e a supressão vegetal devem ser realizadas de maneira responsável, visando minimizar os impactos ambientais.

Diante do exposto e considerando que o produto gerado pela supressão vegetal em áreas de exploração mineral não são o objeto dos projetos minerais, foi criado pelo governo do estado do Pará a Lei Ordinária nº 6.958, de 3 de abril de 2007. Essa Lei destina as madeiras extraídas de áreas licenciadas à exploração de jazidas, minas ou outros depósitos minerais, as submersas por águas de lagos de contenção e barragens de hidrelétricas, dentro do território paraense, para dentre outras ações a construção de casas populares (Pará, 2007).

De acordo com a Fundação João Pinheiro (2021), com base nas informações do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), o Pará possui cerca de 796 mil famílias em déficit habitacional, ou seja, que precisam de um lar adequado ou que estão sem ele. Esse número corresponde a 13,55% do total do país, dando ao estado o título de quinta unidade federativa no ranking com mais problemas, vale destacar que os índices podem ser muito maiores, após a crise gerada pela pandemia e o censo estar desatualizado.

Ainda de acordo com a Fundação João Pinheiro (2021), o déficit habitacional é a falta de moradia e ele pode ser caracterizado de duas formas: relativo - quando o problema pode ser resolvido com uma reforma ou títulos de terras - e absoluto - exemplificado por super adensamento (como: quatro pessoas dormindo em cada cômodo), construção inadequada e falta de estruturas.

Segundo dados da Fundação João Pinheiro (2021), na zona rural, é comum que esse perfil seja observado em moradias improvisadas, decaídas e precárias. Já na área urbana, o padrão se dá pela concentração de uma ou mais famílias dividindo um mesmo espaço. Os problemas de lares dignos, que correspondem aos critérios de domicílios sem condição de receber habitação e com elevado custo de aluguel, são históricos e refletem ainda hoje na sociedade. Além disso, pobreza, disputas agrárias, concentração de terras e alta demanda de ocupações informais - construção de favelas - são fatores que dão destaque à região quando o assunto é déficit habitacional.

Dessa forma entende-se pertinente a necessidade da construção de casas populares para o atendimento da necessidade existente. Aliado a isso temos o volume

de madeira suprimida em projetos minerais que pode variar significativamente dependendo do tamanho e da localização do projeto. De acordo com o artigo *A Supressão Vegetal Autorizada de Grandes Empreendimentos na Amazônia* (Mata Nativa, 2025) o aproveitamento do material vegetal suprimido em grandes projetos, tem sido baixo em comparação com o volume total autorizado para aproveitamento. Isso sugere que a gestão da madeira suprimida é um desafio significativo em projetos minerais.

Paralelo a isso, segundo dados do Hummel *et al.* (2010), o estado do Pará possui 24 pólos processadores de madeira distribuídos em cinco zonas madeireiras referidas como sul, leste, central, oeste e estuário. Ainda segundo o instituto é importante reconhecer o papel do Governo Estadual, cuja função é assegurar a integridade do patrimônio florestal e evitar a competição regulatória entre as regiões madeireiras, logo seria interessante a operacionalização desse tipo de madeira de supressão de área mineral pelas empresas já instaladas no estado de modo a garantir a perenidade da indústria paraense bem como a manutenção de empregos locais.

#### **2.4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**

Segundo United Nations (2025), os ODS têm origem na trajetória global de busca por um desenvolvimento equilibrado e inclusivo, eles surgiram como resultado de décadas de esforços internacionais voltados para enfrentar os desafios econômicos, sociais e ambientais de forma integrada. Sua essência está em promover um modelo de desenvolvimento que respeite os limites do planeta e garanta o bem-estar das gerações presentes e futuras.





A Conferência de Estocolmo de 1972 foi o passo inicial nas discussões globais sobre meio ambiente e desenvolvimento (United Nations, 1972). Logo após em 1987 foi emitido o Relatório Brundtland que introduziu o conceito de desenvolvimento sustentável, definido como "aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras", já em 1992 com a Cúpula da Terra, realizada no Rio de Janeiro, houve a proposição da Agenda 21, que constituía-se em um plano de ação global para o desenvolvimento sustentável, em setembro de 2000 durante a Cúpula do Milênio das Nações Unidas, realizada na sede da ONU em Nova York foram propostos os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Por fim, em setembro de 2015, durante a Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável,

os ODS foram oficialmente adotados como parte da Agenda 2030. Segundo United Nations (2025), os ODS foram criados como uma evolução dos ODM, mas com maior abrangência, incluindo aspectos ambientais, econômicos e sociais de forma integrada.




Segundo United Nations (2025), os ODS são compostos por 17 objetivos e 169 metas que visam erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir paz e prosperidade para todos, ao buscar soluções colaborativas, os ODS destacam que todos os países, independentemente de seu nível de desenvolvimento, têm um papel a desempenhar. Eles também reconhecem a interdependência entre as dimensões econômica, social e ambiental, exigindo esforços integrados para criar um futuro mais equilibrado e sustentável.

Considerando que os ODS são uma forma de acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima garantindo que as pessoas possam ter melhores condições de vida e que eles são interligados, refletindo a necessidade de uma abordagem integrada para resolver os desafios globais, são constituídos conforme o Quadro 1, abaixo:

Quadro 1: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS.

ODS	Imagem	Descrição	Objetivo
01		Erradicação da pobreza	Acabar com a pobreza em todas as suas formas e em todos os lugares.
02		Fome zero e agricultura sustentável	Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição, promovendo a agricultura sustentável.
03		Saúde e bem-estar	Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
04		Educação de qualidade:	Garantir educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida.

05	 5 IGUALDADE DE GÊNERO	Igualdade de gênero	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
06	 6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO	Água potável e saneamento	Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.
07	 7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL	Energia limpa e acessível	Garantir acesso a fontes de energia confiáveis, sustentáveis e modernas para todos.
08	 8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO	Trabalho decente e crescimento econômico	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, e o emprego pleno e produtivo.
09	 9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA	Indústria, inovação e infraestrutura	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
10	 10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES	Redução das desigualdades:	Reduzir as desigualdades dentro dos países e entre eles.
11	 11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS	Cidades e comunidades sustentáveis	Tornar cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.
12	 12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS	Consumo e produção responsáveis	Assegurar padrões de consumo e de produção sustentáveis.
13	 13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA	Ação contra a mudança global do clima	Tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos.
14	 14 VIDA NA ÁGUA	Vida na água	Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos.

15		Vida terrestre	Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, combater a desertificação e deter a perda de biodiversidade.
16		Paz, justiça e instituições eficazes	Promover sociedades pacíficas e inclusivas, proporcionar acesso à justiça e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas.
17		Parcerias e meios de implementação	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

Fonte: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

O presente trabalho teve por finalidade o desenvolvimento de um modelo de negócio para aproveitamento de resíduos de madeira provenientes de serrarias, tem-se que este trabalho se configura como uma ação que visa contribuir aos ODS. 8 e ODS. 12.

No ODS. 8 que trata sobre o Trabalho Decente e Crescimento Econômico, uma vez que por meio do projeto é possível a geração de empregos voltados a jovens das regiões onde as serrarias geradoras de resíduos estão implantadas, paralelo a isso o projeto está em consonância a meta 8.3 do ODS. 8, pois propõe o apoio a uma atividade produtiva inovadora e que pode ser realizada por meio de micro, pequenas e médias empresas. Segundo Colussi (2019) o ODS. 8, em especial a meta 8.8, que busca a proteção dos direitos trabalhistas, deixa claro que a defesa dos direitos do trabalhador não é importante tão somente aos trabalhadores, mas sim à sociedade como um todo, afinal, é nela que são refletidos os efeitos de sua efetividade.

Já com relação ao ODS. 12 que versa sobre Consumo e Produção Responsáveis tem-se que como o projeto prevê a utilização de resíduos para a produção de artefatos de madeira, ele está em consonância com a meta 12.5 que estabelece a redução de resíduos por meio da redução, reciclagem e reuso dos mesmos. Nesse sentido Franzolin (2020) comenta ser possível que se tenha um direito do consumidor mais verde, em busca do consumo sustentável decorrentes de práticas mais sustentáveis.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1. Tipo de Pesquisa**

Esta pesquisa caracteriza-se como mista, integrando abordagens qualitativa e quantitativa, com natureza exploratória e aplicada. A abordagem qualitativa foi utilizada na análise documental e na construção do modelo de negócio, enquanto a abordagem quantitativa foi empregada na etapa de validação econômica do protótipo. A pesquisa é considerada aplicada, pois busca a solução prática para um problema real ao propor e testar um modelo de reaproveitamento de resíduos madeireiros. Além disso, possui carácter exploratório ao investigar um campo ainda pouco abordado: o aproveitamento econômico de resíduos de serrarias na forma de utensílios de madeira.

### **3.2. Delimitação Geográfica**

O estudo foi conduzido na Região Metropolitana de Belém (RMB), no estado do Pará, que abrange os municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara, Santa Izabel, Castanhal e Barcarena. Para a etapa de prototipagem, foi estabelecida parceria com a empresa Laminados de Madeiras do Pará Ltda (LAMAPA), localizada em Ananindeua. A empresa foi escolhida por integrar verticalmente os processos da cadeia madeireira, incluindo desdobro, usinagem e acabamento, e por manter certificação FSC®, o que assegura o compromisso com práticas sustentáveis.

### **3.3. Coleta de Dados**

A coleta de dados foi estruturada em duas frentes:

a) Fontes secundárias: Foram analisadas publicações científicas, relatórios institucionais e documentos técnicos sobre a indústria madeireira e o aproveitamento de resíduos florestais, com ênfase em estudos realizados na região Norte do Brasil.

b) Fontes primárias: Na etapa prática, foi adquirida um pacote de 1,12 m<sup>3</sup> de ripa de cupiúba (Figura 2), considerado aproveitamento industrial oriundo da serragem das toras de madeira. O material apresentava defeitos como furos de

insetos, brançal e imperfeições de serragem. Essa aquisição, feita junto à empresa LAMAPA ao custo de R\$ 900,00, permitiu simular as condições reais de produção e obter dados concretos para a análise de viabilidade do modelo proposto.

