

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

ANA KARINE SANTOS DA SILVA

**ANÁLISE DO APROVEITAMENTO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
GERADOS NO PROCESSO DE DESDOBRO DE UMA SERRARIA UTILIZANDO A
FERRAMENTA PDCA**

Rio Largo – AL

2025

ANA KARINE SANTOS DA SILVA

**ANÁLISE DO APROVEITAMENTO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
GERADOS NO PROCESSO DE DESDOBRIO DE UMA SERRARIA UTILIZANDO A
FERRAMENTA PDCA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Florestal da Universidade Federal de
Alagoas, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharelado em Engenharia
Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Andréa de
Vasconcelos Freitas Pinto.

Rio Largo - AL

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S586a Silva, Ana Karine Santos da.

Análise do aproveitamento e gerenciamento de resíduos gerados no processo de desdobro de uma serraria utilizando a ferramenta pdca. / Ana Karine Santos da Silva. – 2025.

51 f.: il.

Orientador: Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Graduação em Engenharia Florestal, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

Folha de Aprovação

ANA KARINE SANTOS DA SILVA

Análise do aproveitamento e gerenciamento de resíduos gerados no processo de desdobro de uma serraria utilizando a ferramenta PDCA

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Florestal.

Aprovado em 05/05/2025

Banca examinadora

Documento assinado digitalmente
 ANDRÉA DE VASCONCELOS FREITAS PINTO
Data: 12/05/2025 13:43:54-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.(a) Dr.(a) Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto
Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 HUGO HENRIQUE COSTA DO NASCIMENTO
Data: 11/05/2025 12:25:06-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento
Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias

Documento assinado digitalmente
 RAQUEL ELVIRA COLA
Data: 09/05/2025 10:24:27-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Doutoranda Raquel Elvira Cola
Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais - ESALQ - USP

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ter me guiado, fortalecido quando só me havia fraqueza e me sustentado para enfrentar cada dificuldade encontrada em minha jornada. Sem sua presença constante e Vosso amor imensurável nada seria possível.

Todo o esforço foi guiado por um único objetivo: honrar e orgulhar minha família, que sempre foi a minha base e meu porto seguro. Em especial, agradeço à minha mãe, Katia, por todo esforço que precisou enfrentar para alcançar o melhor para si e para a família, à senhora, toda minha admiração e gratidão. Ao meu pai, Luiz, e aos meus irmãos que amo, Lucas, Karoline, Isabela e, aos meus grandes amores, Arthur e Davi, que Deus enviou ao mundo para abençoar ainda mais a família e me gerar a compreensão do que realmente deve ser valorizado. Agradeço aos meus tios, Eutemio, Erineide e Erinalda, e aos meus sogros, Pedro e Maria, por todo apoio e carinho. E ao meu querido companheiro, José, por caminhar ao meu lado com firmeza, amor, cumplicidade e ser abrigo.

A trajetória na universidade foi marcada por muitos desafios e aprendizados, que foram além do conhecimento técnico, mas também adquirir valores, amadurecimento e experiências que levarei por toda a vida. E ao longo dessa jornada tive a honra de aprender com professores que levarei com carinho em meu coração, em especial a minha incrível orientadora Andréa Pinto e as professoras Vânia de Sá, Regla Toujaguez, Marília Freitas e Tânia Voroncoff, que são mulheres e profissionais inspiradoras.

Sou profundamente grata aos amigos que estiveram ao meu lado, aos meus: Bárbara, Bianca, Éricson, Fernanda, Hemyly, Huá-sú, Inara, Júnior, Larissa, Ravis, Rayssa, Rosane e Rubiana por todo apoio, amizade e incentivo nos momentos bons e nos mais difíceis. A toda equipe da Diretoria de Arborização que me receberam de coração e tornam a rotina leve devido a troca afetuosa e verdadeira, em especial, a Karine Gabriela e ao Rosivan Mendes que são líderes excepcionais e nunca mediram esforços para me ajudar.

A todos que fizeram parte dessa jornada, o meu mais sincero obrigada.

RESUMO

O setor florestal possui grande relevância econômica, mas enfrenta desafios na gestão de resíduos, devido à vasta oferta de produtos e subprodutos madeireiros. Em Alagoas, os índices de recuperação são inferiores a 1%, evidenciando a necessidade de melhorias no gerenciamento de resíduos. A aplicação do ciclo PDCA permite identificar falhas e propor soluções sustentáveis de melhorias na gestão de resíduos sólidos. Este trabalho teve como objetivo analisar o aproveitamento e o gerenciamento de resíduos gerados no processo de desdobro de uma serraria localizada no município de Murici-AL, utilizando a metodologia PDCA. Para a avaliação, aplicou-se questionário e foi realizado avaliações *in situ* de dados qualitativos e quantitativos para análise dos fatores da serraria, que trabalha na fabricação de móveis rústicos e desempenadeiras. Foram avaliados o rendimento e perdas da madeira serrada, a geração de resíduos e os desafios na gestão desses materiais. Para a validação dos dados foi aplicado ANOVA ($p < 0,01$) para as variáveis resposta e os testes Kruskal – Wallis e Dunn. A análise mostrou que o rendimento da madeira varia de acordo com o tamanho da peça serrada recebida, sendo que peças maiores apresentaram rendimento de até 75%, enquanto peças menores apresentaram rendimento inferior a 50%, gerando uma quantidade maior de perdas. Os principais resíduos gerados são a serragem, maravalha, retilos de madeira e peças defeituosas. O estudo evidenciou a ausência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) na serraria e a inexistência de parcerias para a destinação adequada dos resíduos, o que acarreta acúmulo de material e a necessidade de pagamento para descarte. A metodologia PDCA foi aplicada para propor melhorias no processo, abrangendo as problemáticas encontradas, ações e metas para a soluções dos desafios encontrados na serraria. Essas ações visam otimizar o uso da matéria-prima, reduzir perdas, agregar valor aos resíduos e atender à legislação ambiental vigente.

Palavras-chave: setor florestal; resíduos madeireiros; rendimento; gestão ambiental; sustentabilidade.

ABSTRACT

The forestry sector holds significant economic importance but faces challenges in waste management due to the extensive supply of wood products and by-products. In Alagoas, recovery rates are below 1%, highlighting the need for improvements in waste management practices. The application of the PDCA cycle enables the identification of failures and the proposal of sustainable solutions for solid waste management. This study aimed to analyze the utilization and management of waste generated during the sawing process in a sawmill located in the municipality of Murici-AL, using the PDCA methodology. For the evaluation, a questionnaire was administered, and *in situ* assessments of qualitative and quantitative data were conducted to analyze factors related to the sawmill, which manufactures rustic furniture and trowels. The study evaluated lumber yield and losses, waste generation, and challenges in managing these materials. Data validation was performed using ANOVA ($p < 0.01$) for response variables, along with the Kruskal–Wallis and Dunn tests. The analysis showed that wood yield varies according to the size of the received sawn piece; larger pieces had yields of up to 75%, while smaller pieces had yields below 50%, resulting in higher losses. The main waste types generated include sawdust, wood shavings, wood trimmings, and defective pieces. The study revealed the absence of a Solid Waste Management Plan (PGRS) in the sawmill and the lack of partnerships for proper waste disposal, leading to material accumulation and disposal costs. The PDCA methodology was applied to propose process improvements, addressing the identified issues, actions, and goals to resolve challenges within the sawmill. These actions aim to optimize raw material use, reduce losses, add value to waste, and ensure compliance with current environmental legislation.

Keywords: forestry sector; wood waste; yield; environmental management; sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Processo de desdobro em serrarias	11
2.2 Potencialidades dos resíduos madeireiros	12
2.3 Legislação e normas relacionadas ao gerenciamento de resíduos madeireiros.....	13
2.4 Importância do gerenciamento eficiente de resíduos.....	15
2.5 Benefícios do uso do PDCA para o gerenciamento de resíduos.....	17
2.6 Impactos ambientais associados ao descarte inadequado de resíduos	20
METODOLOGIA	21
3.1 Área de estudo	21
3.2 Procedimentos Metodológicos	22
3.2.1 Cálculos para estimativa de rendimento e perda da serraria	23
3.2.2 Validação dos dados de rendimento e perda da serraria.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Caracterização da serraria.....	24
4.2 Dados sobre da matéria-prima	26
4.3 Porcentagem de rendimento e perdas na produção de desempenadeiras .	28
4.3.1 Validação dos resultados de rendimento e perda	31
4.4 Análise da produção e gerenciamento dos resíduos madeireiros	33
4.5 Perspectivas a respeito dos resíduos madeireiros	36
4.5 Análise dos fatores para sugestão de melhorias no gerenciamento dos resíduos madeireiros pelo método PDCA.....	37
5 CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS.....	40
APÊNDICE A – Questionário aplicado à serraria sobre a empresa, matéria- prima, resíduos madeireiros e seu gerenciamento	47

1 INTRODUÇÃO

O mercado florestal representa grande relevância na economia mundial devido ao fornecimento de uma diversidade de produtos e subprodutos madeireiros e não madeireiros, a fim de suprir as demandas crescentes da população. No Brasil, segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), o setor florestal representou 0,9% de participação no PIB (Produto Interno Bruto) nacional no ano 2023, e no ano de 2022 atingiu o recorde na cadeia produtiva do setor em mais de R\$107,0 bilhões de contribuição para o país (IBÁ, 2023, 2024). Para Pagel (2018) a produção florestal em Alagoas e industrialização dos seus produtos teria a capacidade de incrementar o PIB em aproximadamente 1,5% do PIB atual. Dados do Sistema Nacional de Informações Florestais (2023) mostram que o valor anual de produção florestal em Alagoas soma mais de 83 mil reais para o estado com a produção de 17 produtos de produtos madeireiros e não madeireiros, como a lenha, madeira em tora, produtos alimentícios, produtos aromáticos etc.

O cenário então apresentado, diante das perspectivas socioeconômicas e de mercado, evidenciam a importância de um melhor gerenciamento de resíduos do setor florestal. Para isso, a gestão sustentável é indispensável para viabilizar o mercado verde, em que, tem como objetivo incentivar uma mudança no comportamento do consumidor e no processo produtivo para alcançar os pilares de um mercado ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente justo. Para isso, alguns países desenvolveram políticas e leis destinadas ao uso sustentável de recursos para servir como base para a gestão florestal sustentável e a responsabilidade a respeito de seus resíduos (FAO, 2020). Nesse contexto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, é um marco regulatório no Brasil, pois estabelece princípios e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

O Relatório Estadual de Gestão de Resíduos aponta que Alagoas apresenta um índice de recuperação de resíduos inferior a 1%, em que entre o ano de 2015 a 2019, a maior taxa foi de 0,65% no ano de 2017, sendo assim, observa-se é uma taxa muito baixa de recuperação dos resíduos e esse dado demonstra a ineficiência na

gestão dos resíduos e a necessidade de ações para mudar esse cenário (SINIR, 2015 - 2019).

Mediante as problemáticas discorridas, surgem as ferramentas de gestão, como por exemplo, o ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar, Agir), que tem sido aplicado para a melhoria em diversos tipos de processos. A aplicação do ciclo PDCA no setor florestal permite identificar falhas nos processos produtivos e implementar ações corretivas, promovendo melhorias contínuas na gestão dos recursos naturais e na eficiência operacional (Gonçalves, 2020). Logo, no setor florestal, o uso do PDCA permite implementar melhorias contínuas no manejo dos recursos naturais, desde o planejamento da colheita e transporte até o destino dos resíduos. Ao incorporar o PDCA, as empresas conseguem não apenas reduzir impactos ambientais, mas também aumentar a eficiência e rastreabilidade da produção, tornando o setor mais competitivo e alinhado às exigências do mercado sustentável. Pensando nisso, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise do rendimento e no gerenciamento de resíduos madeireiros de uma serraria para analisar fatores a serem melhorados por meio da metodologia PDCA.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Processo de desdobro em serrarias

O processamento da tora ou torete de madeira é conhecido como desdobro, que tem como objetivo transformar a tora em madeira serrada a partir do corte. É utilizada uma ferramenta de serra que resulta a madeira em tábua, caibro, ripa, sarrafo, vigota, viga, prancha, pranchão e bloco, e que variam quanto as dimensões (espessura e largura) (CONAMA, 2009).