Figura 2: Pacote de Ripa de Cupiúba



Fonte – Elaboração Própria.

### 3.4. Análise dos Dados

A análise dos dados foi dividida em duas etapas:

a) Análise qualitativa: Aplicou-se a técnica de análise de conteúdo segundo Bardin (2006), em três fases: (i) pré-análise de materiais sobre aproveitamento de resíduos, (ii) exploração e categorização dos dados e (iii) interpretação dos resultados, que fundamentaram o desenho do modelo de negócio.

b) Análise quantitativa: Foram estimados custos unitários de produção, tempo de execução, margens de lucro e indicadores de viabilidade econômica. Utilizou-se para isso o custo de aquisição do material, tempo de mão de obra, despesas indiretas e comparação com preços de mercado. Os indicadores aplicados incluíram margem de lucro, ponto de equilíbrio e tempo de retorno (payback).

### 3.5. Validação do Modelo Proposto

Para validar a proposta, foi construído um Produto Mínimo Viável (MVP) com base nos princípios da economia circular. O MVP consistiu na fabricação de utensílios domésticos em madeira a partir dos resíduos adquiridos. A validação considerou:

- Efetividade do reaproveitamento do material;
- Custos e tempo de produção;
- Estimativas de preços de venda com base em benchmarking;
- Simulação de rentabilidade.

Ainda que o MVP (Figura 3) ainda esteja em fase de comercialização, sua execução permitiu a aferição de aspectos operacionais e econômicos do modelo de negócio, permitindo validar, em ambiente controlado, a viabilidade da proposta desenvolvida nesta pesquisa.

Figura 3: MVP e marca desenvolvidos para o projeto.



Fonte – Elaboração Própria.

## 4. PANORAMA DA INDÚSTRIA MADEIREIRA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS

### 4.1. Características da Indústria Madeireira na Região Metropolitana de Belém

Segundo dados de Veríssimo *et al.* (2013) o Estado do Pará com seus 1,25 milhão de km<sup>2</sup> é coberto por 73% florestas, com condições de relevo que em geral são planas ou levemente ondulados, oferecendo, assim, condições favoráveis para a atividade madeireira, ou seja, sua grande extensão territorial e ampla camada de cobertura vegetal, definem uma vocação natural do estado para a produção florestal.

Em seus estudos Veríssimo *et al.* (1992) informa que foi a partir da década de 80 que o estado do Pará começou seu grande crescimento como um dos principais estados produtores de madeira do país, essa crescente se deve a instalação de industriais de beneficiamento e o desenvolvimento de métodos de desdobro de toras. Ainda de acordo com Veríssimo *et al.* (1992) houve um grande salto no estado do Pará, principalmente com a produção de laminados de madeira, sendo o município de Paragominas o seu maior expoente.

Segundo artigo de Lentini *et al.* (2020) no ano de 2019 o estado do Pará produziu algo em torno de 3 milhões de metros cúbicos de madeira em tora, ainda segundo o estudo 930 indústrias processaram essas toras, sendo que os municípios de maior destaque foram Santarém, Portel e Juruti.

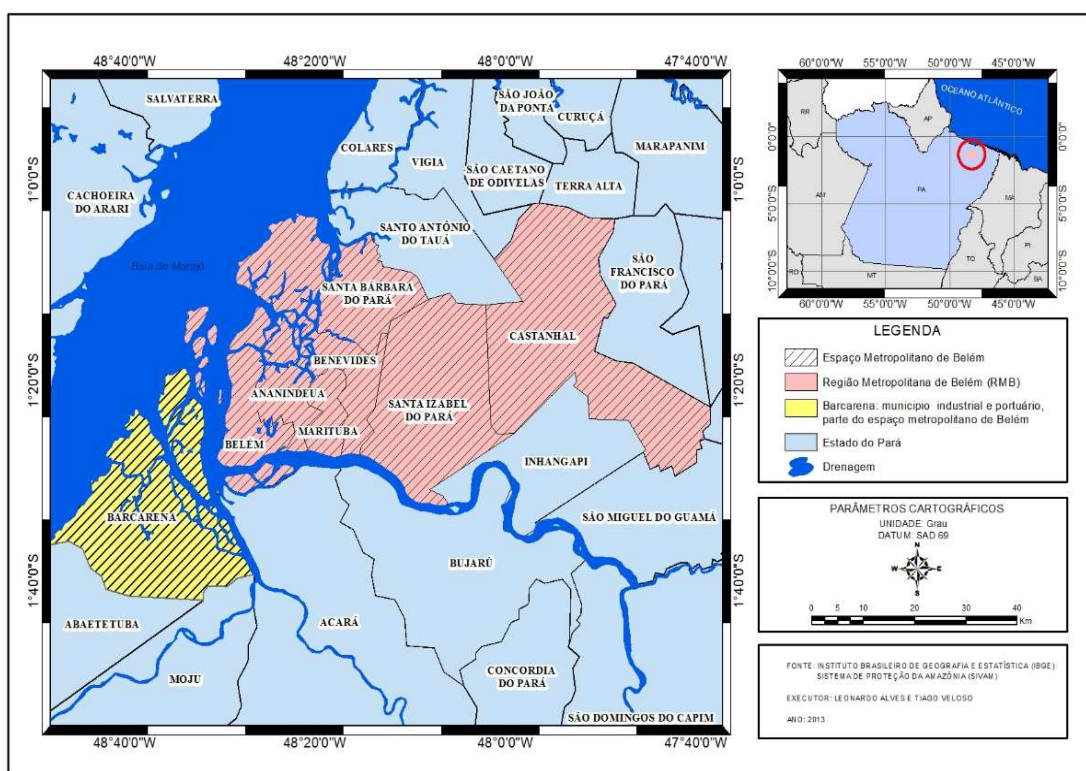
No mesmo estudo, Lentini *et al.* (2020) informa que US\$ 419 milhões em produtos madeireiros foram exportados, para destinos como a União Europeia (43%), Estados Unidos (33%), Índia (5%) e Japão (4%). Segundo o autor as perspectivas para o desenvolvimento do setor madeireiro perpassam por questões legais e sustentáveis, focados no manejo florestal, uma vez que existem cerca de 18 milhões de hectares áreas de florestas sejam federais ou estaduais com potencial para o manejo florestal, sendo que isso seria mais que suficiente para atender a demanda de toras das indústrias do estado.

Segundo dados da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS-PA) e da Associação das Indústrias Exportadoras de Madeira do Estado do Pará (AIMEX), as características das empresas do setor de base florestal da Região Metropolitana de Belém e de empresas que realizam o desdobro da madeira, beneficiam, armazenam e comercializam produtos acabados, dentre os produtos acabados destacam-se os compensados, madeira aparelhada, pisos de madeira, lâminas torneadas, forro, portas, decks, etc.

Dentro dos dados da SEMAS, obtidos por meio da verificação da área pública do Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental (SIMLAM Público), realizado no período de 15 de agosto de 2024 e 05 de setembro de 2024, foi possível verificar 257 empresas ativas e que estão devidamente formalizadas e licenciadas junto a SEMAS, entretanto dessas empresas tem-se um total de 141 empresa que operam com armazenagem e comércio de madeira, ou seja, não realizam atividades de processamento e/ou transformação madeireira, essa atividade fica a cargo de 116 empresa dentro da RMB.

A região metropolitana de Belém é formada pelos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Barbará, Santa Izabel, Castanhal e Barcarena, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Mapa da Região Metropolitana de Belém.



Fonte: Base cartográfica IBGE (2021)

Ressalta-se que no Pará, o controle florestal é feito por meio da integração entre o SISFLORA, gerenciado pela SEMAS, e o DOF+, sistema federal do Ibama. O SISFLORA regula o registro, transporte e comercialização de produtos florestais, enquanto o DOF+ permite rastrear a origem dos materiais via dados do Sinaflor. Essa integração, implementada em agosto de 2023, reforça a fiscalização, combate ao

desmatamento ilegal e assegura a rastreabilidade da madeira, promovendo legalidade e sustentabilidade na cadeia produtiva florestal.

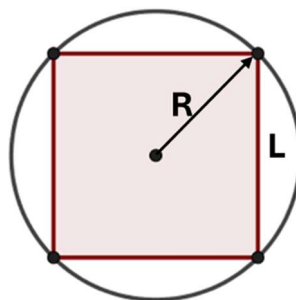
#### 4.2. Volume e Tipos de Resíduos Gerados

O desdobro de uma tora de madeira ou processamento em serraria, nada mais é que o processo de se extrair partes menores da tora, dependendo da forma de corte, podendo ser em sentido transversal ou longitudinal.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Florestas (IBF), são vários os fatores que impactam no desdobro de uma tora de madeira, sendo os principais: o diâmetro da tora, toras com diâmetros maiores são melhores para serem processadas e produzem maior rendimento, a conicidade da tora, que é caracterizado pela diferença excessiva entre as duas pontas de uma tora, sendo que este, também, é um fator relevante, pois o processamento é a busca por seu esquadrejamento, esse mesmo problema também é encontrado no terceiro fator de impacto que é a tortuosidade.

Considerando que as toras são cilindros, temos que quando as esquadreamos em uma serra fita, teremos a produção de quadrados, ou seja, será blocos do interior desses cilindros. Na Figura 5, em apenas duas dimensões, é possível obter a relação entre os volumes do bloco inscrito no círculo.

Figura 5: Quadrado inscrito na circunferência.



Fonte: Nascimento, Dutra e Numazawa (2006)

O volume do quadrado, bloco, inscrito no círculo é dado pela seguinte fórmula:

$$V_{\text{Quadrado Inscrito}} = ((2\pi R)/4)^2 \cdot L. \text{ Equação 1, onde:}$$

$V_{\text{Quadrado Inscrito}}$  representa o volume do quadrado inscrito no círculo;

$R$  representa o raio do círculo; e

$L$  representa o lado do quadrado inscrito no círculo.

O volume do cilindro, ou volume geométrico da tora, é dado pela seguinte fórmula:

$$V_{\text{Geométrico da Tora}} = ((2\pi R)^2)/4\pi \cdot L. \text{ Equação 2, onde:}$$

$V_{\text{Geométrico da Tora}}$  representa o volume da tora de madeira;

$R$  representa o raio da tora de madeira; e

$L$  representa o comprimento da tora de madeira.

Nesse sentido, temos que a relação entre o volume do quadrado inscrito e o volume geométrico da tora é dado da seguinte forma:

$$\text{Relação} = \frac{V_{\text{Quadrado Inscrito}}}{V_{\text{Geométrico da Tora}}}$$

$$\text{Relação} = \frac{((2\pi R)/4)^2 \cdot L}{((2\pi R)^2)/4\pi \cdot L}$$

$$V_{\text{Quadrado Inscrito}} = 0,7854 \cdot V_{\text{Geométrico da Tora}}$$

Isso quer dizer que quando se esquadreja uma tora, em busca de transformá-la em um quadrado, para seu melhor aproveitamento, temos um rendimento de até 78,54%. Por isso, quanto maior a conicidade e tortuosidade de uma tora, menor o aproveitamento dela. Posteriormente ao processo de transformação da tora, são realizados, outras etapas, tais como secagem, imunização, usinagem etc.

Conforme a Figura 6, baseada nos estudos realizados por Nascimento, Dutra e Numazawa (2006) os resíduos provenientes de um processo de transformação de toras de madeiras, se divide em: 50,4% de aparas, 33,9% de costaneiras e 15,7% de serragem.

Figura 6: Aproveitamento de uma tora em uma serraria.



### I. Rendimento de Transformação de Toras

Produção de Mad. Serrada – 36,50%

Produção de Resíduos – 63,50%

### II. Repartição do Resíduo

Costaneiras – 33,90%

Aparas – 50,40%

Serragem – 15,70%

Fonte: Nascimento, Dutra e Numazawa (2006)

### 4.3. Métodos de Destinação Atual dos Resíduos

Diversas pesquisas já abordaram sobre a destinação dos resíduos madeireiros, conforme exposto na Quadro 02.

Quadro 2: Destinação dos resíduos de madeira.

Autor	Costaneiras	Aparas	Serragem
Cabreira (2011)	i. geração de energia; ii. fabricação de pequenos objetos de madeira	i. somente para a geração de energia	i. geração de energia ii. geração de briquetes iii. cama de aviário iv. fabricação de painéis aglomerados
Bispo (2017)	i. fabricação de brinquedos de madeiras	-	-
Amaral (2018)	i. fabricação de pequenos objetos artesanais	-	-
Donato e Takenaka (2016)	-	-	i. produção de briquetes para a geração de energia
Passini <i>et al</i> (2019)	i. comercializadas para a geração de energia; ii. produção de venezianas; e iii. móveis rústicos	i. produção de janelas	i. comercializados como substrato em instalações para animais

Fonte: Elaboração própria.

Além das destinações apresentadas nas pesquisas constantes no Quadro 2, temos os estudos de Kiehl (2002), onde a compostagem de resíduos lignocelulósicos, como a serragem e a maravalha, é possível quando há equilíbrio entre carbono e nitrogênio. Segundo Kiehl (2002), a madeira, rica em carbono, pode ser misturada com resíduos ricos em nitrogênio, como esterco ou restos de alimentos, para acelerar o processo de decomposição. No estado do Pará a empresa Manioca, embora focada em alimentos, já apresenta práticas circulares, integrando a compostagem de embalagens biodegradáveis e resíduos vegetais.

Através dos estudos de Embrapa (2025), sobre compostagem, de Carvalho (2021), sobre biometanização, compostagem e reciclagem para tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil e Supptitz, Chechi e Drebes (2022), sobre compostagem foi possível desenvolver o Quadro 3, que apresenta uma comparação entre três formas de destinação de resíduos de madeira — compostagem, produção de energia e movelaria — destacando seus retornos econômicos e ambientais.

Quadro 3 - Comparação entre três formas de destinação de resíduos de madeira.

<b>Destinação</b>	<b>Retorno Econômico (USD/ton)</b>	<b>Benefício Ambiental</b>	<b>Métricas-Chave</b>	<b>Exemplo de Aplicação</b>
Compostagem	50	Melhora a saúde do solo e reduz o uso de aterros sanitários	Rendimento: 0,8 ton de composto/ton de madeira; Preço: \$60/ton	Programas de compostagem urbana
Produção de Energia	120	Substitui combustíveis fósseis e reduz emissões de CO <sub>2</sub>	Rendimento: 4000 kWh/ton; Redução de CO <sub>2</sub> : 1,2 ton/ton	Usinas de biomassa
Movelaria	300	Incentiva o reuso e reduz a pressão sobre florestas nativas	Rendimento: 0,6 móveis/ton; Preço médio: \$500/unidade	Móveis artesanais com madeira reaproveitada

Fonte: Elaboração própria.

## 5. PROPOSTA DE MODELO DE NEGÓCIO BASEADO NA ECONOMIA CIRCULAR

### 5.1. Identificação de Oportunidades de Reaproveitamento dos Resíduos

O presente trabalho foca no aproveitamento do resíduo mais gerado pelas serrarias, que no caso são as aparas, o trabalho pretende apresentar uma metodologia possível para aproveitamento desse resíduo, diminuindo assim o potencial problema ambiental causado por ele.

Segundo a Instrução Normativa SEMA nº 24/2009, o percentual de aproveitamento de resíduos de serraria para a produção de madeira serrada é de 23,5% (PARÁ, 2009). Isso quer dizer que é possível aproveitar, para a confecção de produtos em madeira, até 23,5% do resíduo de aparas de serrarias, desses produtos podem ser produzidos vigotas, caibros, tábuas, sarrafos e ripas, sendo todos esses possíveis de serem utilizados para a produção de pequenos objetos, móveis e utensílios de cozinha feitos em madeira, tais como os apresentados na Figura 7.

Figura 7: Produtos que podem ser feitos a partir de resíduos de serraria.



Fonte: Elaboração própria.

### 5.2. Sistemática de Aproveitamento dos Resíduos

Para a coleta dos resíduos são utilizadas caçambas, com capacidade de até 9,0 metros cúbicos, conforme a Figura 8, uma vez que o custo logístico de transporte fica diluído em função do volume transportado, mas podem ser utilizados equipamentos com capacidade menor, a exemplo do que pode ser usado temos a Moto Carreta, conforme a Figura 9, que é uma moto adaptada para o carregamento de resíduos de pequeno porte, com capacidade de até 0,5 m<sup>3</sup> de madeira.

Figura 8: Caçamba carregada de resíduos.



Fonte: Elaboração Própria

Figura 9: Moto Carreta.



Fonte: Elaboração Própria

A Figura 8, caçamba carregada de resíduos, apresenta exemplo de resíduo produzido por uma indústria madeireira do distrito industrial de Ananindeua/PA sendo vendido para olarias e cerâmicas do município de Castanhal/PA, a caçamba em questão comporta 9 m<sup>3</sup> de resíduos que são comercializados por R\$ 400,00 a caçambada, mais o custo de frete Ananindeua / Castanhal, distância de 57,3 km, dá R\$ 390,00, logo tem-se o custo da carga à R\$ 790,00, ou seja, o m<sup>3</sup> da madeira sai à R\$ 87,78.

Considerando que em nosso projeto o beneficiamento do resíduo será realizado na região do município de Marituba/PA temos que o frete é equivalente a R\$ 100,00, pois seriam 14 km de distância entre a unidade geradora e a unidade processadora dos resíduos, logo o custo de matéria prima, para cada metro cúbico de resíduo seria de R\$ 55,55 R\$/m<sup>3</sup>.

Considerando o que está disposto em Pará (2009), onde o percentual de aproveitamento de resíduos de madeira serrada é de 23,5%, logo, para produzir 1 m<sup>3</sup> de madeira serrada proveniente de resíduos de aparas de madeira, é preciso de 4,25 m<sup>3</sup> de resíduos de aparas, ou seja, o m<sup>3</sup> de madeira serrada confeccionada a partir de resíduo é de R\$ 236,38 R\$/m<sup>3</sup>. Ainda segundo Pará (2009), a transformação de madeira industrializada de resíduos para madeira beneficiada, ou seja, os componentes já transformados para a fabricação do produto e de 74%, ou seja, a madeira aproveitada de resíduo ao ser beneficiada tem um rendimento de 74% de seu volume original. Esse valor deverá ser considerado no momento da transformação em produto acabado para cálculo de quantidades de itens produzidos.

Para beneficiar o resíduo e transformá-lo em uma madeira apta para a produção de itens de movelaria e utensílios domésticos será preciso as atividades de

desengrosso (plainagem do material), multilâmina, separação por largura e comprimento, gradeamento, secagem e desgradeamento. Com isso teremos a Tabela 1, com os seguintes valores:

Tabela 1 – Custos de processamento do Resíduo.

<b>Atividade</b>	<b>R\$/m<sup>3</sup></b>	<b>Descrição</b>
Desengrosso	180,00	Plainagem da madeira para equalizar as espessuras
Multilâmina	120,00	Refilagem da madeira para equalizar as larguras
Separação por Largura e Comprimento	120,00	Separação em medidas para facilitar as atividades.
Gradeamento	50,00	Gradear a madeira para enviar a secagem
Secagem	280,00	Secagem forçada para equilibrar a umidade da madeira.
Desgradeamento	50,00	Desgradear a madeira e colocar em pacotes.
<b>Custo Total</b>	<b>800,00</b>	

Fonte – Elaboração própria.

Os dados do Quadro 4 apresentam os custos de operação de beneficiamento da madeira em uma unidade de processamento na região metropolitana de Belém, no município de Marituba/PA, por m<sup>3</sup> operacionalizado.

Quadro 4 – Preços de serviços de processamento de madeira.