O desdobro da madeira pode ser realizado de diferentes formas, dependendo do método empregado pelas serrarias, porém, os métodos mais comuns são os desdobros tangenciais, radiais e mistos. O desdobro tangencial é realizado a partir do corte da tora no sentido tangencial às camadas dos anéis de crescimento da madeira, e o radial é o corte realizado perpendicular aos anéis de crescimento (Ferreira *et al.*, 2005). De acordo com o método utilizado, há uma influência no rendimento de peças serradas, conforme observado no trabalho de Juízo, Rocha e Rafael (2018), em que compararam os tipos de desdobros com o rendimento e qualidade de madeira da espécie conhecida popularmente por Umbila (*Pterocarpus angolensis* DC.), no qual foi destacado que houve rendimento maior no desdobro tangencial de madeira serrada do que no desdobro radial.

Portanto, o rendimento em madeira serrada depende de fatores que estão relacionados às características da madeira a ser processada, como densidade, teor de umidade, propriedades químicas e disposição dos elementos estruturais, além dos fatores operacionais do desdobro, como tipo equipamento utilizado, tensão da lâmina de corte, espaçamento entre os dentes da serra, entre outros (Benchimol, 1996). De acordo com Junior *et al.* (2017), faz-se necessária a adoção de um bom planejamento para as operações de desdobro das madeireiras e serrarias, pois alguns fatores como nível tecnológico, nível de experiência e especialização dos funcionários também podem afetar diretamente no rendimento do empreendimento.

O coeficiente de rendimento em madeira serrada é um parâmetro importante para avaliação de produtividade para as serrarias por se tratar da porcentagem de aproveitamento da tora de madeira, que segundo Minini *et al.* (2021), pode ser calculada a partir da relação:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Volume em madeira serrada (m}^3\text{)}}{\text{Volume de tora (m}^3\text{)}}$$

Portanto, quanto maior for o rendimento, maior o lucro da serraria por cada tora de madeira. Tal coeficiente foi estimado por Carvalho *et al.* (2019) em uma serraria de desdobro de toras de Eucalipto (*Eucalyptus spp.*), que avaliou a classe diamétrica, conicidade, comprimento de toras e os tipos de desdobros (tangencial e radial). Para a determinação do volume, que é aplicado ao cálculo do coeficiente de rendimento da serraria, foram mensuradas as larguras, espessuras e o comprimento para o cálculo de rendimento por peça e, posteriormente, calculou-se o rendimento das mesmas. Com isso, os autores conseguiram identificar que as maiores classes de diâmetro das toras, conicidade e o tipo de desdobro influenciam diretamente no rendimento final de madeiras serradas. Mendoza *et al.* (2019) também avaliaram o coeficiente de rendimento de toras em uma madeireira de desdobro de madeiras da Amazônia utilizando um modelo estatístico de regressão beta, em que observaram que o rendimento variou de acordo com a espécie, conicidade e as dimensões das toras. Por isso, é importante avaliar qual a melhor técnica de desdobramento e os fatores relacionados a qualidade da madeira para obter maior rendimento.

De acordo com Nascimento (2021), outro ator que pode influenciar no rendimento final da madeira serrada é o tempo de exploração até chegar na serraria para o processo de desdobro, já que a madeira pode ter sua qualidade afetada pelos fatores ambientais. O autor ainda cita que o rendimento pode ser afetado pelo transporte das madeiras, pela exploração e pela capacidade de desdobramento da serraria.

2.2 Potencialidades dos resíduos madeireiros

O aproveitamento de resíduos madeireiros promove apenas benefícios para uma empresa, por gerar maior eficiência no uso da matéria-prima, agregar valor aos resíduos, reduzir os custos e mitigar impactos ambientais por meio da redução do descarte e desperdício do material. Os resíduos madeireiros possuem grande potencial dentro do mercado devido a sua vasta utilidade, como por exemplo, para a produção energética, para a adubação, fabricação de painéis de madeira (MDF e MDP), artesanatos, forragem para animais e entre outros (Mathe, 2023).

Entre as potencialidades dos resíduos madeireiros, destaca-se o uso para fins energéticos, pois são mais utilizados dentro dos processos produtivos industrial em formas de cavacos, lenha, serragem, carvão vegetal, pellets e briquetes. Trabalhos como de Ribeiro *et al.* (2022), Almeida *et al.* (2020) e Santos *et al.* (2019), mostram essas potencialidades a partir de estudos voltados a avaliação das propriedades dos resíduos a partir da determinação do poder calorífico, análise química, umidade, densidade, regularidade térmica etc.

Outro mercado importante no aproveitamento de resíduos é o de fabricação de painéis, que dependendo das características da espécie utilizada pode ser favorável para a fabricação de painéis de madeiras. Para a avaliação dessas características Borges (2019), analisou propriedades como a umidade, inchamento, absorção, resistência à flexão, densidade, condutividade térmica e a morfologia dos compostos da matéria-prima para avaliar a potencialidade do resíduo para a produção de painéis de fibras. Trabalhos de Santos (2024) e Mendonza *et al.* (2021) mostram que a utilização dos resíduos madeireiros com a adição adesivos são promissores dentro da indústria de painéis, devido as suas propriedades satisfatórias.

Com isso, o aproveitamento permite tornar o resíduo a um subproduto para benefícios econômicos e ambientais, transformando passivos ambientais em ativos econômicos, além de promover a sustentabilidade.

2.3 Legislação e normas relacionadas ao gerenciamento de resíduos madeireiros

Diante da crise ambiental vivenciada, é necessário adotar iniciativas para mudar os padrões de vida da sociedade e dos métodos de produção, a fim de minimizar os impactos gerados ao meio ambiente. Para isso, motiva-se a adoção de novas práticas sustentáveis dentro dos processos de produção, buscando alternativas que cumpram os princípios constitucionais ambientais e o desenvolvimento da economia verde, gerando lucro com sustentabilidade (Limmer, 2015).

A Política Nacional do Meio Ambiente, conforme o artigo 2º da Lei de Nº 6.938/1981, tem o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental promovendo o desenvolvimento socioeconômico atendendo uma série de princípios,

entre eles, o incentivo ao estudo e à pesquisa de métodos para racionalizar e proteger os recursos ambientais com a adoção de novas tecnologias. Esta Lei estabelece o potencial de poluição conforme o grau de utilização dos recursos naturais, que varia de acordo com o porte da empresa, sendo assim, a Indústria Madeireira, definida por “serraria e desdobramento de madeira; preservação de madeira; fabricação de chapas, placas de madeira aglomerada, prensada e compensada; fabricação de estruturas de madeira e de móveis”, se enquadra na classificação média de atividades potencialmente poluidoras (Brasil, 1981).

A Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em seu Artigo 3º, inciso XVI, define resíduos sólidos como:

“Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (Brasil, 2010).

A PNRS é uma lei fundamental para o gerenciamento dos resíduos sólidos, por desenvolver ações de responsabilidade ambiental aos geradores de resíduos por meio de instrumentos, objetivos e metas definidos pelo Governo Federal. Seu propósito é promover o desenvolvimento sustentável, o princípio da prevenção e precaução, tornar compreensível que o resíduo poder ser reutilizado e reciclado a fim de melhorar a qualidade de vida e reduzir os impactos ambientais, etc. Entre os objetivos da PNRS, destaca-se o incentivo da reciclagem por parte das indústrias, afim de fomentar o uso de matérias-primas e seus derivados e o incentivo ao desenvolvimento de gestão ambiental dentro das empresas para o reaproveitamento destes. De acordo com o Artigo 8º, inciso IX e XVIII, dos instrumentos definidos, tem-se os incentivos fiscais, financeiros e creditícios, bem como a criação de termos de compromisso e de ajustamento de conduta para as empresas assumirem a responsabilidade de destinar adequadamente seus resíduos, o que seria ideal para o gerenciamento. Porém, sabe-se que muitas empresas não exercem tal papel e muitas vezes fazem o descarte irregular de seus resíduos. Entretanto, com base na Lei Nº 9.605/1998, considera-se crime ambiental para aqueles que destinam seus resíduos sólidos, líquidos ou gasosos de forma inadequada, sendo passível de reclusão de cinco anos, caso haja irregularidade (Brasil, 1998).

A Resolução CONAMA Nº 411/2009, que foi posteriormente alterada pelas Resoluções Nº 474/2016 e Nº 484/2018, trata sobre os procedimentos para inspeção dos empreendimentos voltados para a produção de produtos e subprodutos florestais madeireiros, incluindo o carvão vegetal e a geração de resíduos provenientes de serraria. Esta Resolução é uma das diretrizes mais importantes a respeito dos resíduos madeireiros, pois define e estabelece quais os tipos de resíduos gerados, determina os coeficientes de rendimento de madeira serrada e seus respectivos resíduos, além de indicar a metodologia para o estudo de rendimento de serrarias e madeireiras (CONAMA, 2009, 2016, 2018).

E para o gerador se adequar as exigências legais é preciso estar de acordo com a NBR 10004/2024, que dita os padrões e critérios obrigatórios para uma adequada gestão e, assim, promover a sustentabilidade, saúde pública e medidas para reduzir os impactos ambientais (ABNT, 2024).

2.4 Importância do gerenciamento eficiente de resíduos

O gerenciamento de resíduos é um grande desafio enfrentado mundialmente, por ser provocado por diversos fatores que envolvem aspectos sociais, econômicos, políticos, ambientais, etc. O crescimento populacional é um dos fatores que influencia no gerenciamento de resíduos por se tratar de uma relação proporcional em que, quanto maior o índice populacional, maior quantidade de resíduos são gerados. E, tendo em vista a última projeção a respeito da perspectiva da população mundial realizada pelas Nações Unidas, acredita-se que a tendência da população mundial é de crescimento, atingindo o pico no ano de 2080 com cerca de 10,3 bilhões de pessoas. Já a estimativa para o Brasil em atingir o pico populacional é entre o ano de 2025 até 2054, com a probabilidade de alcançar esse pico no ano de 2040, tendo cerca de 220 milhões de pessoas, pelo país estar na fase final da transição demográfica (Nações Unidas, 2024).

Dados do Banco Mundial (2018) mostram que são gerados 0,79 quilos de resíduos sólidos por pessoa por dia, sendo estimada a produção de 2,24 bilhões de toneladas de resíduos, apenas no ano de 2020. No ano de 2050, espera-se um aumento de 73%, passando para 3,88 bilhões de toneladas, caso não haja mudança no comportamento da sociedade.

O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil do ano de 2024 mostrou que o país gera em média 81 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos por ano, o que corresponde a 221 mil toneladas de resíduos sendo gerados por dia e aproximadamente 382 quilogramas por habitante ao ano. Cerca de 6,7 milhões de toneladas de material foram reciclados no ano de 2023, sendo 67,2% reciclados por coletores informais e 32,8% dos resíduos reciclados por serviços públicos (ABREMA, 2024). Com isso, torna-se indispensável o desenvolvimento de estratégias no gerenciamento mais eficaz para auxiliar os países a se tornarem mais sustentáveis para garantir saúde, segurança e meio ambiente para a população.