Tabela de Preços v.3	R\$ / m <sup>3</sup>
Gradeamento / tabicamento	R\$ 50,00
Desgradeamento AD	R\$ 50,00
Separação por largura	R\$ 60,00
Separação por comprimento	R\$ 60,00
Separação por largura e comprimento	R\$ 120,00
Pontamento V	R\$ 120,00
Classificação no pátio	R\$ 70,00
Processo Mill reserra (desdobramento de espessura)	R\$ 120,00
Transbordo de carga (sem usinagem, sem estufagem, com ou sem ovação)	R\$ 6,00
Serviços individuais para madeira estreita (Largura menor que 100 mm)	R\$ 50,00
Carregamento e descarregamentos horário não comercial (Taxa)	R\$ 500,00
Tempo de carregamento e descarregamento por hora trabalhada	R\$ 100,00
Armazenagem (semanal)	R\$ 5,00
Secagem p/ espessura (4/4 e 5/4)	R\$ 250,00
Secagem p/ espessura (6/4)	R\$ 280,00
Secagem p/ espessura (8/4)	R\$ 360,00
Secagem p/ espessura (9/4)	R\$ 420,00
Secagem p/ espessura (10/4)	R\$ 460,00
Classificação no desengrosso	R\$ 35,00
Usinagem (deseng + mult + mold + dest) Esp (+ 4 mm) x Larg (+ 8mm) maior que 2500 mm <sup>2</sup>	R\$ 350,00
Usinagem (deseng + mult + mold + dest) Esp (+ 4 mm) x Larg (+ 8mm) 1500 a 2500 mm <sup>2</sup>	R\$ 430,00
Usinagem (deseng + mult + mold + dest) Esp (+ 4 mm) x Larg (+ 8mm) menor que 1500 mm <sup>2</sup>	R\$ 530,00
Usinagem estacas (processo mill ou desengrosso + mult + dest + GMC)	R\$ 400,00
Usinagem Comprimentos menor que 900 mm (adicional)	R\$ 200,00
Regulagem p/ volumes abaixo de 5m <sup>3</sup> (taxa adicional )	R\$ 500,00
Desengrosso	R\$ 180,00
Multilamina / refile	R\$ 120,00
Moldureira (fêmea, perfis)	R\$ 250,00
Destopo	R\$ 70,00
Pontamento V (GMC)	R\$ 200,00
Endmatch p/ piso	R\$ 350,00
Classificação Galpão	R\$ 75,00
Pintura	R\$ 10,00
Ovação	R\$ 16,00
Ovação em horário não comercial	R\$ 40,00
Embalagem (padrão Decking)	R\$ 60,00
Plástico Extra	R\$ 10,00
Fita Extra	R\$ 7,00
Armazenagem no galpão (carência 30 dias)	R\$ 2,00
Armazenagem ACUMULADA	R\$ 100,00
Embalagem (mini bundles) adicional	R\$ 50,00
Descarregamento fora do horario expediente(finais de semanas/feriados)	R\$ 500,00
Processo Lamela	R\$ 1.000,00
Descarregamento Manual (Verificar Disponibilidade)	R\$ 20,00
Ventilação	R\$ 60,00

Fonte – <http://www.exmam.com.br/> (2023).

Considerando que para a produção de 1 m<sup>3</sup> de madeira processada de resíduos é preciso 4,25 m<sup>3</sup>, teremos que o custo de processamento de 1 m<sup>3</sup> de resíduos é de R\$ 3.400,00 R\$/m<sup>3</sup>. Se considerarmos que o custo de aquisição e de 236,38 R\$/m<sup>3</sup>, teremos que o custo final de 1 m<sup>3</sup> de madeira processada de resíduo apta a produção de produtos é de R\$ 3.636,38 R\$/ m<sup>3</sup>.

### 5.3. Viabilidade Econômica e Técnica

No que tange a produção da madeira serrada de aproveitamento a proposta do projeto e que todas as atividades, frete e beneficiamento, sejam terceirizadas, de modo a não ter necessidade de investimento com máquinas e equipamentos, isso também se dá em função da capacidade ociosa de algumas empresas madeireiras na região metropolitana de Belém.

No modelo de negócio proposto, será criada a empresa EZZA Utensílios de Madeira ME. A empresa irá funcionar no Distrito Industrial de Ananindeua nas dependências da empresa Laminados de Madeiras do Pará LTDA (Lamapa), CNPJ 04.732.657/0001-02 que também será a fornecedora dos resíduos, essa parceria é possível em função da Lei nº 14.260, de 8 de dezembro de 2021. Essa lei estabelece incentivos à indústria da reciclagem no Brasil, promovendo a economia circular, de modo que empresas e pessoas físicas podem apoiar projetos de reciclagem com deduções no imposto (BRASIL, 2021).

Nesse sentido haverá uma parceria do tipo ganha-ganha, onde a empresa EZZA estará próximo a matéria prima e fará uso de alguns recursos da empresa Lamapa enquanto a empresa Lamapa estará apta a obter deduções no imposto de renda por apoiar o projeto.

Considerando que a o foco principal de atuação da empresa Lamapa é o de serrarias com desdobramento de madeira em bruto, e que a mesma detém um processo industrial desde o desdobra das toras até a produção de lâminas e decks de madeira, entende-se que seja uma parceria importante para ambas as empresas pois existe muita geração de resíduo, outro ponto importante é o fato da empresa Lamapa ter a sustentabilidade como uma marca registrada de seu processo produtivo, representado em sua certificação de cadeia de custódia FSC® (FSC-C013015), com isso é possível, para a empresa EZZA, fazer algumas adequações para poder comercializar seus produtos com certificação FSC, garantindo uma confiabilidade de procedência, sustentabilidade de seus produtos e possibilidade de ganho de valor financeiro em seus produtos, uma vez que será um produto com certificação internacional.

No quadro 05 apresenta-se as principais espécies operacionalizadas pela empresa parceira e que podem ser objeto de aproveitamento no projeto proposto.

Quadro 5 – Principais espécies operacionalizadas e aplicações possíveis.

<b>Nome Popular</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Aplicações possíveis</b>
Angelim-pedra	Hymenolobium spp.	Construção civil, móveis rústicos
Angelim-vermelho	Dinizia excelsa	Construção pesada, vigas, caibros
Cedro	Cedrela odorata	Móveis finos, esculturas, instrumentos musicais
Cumaru	Dipteryx odorata	Pisos, móveis, revestimentos
Cupiúba	Goupia glabra	Assoalhos, vigas, esquadrias, construção civil
Ipê	Handroanthus spp.	Decks, pisos, escadas, estruturas externas
Itaúba	Mezilaurus itauba	Decks, esquadrias, estruturas externas
Jatobá	Hymenaea courbaril	Móveis, pisos, vigas
Louro-vermelho	Nectandra spp.	Móveis, forros, painéis decorativos
Maçaranduba	Manilkara spp.	Pisos, estruturas, móveis pesados
Muiracatiara	Astronium lecointei	Pisos, móveis de luxo, revestimentos
Tauari	Couratari spp.	Móveis, portas, painéis

Fonte: Elaboração própria.

Nesse sentido a empresa EZZA irá produzir uma amostra de cada produto do catálogo de produtos, estes serão fotografados e colocados no Marketplace Mercado Livre e em seu site, à medida que os pedidos forem entrando, sistema de produção puxada, a empresa irá produzi-los.

A comercialização dos produtos da EZZA ocorre por meio de dois modelos principais: B2C (Business to Consumer) e B2B (Business to Business). No modelo B2C, a empresa realiza vendas diretas ao consumidor final utilizando a plataforma Mercado Livre. Essa estratégia permite que os produtos alcancem um público amplo, distribuído geograficamente em diversas regiões do país, sem a necessidade de uma estrutura física de varejo. Além disso, a venda online proporciona à EZZA um canal direto de comunicação com seus clientes, permitindo o recebimento de feedbacks, a adaptação de produtos às preferências do mercado e o fortalecimento de uma comunidade de consumidores engajados com práticas sustentáveis.

Já no modelo B2B, a EZZA estabelece parcerias com empresas que compartilham valores relacionados à sustentabilidade e à inovação. Um exemplo significativo dessa atuação foi o desenvolvimento de um MVP (Produto Mínimo Viável) destinado à empresa certificadora NEOCERT. Esse produto será utilizado pela NEOCERT como parte de sua estratégia de exposição na COP30, evento

internacional sobre mudanças climáticas que será realizado em Belém, em novembro de 2025. A parceria representa uma oportunidade estratégica para a EZZA, não apenas pela escala de produção envolvida, mas também pela visibilidade institucional que seus produtos ganharão ao serem associados a uma marca reconhecida e a um evento de relevância global.

A atuação simultânea nos modelos B2C e B2B permite à EZZA diversificar suas formas de inserção no mercado, equilibrando vendas diretas com parcerias corporativas. Essa abordagem híbrida fortalece a presença da empresa tanto no varejo quanto em ambientes institucionais, ampliando seu impacto e consolidando sua identidade como agente de transformação ambiental e social.

Ressalta-se que a operacionalização da madeira beneficiada para a produção dos produtos, prevê um método colaborativo, uma vez que consiste em contratar marceneiros usando o contrato de trabalho intermitente, introduzido pela Lei nº 13.467/2017, conhecida como Reforma Trabalhista, que trouxe o contrato de trabalho intermitente, permitindo maior flexibilidade nas relações de trabalho (Brasil, 2017).

Todos os marceneiros contratados estarão cadastrados no sistema da empresa, à medida que entrar um pedido eles serão contactados. Os pedidos serão disponibilizados para eles. O marceneiro que der “match” no pedido será responsável pela confecção dele, sendo que ele terá de vir até a empresa para a produção do pedido. O marceneiro receberá de acordo com o que rege a Lei nº 13.467/2017, sendo garantidos todos os direitos legais (Brasil, 2017).

Com esse modelo pretende-se gerar emprego e renda locais, além de capacitar os marceneiros ao mercado digital. Assim será garantindo que eles tenham benefícios sociais com a sua contratação. O projeto em questão não visa substituir suas atividades, mas sim ser um complemento de atividade, de modo a trazer clientes e uma linha de produto já constituída e projetada por um designer. A empresa EZZA, por meio do Marketplace Mercado Livre e do seu site, será responsável pela comercialização e envio dos produtos aos clientes. Abaixo apresentamos o site da empresa Figura 10.

Figura 10 – Site da empresa EZZA.



Fonte – Elaboração própria. (<https://www.ezzadesign.com.br>)

Para melhor compreensão do modelo proposto, usamos a metodologia de Minimum Viable Product – MVP, de modo que produzimos um protótipo de um produto feito a partir da madeira de resíduo, no caso um jogo educativo conhecido como Jenga (Figura 11).

Figura 11 – Jogo educativo Jenga Clássico Hasbro.



Fonte: **HASBRO**. Hasbro Gaming Jenga clássico [imagem de produto]. Disponível em: Amazon.com.br. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Hasbro-Gaming-A2120EU4-Jenga-Clássico/dp/B00ABA0ZOA/>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

O jogo Jenga foi escolhido como base para o desenvolvimento de um Produto Mínimo Viável (MVP), com o objetivo de demonstrar a viabilidade técnica e econômica

da produção de pequenos artefatos de madeira a partir de aproveitamento de resíduos de serraria. O protótipo apresentado contempla todas as etapas do processo produtivo, desde a seleção da matéria-prima até a embalagem final, com atenção especial à sustentabilidade e à circularidade dos materiais utilizados.

O jogo Jenga é constituído de 54 blocos de madeira idênticos, onde os blocos são empilhados em camadas de três, alternando a direção de cada camada (horizontal e vertical), ou seja, a soma da largura de três peça é sempre igual ao comprimento de uma peça. As peças são colocadas em camadas de modo a formar uma torre de 18 andares. Os jogadores se revezam para remover um bloco da torre e colocá-lo no topo. Só pode mover uma peça por vez e não é permitido mexer na torre para facilitar a retirada, sendo que o jogo continua até que a torre desabe. Ganha aquele que ficar por último removendo e empilhando blocos sem derrubar a torre.

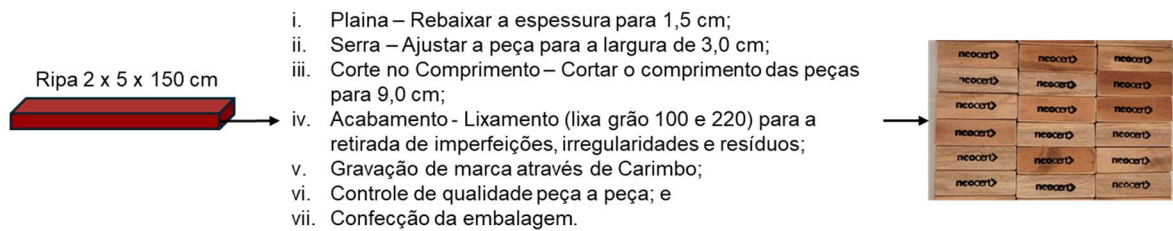
O processo de fabricação das peças do jogo seguiu um fluxo padronizado, composto pelas seguintes etapas:

- Seleção da madeira: Utilizou-se madeira de resíduo de ripa de cupiúba de 2 x 5 x 150 cm, com densidade e resistência adequadas para garantir durabilidade e segurança no manuseio;
- Corte: As peças foram cortadas em dimensões padronizadas (9,0 cm x 3,0 cm x 1,5 cm) utilizando serra circular com guia de precisão;
- Foi dado acabamento com lixamento manual com lixas de grão 100 e 220, para garantir suavidade ao toque e evitar farpas;
- Realizou-se gravação da marca do cliente com uso de carimbo;
- Realizou-se um controle de qualidade onde cada peça foi inspecionada quanto à uniformidade dimensional, acabamento superficial e ausência de defeitos estruturais; e
- Embalou-se as peças em caixas de papelão, a mesma que é utilizada para embalagem de garrafas de vinho.

As peças do jogo Jenga, Figura 12, foram feitos a partir de análise de produtos existentes no mercado, entretanto nosso produto tem o apelo ambiental, por ser oriundo de resíduo, assim como pode ser produzido sobre a certificação FSC, sem falar no fato de se tratar de madeira nativa do bioma Amazônico, ou seja, um produto único. Como já dito, o protótipo trata-se do jogo educativo Jenga, sendo que este utiliza apenas 0,001458 m<sup>3</sup> de madeira para sua produção, ou seja, de 1 m<sup>3</sup> de

madeira de resíduo seria possível confeccionar 507 jogos Jenga, ressalta-se que aqui utilizou-se o regramento de 74% de aproveitamento da madeira beneficiada para a produção do produto pronto.

Figura 12 – Peças do jogo Jenga.



Fonte – Elaboração Própria.

O **MVP** desenvolvido, ilustrado na Figura 12, foi projetado para comercialização no modelo **B2B**. Por esse motivo, as peças foram personalizadas com a logomarca do cliente. Neste caso, trata-se da empresa **NEOCERT**, especializada em certificações florestais e agrícolas, com foco em soluções que promovem a sustentabilidade e a conformidade com normas internacionais.

Considerando o valor do metro cúbico de madeira beneficiada (R\$ 3.636,38/m<sup>3</sup>), estimou-se um custo de **R\$ 7,16** em madeira para cada unidade do jogo *Jenga*. O salário base do marceneiro foi definido em R\$ 2.500,00 mensais, acrescido dos encargos obrigatórios (INSS Patronal: 20%; FGTS: 8%; férias com adicional de 1/3: ~11,11%; 13º proporcional: ~8,33%). Aplicando-se o fator de 1,8 sobre o salário, obteve-se um custo mensal de **R\$ 4.500,00**. Considerando uma produtividade de 200 jogos por mês, o custo unitário do trabalho do marceneiro foi de R\$ 22,50. Assim, somando-se os demais custos, o valor final estimado de produção de cada jogo foi de **R\$ 62,52**.

A Tabela 2 apresenta a estrutura detalhada dos custos diretos e indiretos para a produção do jogo *Jenga* artesanal, segundo práticas usuais em pequenos negócios de marcenaria.

Tabela 2 – Custos de produção do Jogo Jenga.

<b>Atividade</b>	<b>R\$/m<sup>3</sup></b>	<b>Descrição</b>
Custo da Madeira	7,16	Madeira aproveitada de resíduo
Custo do Marceneiro	22,50	Corte e acabamento.
Custo de Acabamento	3,00	Lixamento e Gravação de Marca
Custo de Embalagem	5,00	Caixa adesivada.
Custo de Venda	11,09	Utilização do Marketplace Mercado Livre
<b>Impostos (6,7%)</b>	<b>3,25</b>	<b>Diversos</b>
Energia elétrica e água (~5%)	2,60	Custos Indiretos
Manutenção e depreciação (~7%)	3,64	Custos Indiretos
Custos administrativos (~10%)	5,20	Custos Indiretos
Transporte e logística (~4%)	2,08	Custos Indiretos
<b>Custo Total</b>	<b>62,52</b>	

Fonte – Elaboração Própria.

A inclusão de custos indiretos é essencial para evitar a subestimação do valor real de produção. Aspectos como energia elétrica, manutenção e depreciação de equipamentos, despesas administrativas e perdas do processo impactam diretamente o preço final e, por consequência, o cálculo de retorno do investimento (*payback*).

Uma pesquisa exploratória realizada em maio de 2025 em shoppings da cidade de Belém (PA) identificou o produto de referência — *Jenga Clássico* da marca *Hasbro* — com preços variando entre R\$ 139,99 e R\$ 169,99.

Com base nos cálculos deste estudo, foi possível estabelecer um preço mínimo de R\$ 75,00 para o produto proposto, o que resultaria em uma margem líquida de R\$ 12,48 por unidade (aproximadamente 16,64% sobre os custos totais). Esse valor posiciona o produto de forma competitiva, com preço inferior ao dos concorrentes e, adicionalmente, com vantagem qualitativa: por ser confeccionado a partir de resíduos de madeira nativa de alta densidade, apresenta maior durabilidade e resistência em comparação às versões industrializadas disponíveis no mercado.

No modelo proposto, a empresa EZZA será criada com a aquisição de maquinário básico para a execução das principais atividades produtivas. Não haverá custos relacionados à infraestrutura física, uma vez que será estabelecida parceria com a empresa Lamapa. Os marceneiros, por sua vez, serão contratados no regime intermitente, o que possibilita maior flexibilidade operacional e redução de encargos fixos.

Destaca-se, entretanto, a necessidade de um capital de giro inicial estimado em R\$ 10.000,00, destinado à compra de insumos (como acessórios, verniz e lixas) e matéria-prima (madeira). Esse montante será suficiente para custear o primeiro lote de produção e sustentar o giro operacional por aproximadamente dois meses, considerando o MVP proposto. Os dados consolidados encontram-se organizados na Tabela 3, a fim de facilitar a compreensão da estrutura financeira inicial.

Tabela 3 – Custos de produção do Jogo Jenga.

<b>Investimentos Iniciais</b>	
<b>Item</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Constituição da empresa	10.000,00
Equipamentos e máquinas	9.335,00
Capital de giro	10.000,00
<b>Total do investimento</b>	<b>29.335,00</b>
<b>Custos Mensais</b>	
<b>Item</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Custo de produção (200 x R\$62,52)	12.504,00
<b>Total de custos mensais</b>	<b>12.504,00</b>
<b>Receita Mensal</b>	
<b>Item</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Venda de 200 unidades (R\$75)	<b>15.000,00</b>
<b>Lucro Mensal</b>	
Lucro mensal = 15.000 - 12.504 = R\$ 2.496,00	
<b>Cálculo do Payback</b>	
Payback = 29.335/2.496 ~ 11,75 meses	

Fonte – Elaboração Própria.