A gestão de resíduos é fundamental para garantir melhoria nas condições ambientais, sendo um dos fatores encontrados dentro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) do Brasil. As ODS's são importantes para a proteção do meio ambiente, erradicação da pobreza e melhoria das condições climáticas, sabendo que uma má gestão de resíduos pode influenciar negativamente no aquecimento global, que é uma das temáticas mais preocupantes da atualidade. Este fato porque, de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a temperatura mundial ultrapassou os níveis pré-industriais e as emissões de gases de efeito estufa, com o aumento de 1,5°C na temperatura global.

Dentro das ODS's, tem-se o objetivo 11, relacionado às cidades e comunidades sustentáveis, que menciona a gestão de resíduos como uma das metas a serem alcançadas, onde: “Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo *per capita* das cidades, inclusive **prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros**” (Nações Unidas, 2015a, grifo próprio). Já o objetivo 12, que se refere ao consumo e produção responsáveis, que visa alcançar um manejo adequado de produtos químicos e resíduos, e também é citado como objetivo de “Até 2030, **reduzir substancialmente a geração de resíduos** por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso” (Nações Unidas, 2015b, grifo próprio).

De acordo com a Associação Internacional de Resíduos Sólidos, o gerenciamento de resíduos necessita de componentes importantes para promover o desenvolvimento sustentável e atingir os objetivos, como a boa governança, sendo transparente, inclusiva e de confiança, que tenha investimento, com diálogo e promova pesquisa e ações colaborativas. E para isso é importante garantir serviços de coleta e tratamento de resíduos disponíveis para a toda a população e desenvolver

a economia circular para viabilizar ações de prevenção, redução e reutilização de resíduos (ISWA, 2022).

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR, 2019), o Brasil gerou um total de 84.458.258,64 toneladas de resíduos sólidos urbanos apenas no ano de 2019, sendo destinados 54.042.554,50 toneladas para diversos fins, representando cerca de 64% dos resíduos totais urbanos. Destinou-se os resíduos para o aterro sanitário (73,76%), lixões (11,43%), aterro controlado (11,0%), reciclagem (2,99%), compostagem (0,56%) e unidade de manejo de galhadas e podas (0,26%). Para gerenciar os resíduos, utiliza-se um método que leva em consideração a prioridade das ações, que se inicia com a não geração, a redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, a destinação dos rejeitos (Nascimento *et al.*, 2015).

Conforme o Inventário Estadual de Gestão de Resíduos do ano de 2019, Alagoas apresentou um índice de recuperação de resíduos de apenas 0,38%, que pode ser calculado pelo somatório de reutilização, reciclagem e recuperação energética com a relação da geração de resíduos urbanos, portanto, observa-se que foi uma taxa muito baixa de recuperação dos resíduos. A meta para 2022 era de reciclar 1.800 toneladas, porém, se alcançou apenas a metade do estabelecido, no entanto uma das metas alcançadas foi a eliminação e recuperação dos lixões, no ano de 2018, em que foram eliminados 102 lixões do estado (SINIR, 2019a, 2020).

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas foi elaborado apenas no ano de 2016 com o objetivo de traçar ações para a gestão dos resíduos por meio de estudos técnicos, perspectivas de cenários, diretrizes e estratégias para auxiliar a implementação da gestão de resíduos sólidos no estado (SEMARH, 2016).

2.5 Benefícios do uso do PDCA para o gerenciamento de resíduos

O ciclo PDCA é uma ferramenta para o gerenciamento de processos e/ou sistemas que pode ser utilizada para melhorias ou soluções de problemas. A sigla vem do inglês *Plan* (Planejar), *Do* (fazer), *Check* (cheçar) e *Action* (Agir). Esta ferramenta foi desenvolvida em meados de 1920 pelo físico, engenheiro e estatístico norte-americano Walter Andrew Shewhart que, na outra década, ficou popularmente conhecido por meio do norte americano e estatístico William Edwards Deming, pois

ambos se tornaram referências no setor de qualidade devido ao sucesso após introduzirem o método dentro dos processos de qualidade industriais do Japão (Moreira et al., 2021; Ito; Terrini, 2023). Conforme Souza (2022), o ciclo PDCA consiste em desenvolver quatro etapas que podem ser descritas como:

- Planejar: a primeira etapa é a de planejamento, que é fundamental para investigar os problemas e mapear as suas possíveis causas, portanto, faz-se necessário identificar detalhadamente todo o processo para realizar uma análise precisa para o planejamento estratégico das soluções;
- Fazer: esta etapa ocorre após o planejamento, em que é realizada a implementação do plano de ação para resolver alguma necessidade que foi identificada. Para isso, é necessário monitorar as ações executadas seguindo o plano de ação, dentro dos prazos pré-estabelecidos na etapa de planejamento;
- Checar: esta fase consiste em avaliar se foi possível atingir os resultados esperados, a partir da avaliação dos resultados obtidos, por meio de um gráfico de controle, assim como a detecção dos problemas persistentes;
- Agir: por fim, realiza-se a análise completa de todo o ciclo para verificar quais ações obtiveram efeito favorável e quais foram ineficazes, a fim de estabelecer ajustes ou replanejamento de novas estratégias para a melhoria contínua da qualidade dos processos e, assim, apontar padronizações dentro destes processos para evitar erros.

O PDCA é uma excelente opção para a avaliação de qualidade dentro das empresas, pois permite identificar as causas de problemas que ocasionalmente possam ocorrer e indicar ações para eliminar tais erros dentro dos processos, a fim de alcançar melhoria contínua da empresa (Akkari, 2018). Segundo Andrade (2013), além de ser utilizada para a gestão de serviços, a ferramenta pode ser aplicada no gerenciamento de rotina de determinada atividade, pois é uma ferramenta dinâmica para resolução de problemas críticos de diversas naturezas. Sendo assim, a metodologia pode ser empregada em vários contextos organizacionais e atividades, e existem diversos trabalhos utilizando o PDCA, como por exemplo, para a gestão escolar, voltado na melhoria da qualidade da educação (Sena, 2023; Machado *et al.*, 2023; Silva; Gonçalves, 2024), na avaliação dos serviços de saúde hospitalar (Araújo

et al., 2023; Jesus; Trindade; Milão, 2024; Alves *et al.*, 2024), a gestão de atividades agropecuárias (Castillo, 2003; Longaray *et al.*, 2017), entre outros.

A ferramenta PDCA também é eficaz no gerenciamento de resíduos para implementar medidas mitigadoras de impactos ambientais e desenvolver ações mais sustentáveis. Como Baccarin e Oliveira (2024), que utilizaram o método para gerenciar o Plano de Gestão Ambiental (PGA) de um órgão municipal do Estado de São Paulo, e analisaram a elaboração do PGA, quantificaram o consumo de copos descartáveis pelos funcionários, realizaram o diagnóstico do descarte dos resíduos, definiram a quantidade de coletores e quantificaram o desperdício de papel de escritório. Os resultados foram satisfatórios pois, com a implementação de medidas, foi possível sanar a maior parte dos problemas encontrados, com exceção do uso de copos plásticos, que de acordo com os autores, apenas houve uma redução do uso.

Diniz *et al.* (2023) utilizaram o relatório A3, que é um método que aponta uma série de procedimentos para a compreensão dos problemas, sendo baseado no ciclo PDCA, e avaliaram a gestão dos resíduos sólidos urbanos no município de Betim-MG. Os autores afirmaram que o método foi inovador e auxiliou o gerenciamento de resíduos para atender as demandas necessárias de melhorias do município. Nesse mesmo contexto, Fratta *et al.* (2018) afirmam que a ferramenta PDCA também trouxe benefícios para a gestão dos resíduos, pois foi utilizada para avaliar as ações de educação ambiental e para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos com o objetivo de buscar a mudança de comportamento da população da região do ABC Paulista.

A fim de realizar uma análise dos impactos ambientais causados dentro do processo de fabricação de calçados, Cultri (2021) utilizou o PDCA para identificar problemas quanto aos aspectos poluentes e compreender as ações mais adequadas para a tomada de decisão para a gestão ambiental da empresa estudada.

Um trabalho realizado por Souza *et al.* (2017) permitiu comprovar que o uso do Ciclo PDCA em microempresas é eficaz por gerar resultados positivos dentro delas, independente das atividades exercidas. Os autores utilizaram o programa 5S juntamente com o PDCA e definiram, na fase de planejamento, que o intuito seria melhorar o ambiente de trabalho, otimizar os processos e padronizar as atividades de uma microempresa do estudo em questão.

Diante do exposto, compreende-se que a ferramenta PDCA tem múltiplas aplicabilidades que são eficazes, não apenas para a gestão de processos, mas também para a melhoria da qualidade de atividades em geral, podendo inclusive contribuir para a mudança de comportamentos organizacionais e individuais.

2.6 Impactos ambientais associados ao descarte inadequado de resíduos

A gestão inadequada dos resíduos pode provocar uma série de consequências que não só afetam ao ambiente, mas também a saúde humana. A sociedade vive com uma infinita necessidade de consumo de bens e recursos, por isso, quando a sociedade é consumista, maiores quantidades de resíduos sólidos são geradas, por se tratar de uma relação direta entre o consumo e o descarte.

O descarte, quando inadequado, provoca impactos negativos ao meio ambiente. Nesse contexto, Martins e Ribeiro (2021) afirmam que o consumo da população de forma não moderada influencia diretamente no desequilíbrio ecológico, devido à demasiada exploração dos recursos naturais para a produção de matérias-primas, provocando fortes impactos ambientais. Além disso, os autores mencionam a falta de administração pública como um elemento importante na gestão inadequada de resíduos sólidos.

De acordo com a PNRS (2010), a definição de disposição final adequada está contida no Artigo 3º, inciso VIII:

“[...] distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; [...]”.

Uma das formas de destinação inadequada dos resíduos urbanos são os chamados lixões a céu aberto, que foram proibidos após a PNRS de 2014, como já mencionado anteriormente. Esse tipo de destinação é totalmente inapropriada porque provoca uma série de danos ambientais como a contaminação do solo, do ar e da água, e compromete à saúde humana devido a proliferação de vetores de doenças, além da poluição visual (Fonseca; Oliveira; Leite, 2024).

A composição do resíduo é um importante parâmetro para definir a destinação e o tratamento adequado, já que diferem quanto a composição gravimétrica, sendo composto, em sua maioria, material orgânico (48,30%), plástico (16,80%), rejeitos, que são os resíduos sanitários (15,50%), papel e papelão (10,40%), têxteis, couros e borrachas (5,60%), vidro (2,70%), metais (2,30%) e embalagens com multicamadas

(1,40%). Com esses diferentes tipos de resíduos são avaliadas estratégias e soluções para que ocorra a destinação da forma mais adequada possível, sem causar grandes impactos negativos ao ambiente.

Para melhor gerir os resíduos é necessário implementar a coleta seletiva nas cidades, que é definida pela PNRS como “a coleta dos resíduos sólidos previamente separados, de acordo com a sua constituição ou composição”. E a responsabilidade de investir em coleta seletiva são os órgãos municipais que precisam elaborar seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, assim como seus objetivos, metas e ações (MMA, 2022).

METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada em uma serraria situada no município de Murici- AL, que possui uma área territorial de 418,028 km², sendo apenas 3,55 km² de área urbanizada, com 25.187 habitantes e densidade demográfica de 60,25 habitantes por km² (IBGE, 2022). O último censo do IBGE, referente ao ano de 2021, apontou que o município apresentou o PIB *per capita* de 20.687,62 reais, sendo sua economia fortemente influenciada pela agropecuária, principalmente na produção de cana-de-açúcar, mandioca e banana. Esses cultivos representam 49,35% do Valor Adicionado Bruto (VAB), seguindo da oferta de serviços, que representa 45,76% do VAB e o setor industrial com 4,89% (Alagoas, 2023).

A serraria analisada no presente estudo é de pequeno porte, onde o estabelecimento possui uma área de 136 m², contando atualmente com um total de cinco colaboradores e atua no mercado desde 2018, no município de Murici. A empresa trabalha com a produção de móveis rústicos (Figura 1A e 1B) como mesas, bancos e mesas de centro. E o foco principal de sua atividade comercial é a fabricação de desempenadeira (Figura 1C), que é um instrumento manual muito utilizado na construção civil para acabamentos de superfícies. Em respeito à confidencialidade, o nome da empresa não será divulgado.

Figura 1 - Móveis fabricados pela serraria localizada no município de Murici, Alagoas. (A) Mesa e banco de madeira em processo de acabamento; (B) Mesa de madeira disponível para a entrega; (C) Desempenadeiras de madeira.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

3.2 Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho consistiu em avaliar a geração de resíduos madeireiros de uma serraria para compreender o funcionamento da empresa; avaliar o coeficiente de rendimento e perdas em peças serradas; e identificar os tipos de resíduos gerados e sua destinação final, a fim de mapear os principais desafios enfrentados para propor melhorias na gestão de resíduos, por meio da metodologia PDCA. A metodologia baseou-se na aplicação de questionário (Apêndice A), via *Google Forms*, para compreender a perspectiva do proprietário da serraria a respeito da matéria-prima, dos resíduos madeireiros e o seu gerenciamento. E foi realizada a coleta de dados quantitativos, por meio da mensuração das madeiras serradas, e os dados qualitativos, como o tipo de peça serrada, tipos de produtos ofertados, perspectiva do proprietário, tipos de resíduos gerados e problemáticas encontradas na serraria, por meio da avaliação das características observadas *in situ*.

3.2.1 Cálculos para estimativa de rendimento e perda da serraria

As estimativas das unidades de produto acabado por tamanho foram calculadas a partir da relação baseada no número máximo de desempenadeiras por tamanho de peça serrada. Inicialmente, foi calculado o volume por tipo de peças, a partir das dimensões (Tabela 3), que representa o volume em m³ por tipo de produto, como mostra abaixo.

$$\text{Volume por tipo de produto} = \text{Comprimento} \times \text{largura} \times \text{espessura}$$

Após o cálculo do volume por tipo de produto, realizou-se a estimativa de unidades por tipo de produtos utilizando como referência a quantidade máxima de desempenadeiras por tamanho de peças, portanto, usou-se a relação do volume por tipo de produto e o volume médio (Tabela 2) por tamanho de peças serradas.

$$\text{Volume/peça} = \frac{\text{Volume por tipo de produto (m}^3\text{)}}{\text{Volume médio (m}^3\text{)}}$$

∴

$$\text{Volume para T1} = \frac{\text{Volume por tipo de produto (m}^3\text{)}}{0,0340 \text{ m}^3}$$

$$\text{Volume para T2} = \frac{\text{Volume por tipo de produto (m}^3\text{)}}{0,0199 \text{ m}^3}$$

O volume útil se refere ao volume por tipo de produto e a quantidade fabricada para cada tipo de peça serrada. E foi estimada a partir da multiplicação do volume para T1 e T2 e as suas respectivas quantidades de desempenadeiras por tipo de produto.

$$\text{Volume útil} = \text{Volume por tipo de produto (m}^3\text{)} \times \text{unidades.}$$

Por sua vez, o rendimento foi calculado a partir da relação do volume útil e o volume médio por tamanho de peças (T1 e T2), conforme Carvalho (2018) e Baldin et al. (2019).

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Volume útil (m}^3\text{)}}{\text{Volume médio (m}^3\text{)}} \times 100$$

O cálculo de perdas foi calculado pela subtração do rendimento, como mostra a seguir.

$$\text{Perdas (\%)} = 100 - \text{rendimento}$$

No entanto, essas estimativas são para compreender melhor o rendimento por tamanho e tipos de peças serradas, já que a empresa não possui essa mensuração.

3.2.2 Validação dos dados de rendimento e perda da serraria

As variáveis para a análise dos dados foram o rendimento, perda e a diferença entre o rendimento e a perda de matéria-prima. Para a validação dos efeitos dos fatores tamanho de peça serrada e tipo de desempenadeira sobre as variáveis resposta, utilizou-se o Software R para realizar a análise de variância (ANOVA) em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com fatorial (5x2) e três repetições.

Os dados foram avaliados quanto a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk, devido a não normalidade, foram aplicados os testes não paramétricos: Kruskal-Wallis para cada fator, e quando significativo, o teste de Dunn com ajuste de Bonferroni para comparações múltiplas, para confirmar os resultados da ANOVA a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

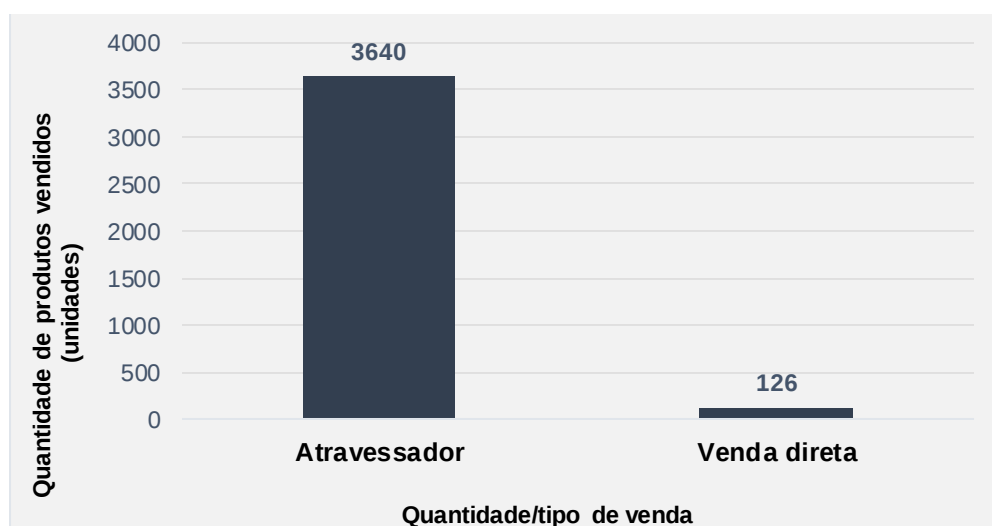
4.1 Caracterização da serraria

A comercialização dos móveis rústicos ocorre exclusivamente por venda direta da empresa para o comprador, em que é feita por meio de encomenda. Já a venda das desempenadeiras ocorre por venda direta para lojas de construções, mas, principalmente, por intermédio de atravessadores, que compram os produtos e revendem em casas de construções.

Como observado no Gráfico 1, a venda a partir de atravessadores é bem superior à venda direta pela serraria, o que representa cerca de 97% de comercialização por meio de atravessadores e apenas 3% de venda direta. Isso ocorre porque os atravessadores comercializam em vários municípios de Alagoas e

também de Pernambuco, e conseguem atender um número maior de compradores. Já a serraria tem o fator limitante da logística de entregas, portanto, só atende os municípios de Maceió, Rio Largo e União dos Palmares. Essa forma de comercialização influencia diretamente no lucro por desempenadeiras vendidas, já que vendem com o preço menor para os atravessadores em comparação com as vendas diretas para as lojas. Porém, dentro da realidade da serraria, ainda não é viável economicamente investir em vendas diretas por não possuir transporte próprio, além de precisar mais colaboradores para atender a demanda de produção e entregas.

Gráfico 1 – Quantitativo de vendas por atravessadores e vendas diretas de uma serraria localizada no município de Murici, Alagoas.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

A venda por atravessadores é comum no estado, Araújo (2021) cita que a comercialização por atravessadores é um fator historicamente presente em Alagoas, onde atuam com a revenda de produtos de cooperativas, microempresas e de agricultura familiar. Porém, nem sempre são positivos dentro do processo de comercialização, dado a baixa lucratividade do produtor e fabricante. Silva e Borges (2020) destacaram este ponto em sua pesquisa a respeito dos fatores socioeconômicos que interferem na venda de produtos da agricultura familiar do município de Arapiraca-AL. Eles afirmam que a venda por atravessadores interfere negativamente no lucro final do produtor e, com isso, a ideia de muitos produtores e fabricantes seria aumentar o número de venda direta e reduzir a venda por atravessadores, como também citado por Filho (2023).

Ao total, sete atravessadores buscam o material na serraria e vem de cidades como Maceió, Rio Largo, Porto Calvo e Garanhuns. A compra dos produtos é feita mensalmente e eles revendem dentro e fora de Alagoas, como mostra a Tabela 1. Para a serraria é interessante a revenda por parte dos atravessadores, já que conseguem vender um grande número de peças e atender a demanda de vários municípios do estado, bem como fora do estado. Como pode ser observado, a maior parte da venda e revenda acontece dentro de Alagoas e apenas em três municípios de Pernambuco. Como a venda dos móveis rústicos apenas ocorre por encomenda, não há muita saída do produto, e como supracitado, a logística de entrega compromete a venda da empresa. Isso faz com que só consigam vender os móveis para cidades vizinhas como Maceió, União dos Palmares, Messias, Rio Largo e Flexeiras.

Tabela 1 - Áreas de comercialização de móveis rústicos e desempenadeiras de uma serraria localizada no município de Murici, Alagoas.

Cidade	Estado
Barra de São Miguel	AL
Branquinha	AL
Flexeiras	AL
Maceió	AL
Maragogi	AL
Messias	AL
Murici	AL
Paripueira	AL
Rio Largo	AL
União dos Palmares	AL
Barreiros	PE
Garanhuns	PE
São José da Coroa Grande	PE

Fonte: elaborado pela autora (2025).

4.2 Dados sobre da matéria-prima

A empresa trabalha apenas com madeira de *Artocarpus heterophyllus* Lam., popularmente conhecida como jaqueira. É uma espécie arbórea da família Moraceae, de origem exótica, que foi introduzida no Brasil e hoje pode ser encontrada em várias regiões e tipos de vegetações como Floresta Ombrófila Estacional Semidecidual,

Floresta Ombrófila Mista, Savana Amazônica e em áreas antropizadas (Mattos; Gaglioti, 2025).

A madeira de jaqueira possui características favoráveis para a indústria moveleira devido às propriedades físicas e mecânicas que conferem qualidade para a matéria-prima, como por exemplo, o bom desempenho das contrações lineares da madeira, um bom coeficiente de anisotropia e a baixa densidade, que a torna mais fácil de ser desdobrada. Porém, é possível encontrar madeiras com densidade média, como no trabalho de Thomes (2018), onde foi analisado que a densidade da espécie foi de 0,620 g/cm³. Já em relação às propriedades mecânicas, tem-se que a madeira possui resistência mecânica e resistência à dureza mediana, que são características satisfatórias para a produção de móveis (Xavier *et al.*, 2023).

As madeiras são fornecidas em sua maioria no próprio município de Murici, mas também são compradas nos municípios vizinhos, como União dos Palmares e Branquinha. Uma parte da matéria-prima já chega na serraria após o desdobro primário em forma de peças quadradas (Tamanho 1) ou retangulares de madeira (Tamanho 2), de dimensões não padronizadas, para serem desdobradas na serraria para a produção das desempenadeiras (Figura 2A). Mas também chegam em toras sem desdobro (Figura 2B), em que as maiores são utilizadas para a fabricação dos móveis e as menores são utilizadas para fazer o que chamam de “birro”, que são os pinos usados para encaixe da tábua e a alça das desempenadeiras.

Figura 2 - Peças serradas e toras de madeiras fornecidas para a serraria, localizada no município de Murici, Alagoas.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

A Tabela 2 dispõe sobre os tamanhos de peças serradas e seus respectivos volumes a partir da medição realizada. Portanto, observa-se que há uma variação de

dimensões das peças serradas, conferindo uma falta de padronização de tamanhos de peças. Com isso, essa falta de padronização não é interessante dentro do processo de produção, já que interfere no rendimento em volume de madeira e afeta a eficiência de produção por precisar realizar ajustes dentro do processo para fabricar com tamanhos de peças distintas. Paraense *et al.* (2023) afirmam que, no desdobro de madeira, a falta de padronização provoca perdas no tempo de trabalho e em matéria-prima, devido ao baixo rendimento.

Tabela 2 - Volume de peças serradas para a fabricação de desempenadeiras de uma serraria, localizada no município de Murici, Alagoas. T1: tamanho 1 (peças quadradas); T2: tamanho 2 (peças retangulares); L1 e L2: lados do quadrado ou do retângulo, em centímetros; V.: volume da peça serrada de madeira, em metros cúbicos.

Tamanho	Comprimento (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	V. (m ³)	V. médio (m ³)
T1a	104	20	15	0,031	0,0340
T1b	90	20	20	0,0360	
T1c	97	20	18	0,0349	
T2a	99	20	12	0,0238	0,0199
T2b	81	20	11	0,0178	
T2c	113	20	8	0,0181	

Fonte: elaborado pela autora (2025).

A tabela mostra que o volume médio de madeira varia conforme o tamanho da peça e, já que a peça T2 possui um volume médio de madeira inferior ao de T1. E o volume em madeira influencia no rendimento final de produtos acabados, já que quanto maior o volume em madeira, mais unidades de desempenadeiras são possíveis a serem produzidas.

4.3 Porcentagem de rendimento e perdas na produção de desempenadeiras

Como citado, as peças de madeiras não chegam à serraria padronizadas e, por isso, há uma diferença no rendimento de produtos com base no tamanho da peça serrada. De acordo com o levantamento, a serraria produz tamanhos diferentes de

desempenadeiras, e elas variam quanto as suas dimensões, como observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Dimensões de desempenadeiras fabricadas pela serraria localizada no município de Murici, Alagoas.

Tipo	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Espessura (cm)
GG	28	19	2
G	28	17	2
M	24	15	2
P	23	10	2
PP	20	6	2

Fonte: elaborado pela autora (2025).

No entanto, de acordo com o produtor, as peças serradas maiores geram no máximo 24 unidades de produto acabado do tipo GG, já as peças serradas menores, permitem a fabricação máxima de nove unidades de desempenadeiras de mesma dimensão. Pensando nisso, realizou-se a estimativa de produção com base nesses valores para a avaliação do rendimento em peças (Tabela 4). Nota-se que há uma grande variação em rendimento por tamanho das peças serradas, em que T1 tem um rendimento significativamente superior que os da peça T2 e esse comportamento é para todos os tipos de peças fabricadas. Com isso, entende-se que a determinação pela preferência de tamanho de peças serradas é fundamental para o rendimento da serraria.

Tabela 4 – Unidades (Un), volume útil (V. útil), rendimento (R%) e perdas (P%) por tipo de tamanho de peças serradas de madeira de uma serraria localizada no município de Murici, Alagoas. Tamanho 1: peças quadradas; Tamanho 2: Peças retangulares.

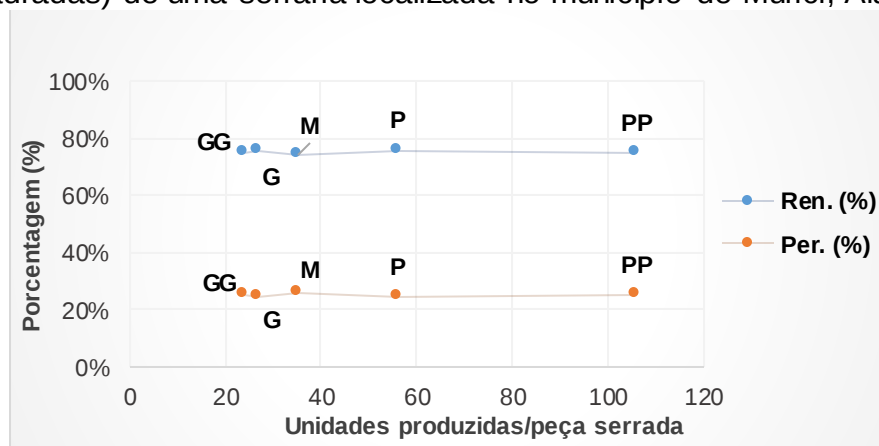
Tipo	V. (m³)	Tamanho 1				Tamanho 2			
		Un	V. útil (m³)	R (%)	P (%)	Un	V. útil (m³)	R (%)	P (%)
GG	0,00106	24	0,0255	75,02	24,98	9	0,0096	48,15	51,85
G	0,00095	27	0,0257	75,51	24,49	10	0,0094	47,87	52,13
M	0,00072	35	0,0252	74,03	25,97	13	0,0094	47,07	52,93

P	0,00046	56	0,0258	75,68	24,32	21	0,0097	48,58	51,42
PP	0,00024	106	0,0254	74,74	25,26	40	0,0096	48,27	51,73

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Conforme os resultados obtidos, observa-se que o rendimento é influenciado pelo tamanho das peças serradas que chegam à serraria e pelo tipo de produto fabricado. O melhor rendimento para peças serradas T1 foi do tipo P, apresentando rendimento de 75,68%, e o menor rendimento foi do tipo M, com 74,03% de rendimento final por peças serradas e, conseqüentemente, uma perda superior em relação aos demais tipos de desempenadeiras (Gráfico 2).

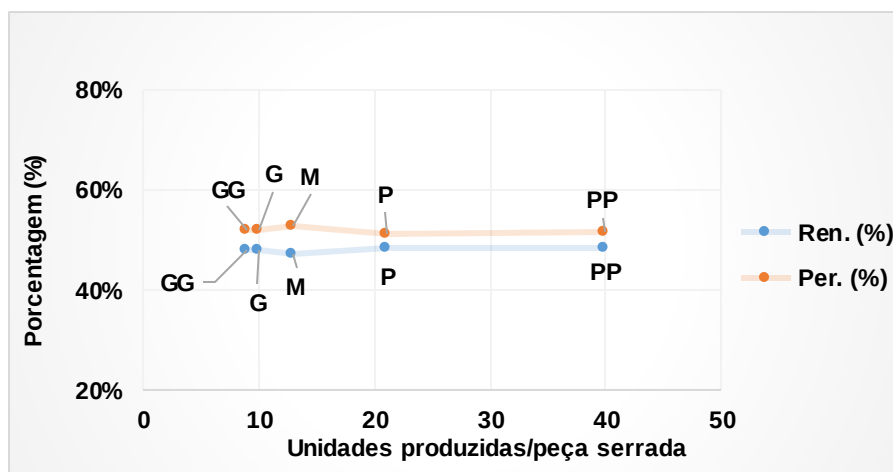
Gráfico 2 - Porcentagem do rendimento e perdas de peças serradas de tamanho 1 (peças quadradas) de uma serraria localizada no município de Murici, Alagoas.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

O mesmo comportamento aconteceu com peças serradas T2 (Gráfico 3), em que o tipo de desempenadeiras P rendeu mais (48,58%) e o tipo M teve um rendimento inferior (47,07%).

Gráfico 3 - Porcentagem do rendimento e perdas de peças serradas de Tamanho 2 (peças retangulares) de uma serraria localizada no município de Murici, Alagoas.



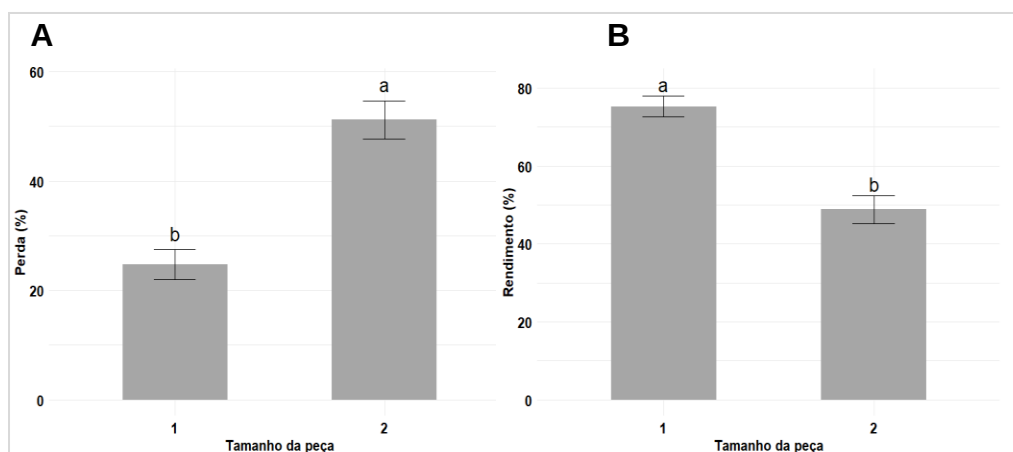
Fonte: elaborado pela autora (2025).

O rendimento não é diretamente proporcional ao número de produtos acabados (desempenadeiras), mas sim, ao volume útil de peças por tamanhos de madeira serradas, que garantem um melhor rendimento para a serraria. É importante ressaltar a diferença entre os tamanhos de peças serradas que chegam à serraria e sua relação com o rendimento, sendo mais viável a compra de peças T1 já que tem um rendimento que pode ser 55% maior que o T2. No gráfico referente ao rendimento e perdas de T2, é possível notar que a porcentagem de perda é superior ao rendimento, representando fator negativo para a produção.

4.3.1 Validação dos resultados de rendimento e perda

Para a validação dos resultados obtidos, o resultado da ANOVA indicou que apenas o fator tamanho teve influência significativa ($P < 0,01$) nas variáveis resposta que foi confirmado pelo teste não paramétricos de Kruskal – Wallis. A Figura 3 valida os resultados estimados na pesquisa em que a peça T1 apresenta melhor rendimento em madeira serrada e menor perda.

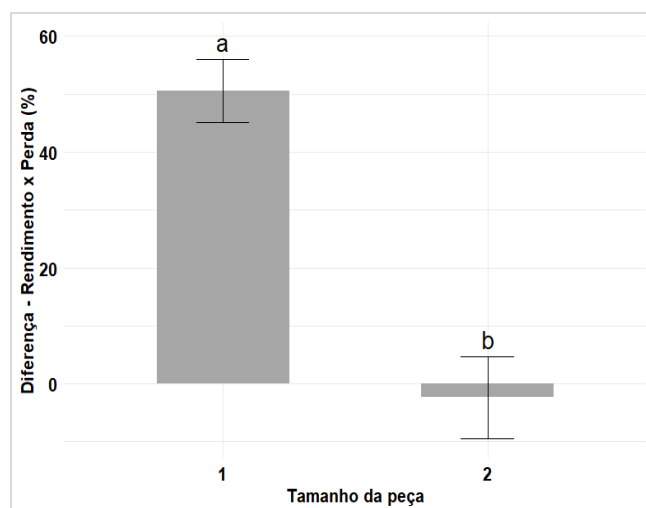
Figura 3 - Média de perda (Gráfico A) e média de rendimento (B) de matéria prima por tipo de peça serrada (1: Quadrada e 2: Retangular) para produção de diferentes tipos de desempenadeiras em uma serraria, localizada em Murici-AL. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de comparações múltiplas de Dunn ($p < 0,05$), realizado após confirmação de diferenças pelo teste de não paramétrico Kruskal-Wallis.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

O Gráfico 4 apresenta a diferença entre o rendimento e a perda em madeira serrada, em que valores positivos indicam um bom aproveitamento de madeira, portanto, considerando que o rendimento expressa eficiência do uso da madeira e a perda o desperdício em madeira serrada, os resultados evidenciam que T1 representa melhor eficiência no uso da matéria-prima.