O investimento inicial apresenta um período de recuperação (payback) de aproximadamente 12 meses, considerando o preço de venda estimado e a inclusão do capital de giro. Esse horizonte de retorno é atrativo, pois garante recuperação do capital em um ano, associado a uma margem de lucro satisfatória por unidade. Além disso, a provisão de capital de giro assegura liquidez para sustentar as operações e cobrir eventuais imprevistos.

Cabe destacar que a atividade de processamento de resíduos possibilita ainda o aproveitamento secundário dos rejeitos gerados. Para a produção de 1 m<sup>3</sup> de madeira serrada a partir de resíduos de serraria, são necessários 4,25 m<sup>3</sup> de aparas.

Considerando-se um fator de aproveitamento de 74%, restam 0,26 m<sup>3</sup> não aproveitados, resultando em 3,51 m<sup>3</sup> de resíduos adicionais.

Esse volume residual, embora não utilizável na confecção dos jogos, pode ser destinado à produção de cavaco de madeira, matéria-prima empregada na geração de energia elétrica. O resíduo é comercializado a R\$ 150,00 por tonelada, sendo adotado o fator de conversão de 0,7 t/m<sup>3</sup>. Dessa forma, os 3,51 m<sup>3</sup> não aproveitados equivalem a 2,46 toneladas, cujo valor de venda alcança R\$ 368,55. Essa receita complementar pode ser direcionada à cobertura de custos eventuais não previstos.

Segundo Lopes (2017), os custos relacionados à trituração/processamento, bem como às despesas administrativas e operacionais, giram em torno de R\$ 50,00 por tonelada. A Tabela 4 apresenta a estrutura de custos estimada para a transformação dos resíduos em biomassa.

Tabela 4 – Custos de produção de Biomassa

<b>Atividade</b>	<b>R\$/m<sup>3</sup></b>	<b>Descrição</b>
Custo da Madeira	0,00	Resíduo do aproveitamento da madeira
Trituração/processamento (R\$/t)	30,00	Utilização Triturador.
Custos adm. e operacionais (R\$/t)	20,00	Custos Indiretos
<b>Impostos (6,7%)</b>	<b>3,35</b>	<b>Diversos</b>
<b>Custo Total (R\$/t)</b>	<b>53,35</b>	

Fonte – Elaboração Própria.

Considerando o preço de venda de R\$ 150,00/t, a receita líquida obtida com a biomassa seria de aproximadamente R\$ 237,47. Distribuindo esse valor pelo total de 507 unidades de jogos Jenga que podem ser produzidos a partir de 1 m<sup>3</sup> de madeira, tem-se uma margem adicional de R\$ 0,46 por jogo. Assim, a margem unitária passa de R\$ 12,48 para R\$ 12,94, correspondendo a uma rentabilidade final de 17,26% sobre cada unidade vendida.

#### **5.4. Alinhamento com a Sustentabilidade**

Conforme falado anteriormente a metodologia proposta consiste em comprar os resíduos das serrarias da região metropolitana de Belém é utilizar a capacidade ociosa de outras serrarias para fazer o aproveitamento desse resíduo, o intuito de

utilizar o resíduo se dá exatamente pelo preço que está associado a ele e a possibilidade de uso.

No modelo proposto o resíduo advindo das serrarias (aparas) serão consideravelmente reduzidos e transformados em madeira serrada que será utilizada para a fabricação de utensílios de madeira, o material que não tem possibilidade de aproveitamento será destinado para empresas que produzem cavaco para a geração de biomassa com vias a produção de energia térmica e/ou elétrica. Nesse sentido o projeto está alinhado com a sustentabilidade, uma vez que do ponto de vista ambiental foca na redução, reuso e destinação correta dos resíduos de serraria.

## **6. IMPACTOS E BENEFÍCIOS DO MODELO PROPOSTO**

### **6.1. Impacto Econômico**

A teoria do subdesenvolvimento proposta por Celso Furtado, em sua obra "Formação Econômica do Brasil", lançada em 1959, enfatiza que o subdesenvolvimento é resultando das estruturas produtivas voltadas para a exportação de matérias-primas e da dependência de tecnologias e capitais externos. Sendo que com a economia circular, ao priorizar o aproveitamento de recursos locais e a valorização dos resíduos, pode ser vista como uma estratégia para superar essas limitações, gerando assim, importante valor econômico local (FURTADO, 1959).

Considerando a teoria dos polos de crescimento de Perroux, onde o desenvolvimento pode ser impulsionado por setores ou regiões estratégicas, pode-se concluir que serrarias que adotam práticas de economia circular podem se tornar polos de inovação e crescimento, irradiando benefícios econômicos e sociais para áreas adjacentes (PERROUX, 1950). A ideia de "polarização" econômica de Perroux também se alinha à capacidade de projetos circulares de atrair investimentos e fomentar redes produtivas locais.

Nesse sentido o impacto econômico do modelo proposto reside no aproveitamento do resíduo, sendo que este aproveitamento irá gerar produto pronto e resíduo de biomassa, gerando emprego e renda locais. Salienta-se que a operacionalização do aproveitamento de resíduos será realizada em empresas que tem capacidade ociosa, garantindo a manutenção da empresa e as condições de emprego.

Ressalta-se que o presente projeto gera a possibilidade de um negócio que possibilite renda a marceneiros da RMB, considerando que os marceneiros alocados no projeto são contratados pelo regime intermitente, mas que garante todos os direitos trabalhistas.

## **6.2. Impacto Social**

O presente projeto, por se caracterizar como um projeto de economia circular, pode incluir as áreas adjacentes de onde o projeto se encontra para a inclusão da população local, promovendo capacitação e geração de renda, considerando essa capacitação é possível intuir que haverá uma redução de desigualdades sociais ao integrar pequenos produtores e trabalhadores informais no processo, da mesma forma entende-se que é possível uma melhoria da qualidade de vida das áreas próximas às serrarias, com menor poluição e melhores condições de trabalho.

Dessa forma o projeto prevê a capacitação da mão de obra dos marceneiros para que esses possam fabricar os produtos dentro de padrões de qualidade requeridos pelos produtos que se deseja comercializar. Nesse sentido, do ponto de vista social, o projeto busca a geração de ocupação para marceneiros locais, bem como a utilização da capacidade ociosa de empresas que já existem na região, gerando assim um potencial de crescimento econômico através de uma atividade pouco utilizada na RMB que é o aproveitamento de resíduos.

## **6.3. Impacto Ambiental**

Macarthur (2017) define a economia circular entre outros princípios pela eliminação de resíduos, dessa forma o projeto, ao propor o aproveitamento de resíduos de serraria exemplifica o princípio proposto ao transformar resíduos em recursos úteis, além disso o projeto, ao promover a economia circular, promove o uso eficiente de materiais, reduzindo a pressão sobre florestas e outros ecossistemas. Logo essa abordagem não apenas mitiga impactos ambientais, mas também contribui para um sistema mais resiliente e sustentável. (MACARTHUR, 2017)

Diante do exposto temos que a presente proposta é fundamental por algumas razões, a primeira é a questão ambiental, uma vez que dá uma destinação a um resíduo que pode gerar problemas ambientais a população que reside na RMB, outro

questão é a possibilidade de reduzir a utilização de matéria prima original para a fabricação dos pequenos objetos de madeira e pôr fim a proposta busca possibilitar aos marceneiros cadastrados um acréscimo de renda com a possibilidade de aderir a um sistema ambientalmente correto e socialmente justo.

O desenvolvimento do MVP está alinhado com os princípios da Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC), instituída pelo Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024, que estabelece diretrizes como a transição do modelo linear para o circular, o uso eficiente dos recursos naturais e a valorização de produtos reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2024). Além disso, o projeto está em consonância com o Plano Nacional de Economia Circular 2025–2034, aprovado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, que reforça a importância da geração de empregos verdes, da inclusão produtiva e da articulação entre inovação, sustentabilidade e competitividade industrial (BRASIL, 2025).

A adoção de práticas sustentáveis na fabricação do jogo Jenga — como o uso de madeira certificada, o reaproveitamento de resíduos e a utilização de embalagens recicláveis — contribui diretamente para os objetivos da ENEC e do PLANEC, evidenciando o compromisso do projeto com a transformação ecológica e a inovação social.

#### **6.4. Potencial de Expansão e Escalabilidade**

Assim como em qualquer nova proposta, os desafios desse projeto são enormes. Com relação ao aproveitamento dos resíduos talvez não haja tanto problema, pois as empresas geradoras querem se ver livres de seus resíduos, pois não é compensador para elas o aproveitamento deles, nesse sentido é possível até fazer uma parceria com alguma empresa e assim conseguir preços mais baixos e/ou condições de pagamento e entrega da matéria-prima.

Nesse sentido a possibilidade de expansão e escalabilidade da proposta é imensa, uma vez que uma serraria ociosa pode operacionalizar até 20 m<sup>3</sup>/dia de madeira serrada, logo é possível crescer com a proposta, sem que haja a necessidade de altos investimentos, conforme falado, é possível fazer acordo para o pagamento da matéria prima com a empresa geradora do resíduo.

Considerando que o modelo aplicado é extremamente simples é faz uso da base produtiva local, ele pode ser replicado a diversas áreas, outro ponto madeireiro

importante no estado do Pará e na região Oeste, principalmente no município de Santarém, sendo este um município que se pode beneficiar desse projeto.

## **5 CONCLUSÃO**

Os resultados mostram que a proposta apresentada contribui para o desenvolvimento sustentável ao promover a geração de renda local e o aproveitamento de capacidades produtivas ociosas. Socialmente, fortalece a inclusão de marceneiros e atua na redução das desigualdades. No aspecto ambiental, destaca-se pela diminuição de resíduos, reaproveitamento de madeira nativa e pelo potencial ainda pouco explorado de geração de créditos de carbono.

O presente projeto apresenta viabilidade econômico-financeira para o aproveitamento de madeira de resíduo de serraria e que esse retorno garante uma margem livre de 16,64% em relação ao capital investido, ressalta-se que os produtos por serem provenientes de madeira nativa e por passarem pelo processo de beneficiamento garantem ao produto uma qualidade diferenciada, baseada principalmente em durabilidade e robustez.