Figura 4: Diferença – rendimento x perda de matéria prima por tipo de peça serrada (1: Quadrada e 2: Retangular) para produção de diferentes tipos de desempenadeiras em uma serraria, localizada em Murici-AL. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de comparações múltiplas de Dunn ($p < 0,05$), realizado após confirmação de diferenças pelo teste de não paramétrico Kruskal-Wallis.



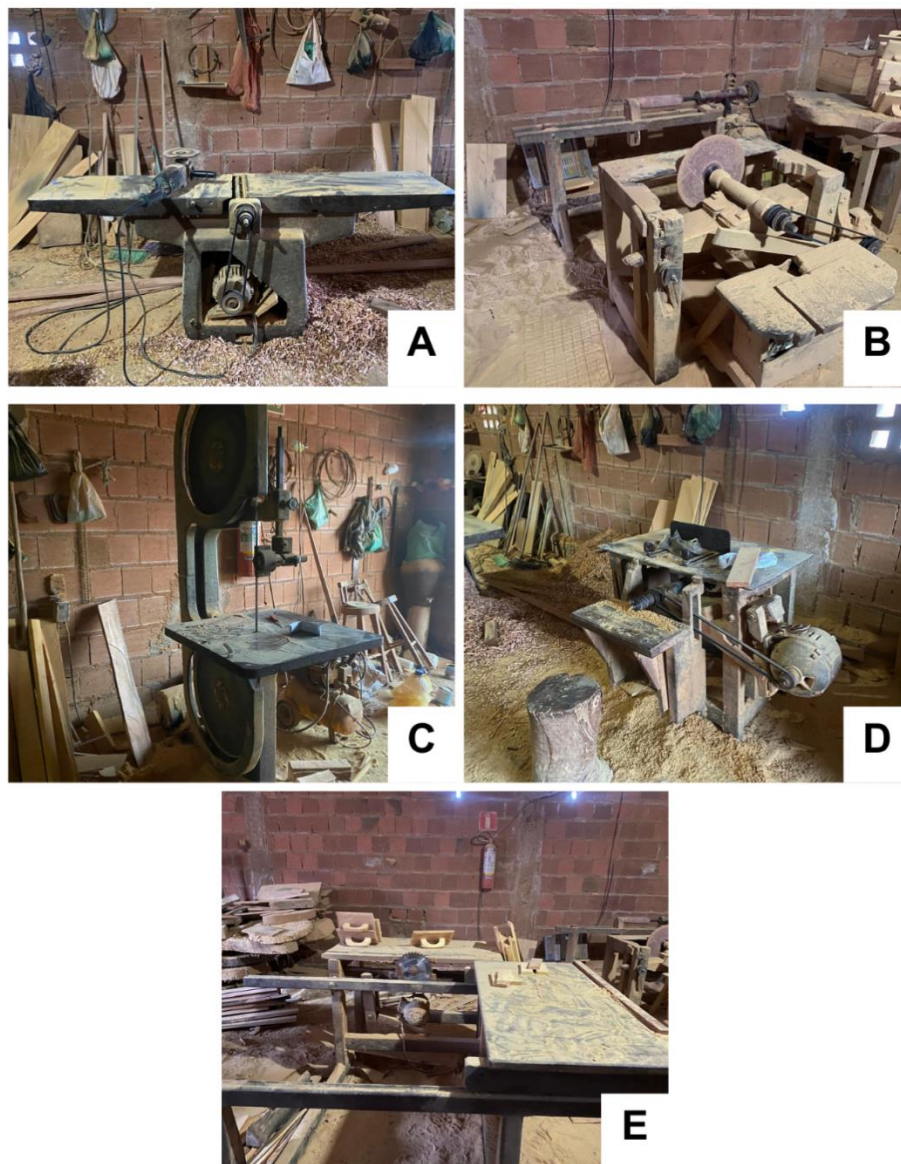
Fonte: elaborado pela autora (2025).

Diante dos resultados, os dados servem como parâmetro de escolha para a empresa avaliar qual o tipo de peça que é mais rentável para a fabricação, bem como a importância da escolha no tamanho de peças serradas, sendo a T1 mais indicada, já que reflete no rendimento e, consequentemente, no lucro da empresa.

4.4 Análise da produção e gerenciamento dos resíduos madeireiros

A serraria produz um volume significativo de resíduos madeireiros devido aos desdobros realizados, procedimentos de corte e acabamento para a fabricação das desempenadeiras e dos móveis. A serraria possui equipamentos como plaina desempenadeira, lixadeira, torno, serra fita, serra circular, esquadrejadeira e faz uso também da motosserra. Todos esses equipamentos usados no processo de fabricação geram tipos diferentes de resíduos, como a serragem, maravalha e refilos de madeira.

Figura 4 – Equipamentos da serraria localizada no município de Murici, Alagoas. (A) Plaina desempenadeira; (B) lixadeira de bancada e torno; (C) serra fita; (D) serra circular; e (E) esquadrejadeira.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

O tipo de resíduo que é gerado em maior quantidade na serraria é a serragem, que pode ser encontrada no piso do estabelecimento, sobre os equipamentos e nas bancadas (Figura 5). É expressiva a quantidade de serragem encontrada ao longo da serraria, sendo coletadas sempre que há necessidade de descarte.

A quantidade de resíduos varia de acordo com o tipo de fabricação e proporção da empresa, mas considerando a serraria do presente do estudo, de acordo com o proprietário, há uma geração de cerca de 12 m³ de resíduos ao mês. Levando em consideração uma madeira de jaqueira com densidade média de cerca de 0,620 g.cm³, a empresa produz aproximadamente 7.440kg de resíduos por mês, mas a proporção de serragem comparada a outros resíduos é de 90%, ou seja, 6.696kg por

mês de serragem. De acordo com Yamazaki (2022), o preço da serragem é R\$0,06 por kg, ou seja, a serraria obteria um lucro equivalente a R\$401,76 com a venda do resíduo de serragem. Mesmo com a baixa lucratividade do resíduo, seria interessante para a serraria, já que o material é descartado.

Figura 4: Resíduos madeireiros da serraria, localizada no município de Murici, Alagoas. (A) Serragem de madeira e peças de madeiras defeituosas; (B) serragem sobre as bancadas de trabalho.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

Além da serragem, existem as peças defeituosas que não são aproveitadas e somam no volume de resíduos da serraria. Como citado anteriormente, a empresa gera cerca de 12 m³ de resíduos madeireiros por mês, considerando todos os tipos de resíduos, já que a empresa não realiza a separação. A grande problemática encontrada por não ter um plano de gerenciamento de resíduos é a sua destinação final, pois não possuem um local estabelecido para destinar. Foi mencionado que os resíduos eram doados para uma indústria de cerâmicas, que queimam o material para uso energético. Porém, recentemente, foi encerrada a parceria da serraria com a indústria, devido a problemas com a queima dos resíduos. A serraria já tentou encontrar meios para a doação dos resíduos para outras empresas, mas não obteve êxito. Além disso, por se tratar de grandes quantidades de resíduos e a deficiência na coleta do material por parte da Prefeitura do município, o proprietário da serraria precisa pagar uma taxa de R\$200,00 para realizar o descarte do material.

Devido ao volume significativo de resíduos descartados, há um acúmulo destes na calçada, o que gera um grande desafio para o proprietário. Para reduzir a quantidade, o material era queimado próximo ao estabelecimento, mas precisou ser interrompido devido a conflitos com a vizinhança. Então, nota-se que há uma grande problemática no gerenciamento dos resíduos madeireiros por parte da serraria, por

não haver a destinação e coleta adequada e não ter demanda por resíduos para doação, tampouco para a comercialização do material. Essa problemática evidencia a necessidade do gerenciamento de resíduos sólidos na serraria que contemplem a separação, armazenamento, transporte, tratamento e a destinação adequada para evitar impactos negativos e não gerar penalidades devido as legislações ambientais a respeito da geração de resíduos.

Durante a coleta, observou-se aproximadamente 12 sacos de 25kg, ou seja, 300kg de resíduos a serem descartados, além da quantidade de serragem encontrada no piso do estabelecimento. De acordo com a pesquisa, é possível notar que a empresa possui essa problemática dos resíduos madeireiros, sendo necessária a adoção de medidas para o gerenciamento, a fim de melhorar seu desempenho, evitar gastos com o descarte do material e reduzir os impactos ambientais devido ao descarte irregular ou a queima dos resíduos.

4.5 Perspectivas a respeito dos resíduos madeireiros

A aplicação do questionário forneceu dados relevantes para avaliar a perspectiva do proprietário quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados pela serraria. No levantamento de dados qualitativos, ao ser questionado sobre a possibilidade de os resíduos gerarem lucro para o empreendimento, o proprietário discordou, justificando que a serraria nunca comercializou seus resíduos e enfrenta dificuldades até mesmo em doá-los. No entanto, concordou totalmente com a ideia de que os resíduos podem ser reaproveitados como subprodutos. Isso indica que, embora haja compreensão sobre o potencial dos resíduos, ainda existem obstáculos em agregar valor e na efetivação do reaproveitamento de seus resíduos.

Em relação ao selo verde, certificação que reconhece práticas de responsabilidade ambiental, o proprietário demonstrou discordância quanto à sua importância para a empresa. Por outro lado, reconheceu plenamente que os resíduos madeireiros podem causar impactos ambientais significativos, demonstrando consciência sobre os riscos associados à má gestão de seus resíduos. Além disso, concordou que incentivos fiscais seriam uma estratégia positiva para fomentar práticas sustentáveis, especialmente no que se refere ao reaproveitamento dos resíduos.

Questionado sobre a importância da contribuição das serrarias no reaproveitamento de seus resíduos, o proprietário destacou que essa prática seria benéfica. Isso porque ela ajudaria a minimizar um dos principais problemas de seu estabelecimento: o acúmulo excessivo de resíduos. Do ponto de vista econômico, apontou que o reaproveitamento poderia gerar lucros adicionais para a empresa e reduzir os custos com descarte. Já do ponto de vista ambiental, reconheceu que a destinação adequada dos resíduos evitaria impactos negativos decorrentes do descarte irregular.

Com isso, foi possível instigar o proprietário a repensar o gerenciamento de seus resíduos, evidenciando que a falta de alternativas viáveis para a destinação se apresenta como um obstáculo significativo, especialmente por não encontrar formas de destinar seus resíduos e ser necessário pagar para se desfazer do material. Embora exista a compreensão das potencialidades dos resíduos gerados pela serraria, há dificuldade em implementar soluções práticas dentro da realidade da empresa.

4.5 Análise dos fatores para sugestão de melhorias no gerenciamento dos resíduos madeireiros pelo método PDCA

De acordo com os resultados obtidos, o gerenciamento de resíduos é um dos grandes desafios da serraria, por enfrentar dificuldades na destinação adequada, uma vez que não há compradores ou empresas interessadas em receber os resíduos madeireiros na região. Além disso, existem os obstáculos para a coleta por parte do órgão público, de forma regular e eficiente. Em razão disso, ocorre o acúmulo de resíduos na calçada do estabelecimento, gerando problemas não só operacionais, mas também impactos negativos à vizinhança.