O ponto crítico da proposta é a mobilização dos marceneiros, para que eles entendam a dinâmica do negócio, uma vez que atualmente estão acostumados a realizar todo o processo, desde a captação do pedido a fabricação do produto, ou seja, são responsáveis por tudo, em nossa proposta eles entrarão apenas com sua mão de obra, em produtos já padronizados e que tem um design personalizado. A proposta prevê que os marceneiros cadastrados sejam treinados e recebam a madeira e os insumos para a produção do produto, ou seja, os marceneiros só irão comprometer-se quando estiverem com sua capacidade ociosa e/ou sem pedidos dentro de suas atividades já realizada atualmente.

Considerando o MVP proposto, dentro do tempo de payback a estimativa para a geração de receita com crédito de carbono, serão usados 4 m<sup>3</sup> de madeira, no intervalo de de 12 meses, logo serão armazenados entre 1 e 2 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o que na média pode gerar entre U\$ 12,50 e U\$ 25,00 dólares.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se o aprofundamento em metodologias de quantificação e certificação de créditos de resíduos conforme previsto na Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e que institui por meio do Decreto nº 11.413/2023 os Certificados de Crédito

de Reciclagem de Logística Reversa e outros certificados, sendo que isto pode gerar possibilidade de receita extra para o projeto de aproveitamento de resíduos (BRASIL,2013). Isso vale para créditos de carbono, especialmente no contexto do reaproveitamento de madeira nativa e da redução de resíduos sólidos. Pesquisas voltadas à viabilidade técnica, econômica e regulatória desses mecanismos podem ampliar o reconhecimento ambiental da iniciativa e abrir novas oportunidades de financiamento sustentável, fortalecendo a integração entre economia circular e mercados de carbono.

Por fim, há de salientar que a proposta em questão promove a inovação dentro da indústria madeireira gerando uma gestão eficiente dos resíduos promovendo sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Deise et al. Aproveitamento de resíduo madeireiro em um município amazônico. **Biodiversidade**, v. 17, n. 2, 2018.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2006.

BISPO, Luiz Fernando Pereira. Aproveitamento de Resíduos da Arborização Urbana para a Fabricação de Brinquedos. 2017.

BOULDING, Kenneth E. A economia da futura nave espacial Terra. Em: **Qualidade ambiental em uma economia em crescimento**. RFF Press, 2013. p. 3-14.

BRASIL. Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 jun. 2024. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2024/decreto/D12082.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/D12082.htm). Acesso em: 10 jun. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Plano Nacional de Economia Circular 2025–2034. Brasília, DF: MDIC, 2025.

**BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022.** Brasília, DF, Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm). Acesso em: 20 fev. 2025.

**BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 3 ago. 2010.

**BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Institui o novo Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 28 maio 2022.

**BRASIL. Decreto nº 11.413, de 18 de janeiro de 2023.** Regulamenta dispositivos da Política Nacional sobre Mudança do Clima. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 19 jan. 2023.

**BRASIL. Lei nº 14.260, de 8 de dezembro de 2021.** Estabelece incentivos à indústria da reciclagem e cria fundos de apoio. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 dez. 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2021-2024/2021/lei/L14260.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2021-2024/2021/lei/L14260.htm). Acesso em: 07 jul. 2025.

**BRASIL. Lei nº 13.467, de 13 de julho de 2017.** Altera a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) para adequar a legislação às novas relações de trabalho. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 14 jul. 2017. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/L13467.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13467.htm). Acesso em: 07 jul. 2025.

CABREIRA, Mariane Pires. Classificação de resíduos de serraria e seu potencial de utilização. 2011.

CARVALHO, Matheus Vieira. *Análise econômica das opções de biometanização, compostagem e reciclagem para tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil*. 2021. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

COLUSSI, Fernando Augusto Melo. ODS 8 e o princípio da proteção no direito constitucional do trabalho. **Studi sui diritti emergenti**, p. 32, 2019.

**COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Análises do mercado.** Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 01 set. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Perfil da Indústria – Pará*. Brasília: CNI, 2022. Disponível em: <https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/pa>. Acesso em: 21 maio 2025.

**CREDCARBO. Créditos de carbono: valor por hectare em diversas culturas.** Disponível em: <<https://credcarbo.com/carbono/creditos-de-carbono-valor-por-hectare-em-diversas-culturas/?form=MG0AV3>>. Acesso em: 16 mar. 2025.

DA SILVA RIBEIRO, Renato Bezerra et al. Análise financeira da extração e beneficiamento de resíduos florestais pós-colheita na floresta nacional do tapajós. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 2, p. 567-573, 2019.

DONATO, Cláudio José; TAKENAKA, Edilene Mayumi Murashita. O Aproveitamento de resíduos de madeira para o desenvolvimento sustentável. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, Tupã**, v. 12, n. 4, 2016.

EMBRAPA; SEDAP. *Lançado em Belém programa para expansão da cadeia do açaí*. 25 jan. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/->

</noticia/9300926/lancado-em-belem-programa-para-expansao-da-cadeia-do-acai>.

Acesso em: 16 mar. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Compostagem*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/compostagem>. Acesso em: 10 jul. 2025.

EXMAM. Serviços de processamento de madeira. 2023. Disponível em: <http://www.exmam.com.br/>. Acesso em: 24 set. 2024.

FRANZOLIN, Cláudio José. Proteção Ambiental e direito do consumidor: para um consumo sustentável em construção. **Revista de Direito do Consumidor**, 2020.

FREITAS, Florence Cavalcanti Heber Pedreira de et al. Economia circular e reivindicações de nexos sociais. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 22, n. 5, p. e2023-0167, 2024.

FONTES, Paulo Jose Prudente de. Autossuficiência energética em serraria de Pinus e aproveitamento dos resíduos. 1994.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Dados revisados do déficit habitacional e inadequação de moradias nortearão políticas públicas*. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/dados-revisados-do-deficit-habitacional-e-inadequacao-de-moradias-nortearao-politicas-publicas>. Acesso em: 17 nov. 2024.

Fundo Internacional de Emergência para a Infância das Nações Unidas (Unicef). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Ainda é possível mudar 2030 [Internet]. [acesso em 27 jul 2024]. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>»<https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. Fundo de Cultura, 1959.

HÉRIZ, Ignacio Belda. **Economía circular: un nuevo modelo de producción y consumo sostenible**. Editorial Tébar Flores, 2018.

HILLIG, Éverton; SCHNEIDER, Vania Elisabete; PAVONI, Eloide Teresa. Geração de resíduos de madeira e derivados da indústria moveleira em função das variáveis de produção. **Production**, v. 19, p. 292-303, 2009.

HUMMEL, Antônio Carlos et al. A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados. **Belém: Imazon**, 2010.

ITÔ, Leandro Cesar Mazer et al. **Geração de energia elétrica a partir de resíduos sólidos urbanos**. 2014. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Base cartográfica digital contínua do Brasil: escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15761-base-cartografica-continua-do-brasil-escala-1-250-000.html>. Acesso em: 24 set. 2024.

KIEHL, Eraldo. Manual de compostagem: maturação e uso do composto. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2002.

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

**LENTINI, M.; SOBRAL, L.; NUNES, F. e CARVALHO, T. A evolução da atividade madeireira no estado do Pará: situação atual e perspectivas para o setor florestal no século XX**. Disponível em: <<https://timberflow.org.br/biblioteca>>. Acesso em: 03 de set. de 2024.

LEITÃO, Alexandra. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o século XXI. **Revista Portuguesa de Finanças, Gestão e Contabilidade**, v. 2, pág. 149-171, 2015.

**LOPES, Claudinei**. *Levantamento de custos para produção de biomassa florestal utilizando o método ABC (Activity Based Costing)*. 2017. Relatório final (MBA em Gestão Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Departamento de Economia Rural e Extensão, Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, Curitiba.

MACARTHUR, Fundación Ellen; NETWORK, CE100 Brasil. A circular economy in Brazil: an initial exploration. **Ellen MacArthur Foundation**, 2017.

MANIOCA. Farofas gourmetizadas. Disponível em: <https://maniocabrasil.com.br/farofas/>. Acesso em: 24 set. 2024.

MATA NATIVA. *A Supressão Vegetal Autorizada de Grandes Empreendimentos na Amazônia*. Disponível em: <<https://matanativa.com.br/supressao-vegetal-grandes-empreendimentos/>>. Acesso em: 03 de set. de 2024.

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Do berço ao berço: Refazendo a maneira como fazemos as coisas**. North Point Press, 2010.

NASCIMENTO, SM do; DUTRA, R. IJP; NUMAZAWA, Sueo. Resíduos de indústria madeireira: caracterização, consequências sobre o meio ambiente e opções de uso. **Holos Environment**, v. 6, n. 1, p. 08-21, 2006.

OLIVEIRA, Adna Caroline Vale; SILVA, Aline de Souza; MOREIRA, Ícaro Thiago Andrade. Economia circular: conceitos e contribuições na gestão de resíduos urbanos. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 44, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 24 set. 2024.

**PARÁ. Lei Ordinária nº 6.958, de 3 de abril de 2007.** Diário Oficial do Estado do Pará: seção 1, Belém, PA, v. 30.903, p. 10, 12 abr. 2007.

**PARÁ. Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia. Sinopse da Produção Mineral do Pará 2020.** Disponível em: <[https://www.sedeme.pa.gov.br/sites/default/files/sinopse\\_da\\_mineracao\\_v2020.pdf](https://www.sedeme.pa.gov.br/sites/default/files/sinopse_da_mineracao_v2020.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2025.

**PARÁ. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca. Programa de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Açaí (PRÓ-AÇAÍ).** Disponível em: <<https://sedap.pa.gov.br/index.php/node/84>>. Acesso em: 16 mar. 2025.

**PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA.** Instrução Normativa nº 24, de 14 de maio de 2009. Altera a Instrução Normativa nº 23/2009 que estabelece os índices de conversão de madeira junto ao CEPROF/SISFLORA. *Diário Oficial do Estado do Pará*, nº 31.419, 15 maio 2009. Disponível em: [Normas Brasil](#).

PASSINI, Aline Ferrão Custodio et al. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTUDO DE CASO DE UMA SERRARIA. 2019.

PEARCE, David W.; TURNER, R. Kerry. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Johns Hopkins University Press, 1989.

PEREIRA, Lauro Charlet; GOMES, Marco Antônio Ferreira. R's da Sustentabilidade: Repensar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar. **EcoDebate**, dez, 2017.

PERROUX, François. Les espaces économiques. **Economie appliquée**, v. 3, n. 1, p. 225-244, 1950.

SALES, Amanda. *Reciclagem, o que é? Origem, história e importância*. Disponível em: < <https://segredosdomundo.r7.com/reciclagem/>>. Acesso em: 03 de set. de 2024.

SEHNEM, Simone; PEREIRA, Susana Carla Farias. Rumo à economia circular: sinergia existente entre as definições conceituais correlatas e apropriação para a literatura brasileira. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v. 18, n. 1, p. 35-62, 2019.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. *Florestas do Brasil em resumo: 2013: dados de 2007-2012*. Brasília, DF: SFB, 2013. v. 188.

STAHEL, Walter R. **A economia circular: um guia do usuário**. Routledge, 2019.

STAHEL, WR; REDAY, G. O potencial para substituir a energia pela mão de obra, relatório à Comissão das Comunidades Europeias. **Comissão Europeia: Bruxelas, Bélgica**, 1976.

SUPPITZ, Leticia; CHECHI, Leticia Andrea; DREBES, Laila Mayara. *Compostagem como estratégia de sustentabilidade: relato de experiência sobre o programa Lixo Orgânico Zero*. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 18, n. 53, p. 180–192, 2022.

UNITED NATIONS. *Sustainable Development Goals*. Sustainable development knowledge platform. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300#>. Acesso em: 30 abr. 2025.

UNITED NATIONS. *United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm 1972*. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>. Acesso em: 30 abr. 2025.

VAZ JUNIOR, Silvio et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: uma abordagem sustentável. 2020.

VERÍSSIMO, Adalberto et al. Impactos da exploração madeireira e perspectivas para o manejo florestal sustentável em uma antiga fronteira amazônica: o caso de Paragominas. **Forest ecology and management**, v. 55, n. 1-4, p. 169-199, 1992.

VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; LENTINI, M. Pólos Madeireiros do Estado do Pará (em linha). 2013.

**WORLD ECONOMIC FORUM; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; MCKINSEY & COMPANY. *The new plastics economy: rethinking the future of plastics*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2016.** Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>. Acesso em: 28 mar. 2025.

ZAGO, Valéria Cristina Palmeira; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 02, p. 219-228, 2019.

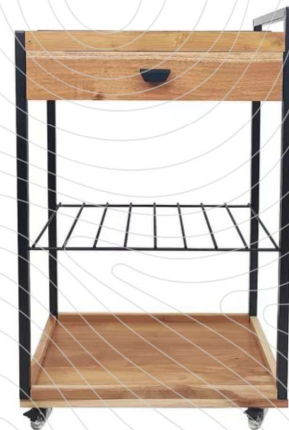
Sustainable Development Goals. Sustainable development knowledge platform. <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300#>. Acesso em: 30 abr. 2025.

### Anexo – Linha de Produtos (Grandes)



#### UTILIDADES DOMÉSTICAS

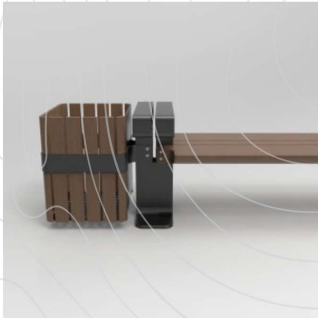
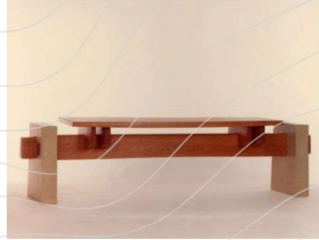
carro de churrasco  
carro de servir/auxiliar  
bancada de corte





# MOBILIÁRIO INSTITUCIONAL / URBANO

bancos  
mesas

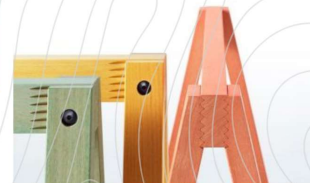
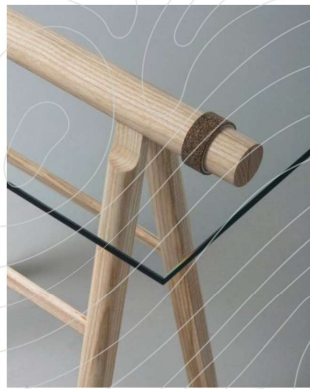


### Anexo – Linha de Produtos (Médios)



#### HOME OFFICE

mesa de escritório  
cavelete  
prateleiras



### Anexo – Linha de Produtos (Pequenos)



### UTILIDADES DOMÉSTICAS

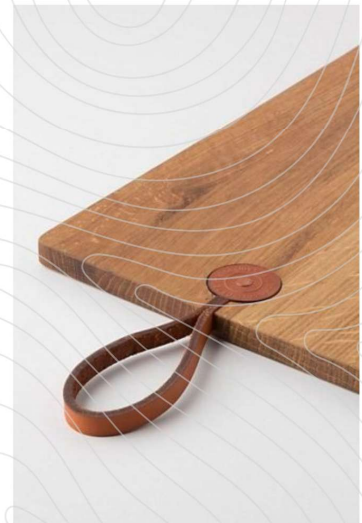
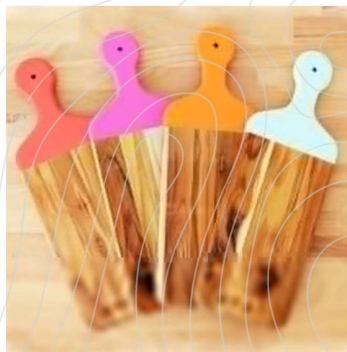
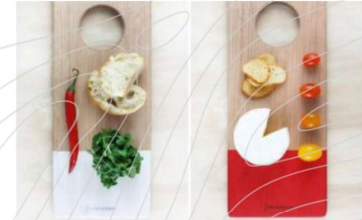
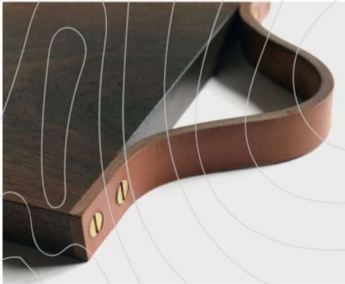
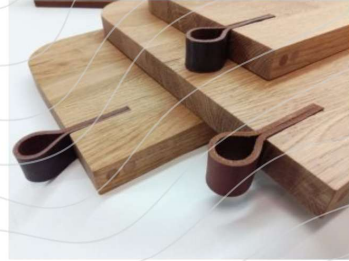
tábua de servir  
tábua de pão  
migalheira









# UTILIDADES DOMÉSTICAS

tábua de corte  
tábua de churrasco



### Anexo – Equipamentos para Aproveitamento de Madeira

Equipamento	Imagem	Preço
<p><b>Serra de Mesa Bosch GTS 254 1800W:</b> feita para aplicações difíceis, pois possui alto torque do motor e excelente capacidade de sobrecarga, garantindo cortes em materiais ásperos. É robusta e faz cortes precisos pois vem com uma mesa de aço com 35 mm de espessura e 1,001 de planura, garantindo aparência profissional, estabilidade e cortes precisos. Ela possui uma base de corte mais larga: no mesmo nível, suave para manipular, com extensão da mesa de 265 mm, proporcionando maior sustentação ao corte.</p>		R\$ 1.849,00
<p><b>Serra meia esquadria Bosch GCM 254:</b> oferece máxima precisão no corte e mais acessibilidade. Ajuste preciso graças à estrutura de travamento mais confiável e ao design aprimorado da mesa de base, grampo para fixação da peça de trabalho em 2 posições, além de mais facilidade em repetir cortes da mesma medida com o uso da régua de medição paralela.</p>		R\$ 1.739,00
<p><b>Tupia GOF 130 Bosch 1300W:</b> possui durabilidade insuperável pois acompanha sistema de proteção contra sobrecarga, auxiliando o operador em longas horas de trabalho, mais de 10.000 operações sem obstrução em ambiente empoeirado. A Tupia Bosch GOF 130 tem um motor potente de 1300W de potência garantindo o fresamento sem esforço com acabamento perfeito, oferece cortes fáceis e rápidos.</p>		R\$ 989,00
<p><b>Lixadeira Orbital Bosch GSS 23 AE:</b> a ferramenta desenvolvida para trabalhos de lixamentos que exijam qualidade de acabamento, graças ao seu motor. A órbita de lixamento de diâmetro de 2 milímetros garante o equilíbrio perfeito entre retirada de material e acabamento, para que você possa realizar lixamentos em distintos materiais. A ferramenta conta com regulagem eletrônica de oscilações por minuto e varia de 16000 a 21000 OPMs. A fixação das folhas de lixa na base de material reforçado é feita através do sistema Easy-Fit que garante uma troca rápida e fácil da lixa.</p>		R\$ 779,00

<p><b>Plaina Desengrosso 304mm 1650 Watts 2012nb Makita:</b> aplainamento de 30.4cm de largura x 2mm de profundidade, com motor de 1.65 kwatts de potência e velocidade mínima de rotação de 8500rpm e máxima de 8500rpm, vem com extrator de pó que contribui para um trabalho limpo e confortável e ainda permite ajustar a profundidade do corte.</p>	 A Makita 2012nb planer is a blue and white power tool. It features a large motor housing on the side, a top-mounted handle, and a front-mounted dust extraction system. The planer has a wide, flat base for the workpiece and a metal plate at the front for the cut material.	R\$ 3.979,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 9.335,00</b>

Fonte: <https://www.lojaboschferramentas.com.br/> e <https://www.makita.com.br/>