Com objetivo de solucionar as problemáticas enfrentadas pela serraria em relação aos resíduos e ao rendimento, foi realizada uma análise para sugerir ao proprietário algumas ações para melhorar o gerenciamento dos resíduos madeireiros. A Tabela 5 mostra as identificações do problema, ações propostas e metas a serem alcançadas por meio da análise, que representam a primeira fase do Ciclo PDCA, a de planejamento.

Tabela 5: Planejamento para investigação dos problemas e definições de ações e metas para uma serraria no município de Murici.

Identificação do problema	Ações	Metas
Destinação de resíduos	Prospecção de clientes para a comercialização dos resíduos em diversos segmentos.	Agregar valor ao resíduo a partir da comercialização.
	Solicitar a coleta do material pela Prefeitura do Município.	Destinação adequada dos resíduos para evitar acúmulos.
	Buscar cooperativas que trabalham com esse tipo de resíduos.	Promover o reaproveitamento dos resíduos e criar uma parceria para beneficiar ambas as partes.
Ausência de Plano de Gerenciamento de Resíduos	Contratar profissional / empresa ambiental para analisar os fatores e elaborar o PGRS.	Garantir a destinação correta dos resíduos e cumprir legalmente com o estabelecido na Lei 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Avaliação das propriedades dos resíduos	Solicitar a análise das propriedades por tipo de resíduo madeireiro.	Conhecer as potencialidades de cada tipo de resíduo, buscando a melhor alternativa para a venda do material.
Mistura de resíduos	Realizar a separação do material por tipo de resíduo.	Quantificar o volume de resíduos de forma mais eficiente, tanto para a venda, quanto para a destinação adequada.
Padronização das peças de madeiras	Solicitar que o desdobramento primário da madeira possua padronização de dimensões de peças de madeiras.	Garantir o melhor rendimento em madeira e, consequentemente, reduzir as perdas a partir de dimensões mais apropriadas para a fabricação de desempenadeiras.

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Após a fase de planejamento, indica-se a execução estabelecida no plano de ação para reduzir e/ou eliminar os problemas enfrentados pela serraria. Além disso, o monitoramento das ações em execução é fundamental para validar o progresso das

metas estabelecidas. A última fase do Ciclo PDCA é a avaliação final dos resultados, que visa avaliar se as problemáticas persistiram, reduziram ou foram eliminadas. A partir desta verificação, é possível aplicar medidas corretivas necessárias, consolidar as ações que tiveram sucesso ou até mesmo replanejar as ações que não conseguiram atingir as metas.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu compreender o gerenciamento de resíduos no processo de fabricação de desempenadeiras e móveis rústicos, evidenciando esforços da empresa para reduzir perdas, embora enfrente dificuldades significativas na gestão adequada de seus resíduos, principalmente devido à falta de parcerias para destinação e reaproveitamento, ausência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e limitações estruturais para separação e comercialização dos resíduos.

Constatou-se que o rendimento é influenciado diretamente pelo tamanho de peças serradas, em que as peças T1 oferecem melhor rendimento na produção. Quanto ao resíduo, a serragem é o principal resíduo gerado, representando um desafio ambiental e econômico. A aplicação do ciclo PDCA mostrou-se eficaz na identificação de falhas e na proposição de ações corretivas, como padronização de insumos, separação dos resíduos, busca por novos mercados e elaboração do PGRS. Desta forma, o estudo destaca a relevância da gestão sustentável e do uso de ferramentas de melhoria contínua para promover eficiência, valorizar os resíduos e reduzir custos da empresa.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos Sólidos: NBR 10004/2024**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
- ABREMA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024**. São Paulo, 2024. 84 p.
- AKKARI, Alessandra Cristina Santos. **Sistemas de gestão da qualidade**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 252 p.
- ALAGOAS. **Perfil Municipal - Murici**. 2023. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio, eficiência produtiva, o atendimento à legislação ambiental vigente e a minimização dos im 5º ed., vol. 5. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/2faafe79-05b2-458c-a991-56d3ce383dbc/resource/9e0e3e62-3f02-4248-b251-6d707cff85cd/download/murici.->. Acesso em: 21 de abril de 2025.
- ALMEIDA, Anne Marri Costa da Silva; CARNEIRO, Roberto Antônio Fortuna; LOPES, Jerisnaldo Matos Lopes; MARTINS, Luís Oscar Silva Martins. A PRODUÇÃO DE BRIQUETES A PARTIR DOS RESÍDUOS DE EUCALIPTO: uma oportunidade de negócios para o litoral norte da bahia. **Revista Valore**, Salvador, v. 4, p. 27-49, 8 jan. 2020. Instituto de Cultura Tecnica Sociedade Civil Ltda. <http://dx.doi.org/10.22408/reva40201935027-49>.
- ALVES, Rodrigo Antonio Rodrigues; PALMEIRO, Paolo Gomes; MERA, Claudia Maria Prudêncio de; KRUG, Rodrigo de Rosso; AGNOLIN, Fernanda Marques Milesi; MILESI, Marcos Venicius. O CICLO PDCA COMO PONTO DE PARTIDA RUMO A GESTÃO DA QUALIDADE NOS SERVIÇOS DE SAÚDE. **Revista Contemporânea**, [S.L.], v. 4, n. 8, p. 1-17, 15 ago. 2024. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.56083/rcv4n8-112>.
- ARAÚJO, DGB.; ARAÚJO, MB.; ARAÚJO, MB; ARAÚJO, MB.; CHUNG, HNL.; GOULARTE, MN. Melhoria da Gestão da Qualidade em Unidade de Hemoterapia Hospitalar. **Hematology, Transfusion And Cell Therapy**, Joinville, v. 45, p. 718-718, out. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.htct.2023.09.1303>.
- ARAÚJO, Pedro Henrique. **Processo logístico em uma cooperativa agropecuária de Alagoas**. 2021. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.
- BACCARIN, Letícia Matheus; OLIVEIRA, Gilmar Antonio Montanari de. Sustentabilidade no setor público à luz de um Plano de Gestão Ambiental para resíduos sólidos. **Quaestum**, [S.L.], v. 5, p. 1-13, 10 abr. 2024. I-PECEGE. <http://dx.doi.org/10.22167/2675-441x-2024706>.
- BALDIN, Talita; SEMENSATO, Bruno Dias; BARAÚNA, Edy Eime Pereira; MACHADO, Evandro; SOARES, Cassiano Cardoso Costa. Desdobro de espécies nativas em serraria móvel. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira, 4., 2018, [S.L.]. **Artigo de Evento**. [S.L.]: ICA, 2018. p. 1-5.

BANCO MUNDIAL. **Gestão de Resíduos Sólidos**. 2022. World Bank Group. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>. Acesso em: 21 mar. 2025.

BENCHIMOL, I. S. **Técnicas de Desdobro e Produtividade da Floresta Amazônica em Madeira Serrada**. 1996. Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras) - Engenharia Operacional da Indústria da Madeira, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1996.

BORGES, Eugenio Renoir de Góes. **Desenvolvimento e caracterização física e mecânica de painéis de poliuretano com fibras de curauá e resíduos madeireiros**. 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010**. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 26 de fevereiro de 2025.

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 26 de fevereiro de 2025.

CARVALHO, D. E.; DA ROCHA, M. P.; JUNIOR, R. T.; KLITZKE, R. J. Rendimento e Variedade de Produtos no Desdobro de Toras de *Eucalyptus spp*. 2019. **Tecnológica**, 23, 08–13.

CARVALHO, Susane Almeida de. **Resíduos de Espécies Madeireiras de Manejo Florestal para Produção de Móveis**. 2018. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Florestais e Ambientais, Ppgcifa/Ufam, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

CASTILLO, José Antonio Bonilla. A Gestão da Qualidade Total na Agropecuária: aspectos introdutórios. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-17, 20 nov. 2003. IBEPES (Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Sociais). <http://dx.doi.org/10.21529/recadm.20030202003>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. (2018). **Resolução Nº 484, de 22 de Março de 2018**. 2018. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=707. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 411, de 6 de Maio de 2009**. 2009. Disponível: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=585. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 474, de 6 de Abril de 2016**. 2016. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-no-474-de-6-de-abril-de-2016-22667448>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

CULTRI, Camila do Nascimento. Análise Ambiental: um modelo de referência baseado na teoria de sistemas. **Revista Mundi**: Engenharia, Tecnologia e Gestão, Paranaguá, v. 6, n. 4, p. 1-16, nov. 2021.

DINIZ, Ravena Glicéria Noll; LEMOS, Carlos Fernando; LIMA, Selma Clara de; MELO, Verônica Viviane de. Análise da Gestão Dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Município de Betim (MG) e a Proposta de Melhoria na Gestão através do Método A3. **Revista Contemporânea**, [S.L.], v. 3, n. 5, p. 4188-4205, 19 maio 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.56083/rcv3n5-039>.

FERREIRA, S.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C.; TRUGILHO, P. F. (Orgs.). Influência do desdobro no rendimento e qualidade do eucalipto. 2005. **Revista da Madeira** (REMADE), ed. 92. Disponível em: https://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=805&subject=E%20mais&title=Influ%EAncia%20do%20desdobro%20no%20rendimento%20e%20qualidade%20do%20eucalipto. Acesso em: 03 de março de 2025.

FONSECA, Jordânia Passos; OLIVEIRA, Larissa Pereira de; LEITE, Mariana Vieira. Impactos ambientais de resíduos sólidos urbanos. **Revista Delos**, Curitiba, v. 17, n. 62, p. 3292, 19 dez. 2024. Brazilian Journals. <http://dx.doi.org/10.55905/rdelosv17.n62-153>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Global Forest Resources Assessment 2020**: Main report. Roma. FAO, 2020.

FRATTA, Kelly Danielly da Silva Alcantara; ANTONIO, Graziella Colato; LEITE, Lyssandra Almeida; YUGAR, Carla Yoly Maydana; TONELI, Juliana Tófano de Campos Leite. A Educação Ambiental Aplicada à Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos: estudo de caso do grupo de extensão (EARSU) da Universidade Federal do ABC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 9., 2018, ABC. **Anais [...]**. São Bernardo do Campo: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2018. p. 1-7.

GONÇALVES, Antonio Pinheiro. A aplicação do ciclo PDCA para melhorar os processos e o potencial de um órgão público. In: **Anais da V Semana Florestal da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta**. Cruzeiro do Sul: UFAC, 2020.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2023**: o setor de árvores cultivadas como potência econômica, ambiental e social do Brasil. 2023. São Paulo. 2024. Disponível em: <https://www.iba.org/relatorio-anual-da-iba-confirma-setor-como-potencia-economica-ambiental-e-social-do-brasil>. Acesso em: 17 abril de 2025.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2024**: o setor de árvores cultivadas como potência econômica, ambiental e social do Brasil. 2024. São Paulo. Disponível em: <https://www.iba.org/relatorio-anual-da-iba-confirma-setor-como-potencia-economica-ambiental-e-social-do-brasil>. Acesso em: 17 abril de 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Extração Vegetal e Silvicultura - Maceió**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/maceio/pesquisa/16/12705>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama - Murici**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/murici/panorama>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2025.

ITO, Masanori; TERRINI, Thalita Moschini C. **Ferramentas da Qualidade: Demonstração da Aplicação na Metodologia PDCA**. 2023. 14 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção da Anhanguera Educacional, Faculdade Anhanguera de Piracicaba, Piracicaba, 2023.

JESUS, Daniela Duarte da Silva de; TRINDADE, Carolina Sturm; MILLÃO, Luzia Fernandes. Prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica: validação de material educacional e aplicação do ciclo pdsa em utis brasileiras. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 1-18, 14 jan. 2025. Brazilian Journals. <http://dx.doi.org/10.55905/cuadv17n1-083>.

JUÍZO, C. G. F.; ROCHA, M. P.; RAFAEL, A. L. (2018). Relação entre Modelos de Desdobro, Rendimento e Qualidade da Madeira Serrada de *Pterocarpus angolensis*. 2018. **Scientia Agraria Paranaensis**, 17, 213–219.

JUNIOR, A. I. B.; DA ROCHA, M. P.; JUÍZO, C. G. F.; KLITZKE, R. J. Efeito do Sistema de Desdobro e das Classes Diamétricas no Rendimento em Madeira Serrada de *Araucaria angustifolia*. 2017. **Floresta e Ambiente**, 24. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.100414>.

LIMMER, F. D. C. Concessões Florestais e Geração de Energia por Biomassa de Resíduos Madeireiros. 2015. **Revista de Direito da Cidade**, 7(2). DOI: <https://doi.org/10.12957/rdc.2015.16960>.

LONGARAY, André Andrade; LAURINO, Frederico Canuso; TONDOLO, Vilmar Antonio Gonçalves; MUNHOZ, Paulo Roberto. Proposta de aplicação do ciclo PDCA para melhoria contínua do sistema de confinamento bovino: um estudo de caso. **Sistemas & Gestão**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 353-361, 5 set. 2017. Laikos Servicos Ltda. <http://dx.doi.org/10.20985/1980-5160.2017.v12n3.1123>.

MACHADO, João Carlos; RIBEIRO, Helena Maria; PENA, Renata Carvalho Durães; NARCISO, Rodi. A Contribuição do Ciclo PDCA Para A Gestão Escolar. **Revista Ilustração**, Cruz Alta, v. 4, n. 6, p. 151-158, 20 nov. 2023. Editora Ilustracao. <http://dx.doi.org/10.46550/ilustracao.v4i6.227>

MATHE, Dadvino Joaquim Graça Lucas. **Análise do Potencial do Reaproveitamento de Resíduos da Serragem da Madeira de Messassa** (Braschytegl. 2023. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Instituto Superior Politécnico de Gaza, Lionde, 2023.

MATTOS, Leticia de; GAGLIOTI, André Luiz. **Artocarpus heterophyllus Lam.** 2025. REFLORA. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB85712>. Acesso em: 23 abr. 2025.

MENDOZA, Z. M; BORGES, P. H., MORAIS, P. H.; ELIAS, M. P. (2019). Use of beta regression to estimate the volumetric yield coefficient in logs of native species of the Legal Amazon. 2019. **Nativa**, 7(3), 323–329. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i3.6834>.

MENDOZA, Zaíra Moraes dos Santos Hurtado de; BORGES, Pedro Hurtado de Mendoza; VITAL, Benedito Rocha; ARAËJO, Solange de Oliveira; MORAIS, Pedro Hurtado de Mendoza. Propriedades de painéis aglomerados produzidos com resíduos do processamento mecânico da madeira. **Revista Ibero-Americana de**

Ciências Ambientais, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 46-55, 8 fev. 2021. Editoriais Iberoamericanos. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2021.004.0005>.

MININI, D.; BRAGA, B. A.; MARIA, D. M. B.; GMACH, F.; ALBUÊS, T. A. S.; JESUS, W. S.; MONTEIRO, T. C. Qualidade e Processamento da Madeira Serrada no Brasil: Estado da Arte. Em *Madeiras Nativas e Plantadas do Brasil: Qualidade, Pesquisas e Atualidades*. 2021. **Editora Científica Digital**. 1º ed., p. 401–419.

MOREIRA, Melkzedekue de Moraes Alcântara Calabrese; AZEVEDO, Thiago Calabrese; SILVEIRA, Samuel Ricardo da; SOARES, Igor Nazareno; NORDI, Tiago Mathes; SOUSA, Felipe Schiavon Inocêncio de; MOSCONI, Denis. Ferramentas da Qualidade: uma Revisão de Diagrama De Ishikawa, 5W2H, Ciclo PDCA, DMAIC e suas interrelações. In: Simpósio do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica - SIPGEM, 5., 2021, São Carlos. **Anais eletrônico**. São Carlos: EESC-USP, 2021. p. 1-6. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/b7f13b16-0640-4823-9809-9f76cc7a7df8/3170-9459-2-PB.pdf>. Acesso em: 06 de março de 2025.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: objetivo 11 - cidades e comunidades sustentáveis. Objetivo 11 - Cidades e comunidades sustentáveis. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 27 de março de 2025.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: objetivo 12 - consumo e produção responsáveis. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>. Acesso em: 27 de março de 2025.

NAÇÕES UNIDAS. **World Population Prospects 2024: Summary of Results**. 9. ed. Nova York: Un Desa, 2024. 80 p.

NASCIMENTO, J. C. Influência da Classificação de Toras, Características Anatômicas e Dendrométricas e o Tempo de Espera entre o Corte e o Desdobro no Rendimento Volumétrico da *Nectandra rubra* (Mez) C. K. Allen. 2021. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia**.

NASCIMENTO, Victor Fernandez; SOBRAL, Anahi Chimini; ANDRADE, Pedro Ribeiro de; OMETTO, Jean Pierre Henry Balbaud. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, Sp, v. 10, n. 4, p. 889-902, 28 out. 2015. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1635>.

PAGEL, Eduardo Floriano. **Potencialidades de produção florestal em Alagoas**. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

PARAENSE, Vinicius de Campos; MENDES, Thamires Soares; SANTANA, Antônio Cordeiro de; FREITAS, Alessandra Doce Dias de; SERRA, Anderson Borges; ALMEIDA, Maria Naruna Felix de; HAMADA, Márcia Orie de Sousa; SANTOS, Ricardo da Silva. Desempenho operacional no desdobro de espécies nativas em serrarias na Amazônia. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 1003-1015, 5 jan. 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv9n1-070>.

RIBEIRO, Raquel M.; BAHIA, Marco Antônio M.; CAETANO, Mateus Z. G.; SOUSA, Pedro Henrique C. V.; FERNANDES, Rafaela Laís O.; FRANCO, Mariana P.; SETTE JÚNIOR, Carlos Roberto. Resíduo do Desdobro da Madeira de *Hymenolobium petraeum* Ducke para a Produção de Briquetes. **Revista Virtual de Química**, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 31-34, 2022. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20210094>.

SANTOS, Khalil Victor Goes dos. **Painéis de partículas com resíduo agroindustrial mercerizado**: caracterização das propriedades físico mecânicas. 2024. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Materiais, Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

SANTOS, Rosimeire Cavalcante dos; CARNEIRO, Angélica de Cássia Oliveira; DAMASCENO, Gracielle Raissa Fernandes; CASTRO, Ana Flávia Neves Mendes; CASTRO, Renato Vinícius Oliveira; COSTA, Lidiomar Soares da; COSTA, Sarah Esther de Lima. Efeito da variabilidade de resíduos madeireiros na produção e qualidade de briquetes. **Advances In Forestry Science**, Cuiabá, v. 6, n. 1, p. 529, 16 abr. 2019. *Advances in Forestry Science*. <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v6i1.7145>.

SEMARH - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Plano Estadual De Resíduos Sólidos**. Alagoas, 2016. Disponível em: <http://residuossolidos.al.gov.br/planos/estadual>. Acesso em: 31 de abril de 2025.

SENA, Willame Nogueira de. O uso de ferramentas de controle da qualidade pela gestão escolar: o ciclo pdca e a ferramenta 5w2h. **Revista de Gestão e Secretariado (Management And Administrative Professional Review)**, [S.L.], v. 14, n. 8, p. 12634-12648, 4 ago. 2023. South Florida Publishing LLC.

SILVA, Danielle Viturino da; BORGES, Janice Rodrigues Placeres. As feiras-livres da agricultura familiar em Arapiraca, Alagoas, Brasil. **Raízes**: Revista de Ciências Sociais e Econômicas, Campina Grande, v. 40, n. 1, p. 84-101, 3 dez. 2020. *Raízes Revista de Ciências Sociais e Econômicas*. <http://dx.doi.org/10.37370/raizes.2020.v40.642>.

SILVA, Ingrid Nascimento da; GONÇALVES, Anderson Tiago Peixoto. Proposta de implantação do programa 5S baseado no ciclo PDCA em uma instituição pública de ensino. **Produto & Produção**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 13-33, 28 out. 2024. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1983-8026.137669>.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos**: alagoas. Alagoas. 2015 - 2019. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/estadual/>. Acesso em: 10 maio 2025.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS - SINIR. **Inventário Nacional de Resíduos Sólidos**. 2019. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/inventario-nacional/>. Acesso em: 30 de março de 2025

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS - SINIR. **Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos**: Alagoas. Alagoas. 2019a. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/estadual/>. Acesso em: 30 de março de 2025.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS - SINIR. **Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos**: Alagoas. Alagoas. 2020. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/estadual/>. Acesso em: 30 de março de 2025.

SNIF - Sistema Nacional de Informações Florestais. **Produtos Florestais de áreas naturais e plantadas**: valor de produção - alagoas. Valor de Produção - Alagoas. 2023. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoibMDk0OGEwZGltNDhlYy00ZmJjLWl0YmYtMWU2ZWZlbnQ2OTY3IiwidCI6ImViM>. Acesso em: 10 maio 2025.

SOUZA, Alaor da Silva; REIS, Bárbara Emilly Gonçalves; SOUSA JÚNIOR, Edvan Araújo de; VAZ, Letícia Pereira; OLIVEIRA, Pâmela Nayara Ribeiro de. Aplicação do Programa 5S Associado ao Ciclo PDCA: um estudo de caso em uma microempresa de coleta, separação e revenda de materiais recicláveis. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 5., 2017, [S.L.]. **Anais [...]**. Universidade Federal de Campina Grande, 2017. p. 1500-1511.

SOUZA, Willian de Paiva. **Metodologia de Melhoria Contínua e Aplicação de Ciclo PDCA**. Desconhecido: UNIFEOP, 2022. 8 p.

THOMES, Maxciel Vieira. **Avaliação do Comportamento de Juntas Coladas de Madeira de Jaqueira Submetidas a Ensaio de Tração**. 2018. 89 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Mecânica, Instituto Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2018.

XAVIER, Carolina Nogueira; FERREIRA, Raphaelly de Oliveira; SILVA, Pedro Henrique de Paula; SANTOS, Wigor Deivid de Melo; NIZA, Enzo Messias Custodio; MOURA, Amanda Camargos de; SILVA, José Reinaldo Moreira da; TRUGILHO, Paulo Fernando; VANINI, Andrea; CARVALHO, Alexandre Monteiro de. Potencial Madeireiro de Espécies Exóticas Invasoras. **Biodiversidade e Saúde na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica**: pesquisa, conservação e educação, [S.L.], p. 246-264, 5 jun. 2023. Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.21623050611>.

YAMAZAKI, Leticia Izumi Yoshida. **Análise da Viabilidade Econômica da Densificação de Biomassa Residual de Serraria**. 2022. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO À SERRARIA SOBRE A EMPRESA, MATÉRIA-PRIMA, RESÍDUOS MADEIREIROS E SEU GERENCIAMENTO

DADOS SOBRE A EMPRESA:

1) Nome da Empresa *

Informativo: Em respeito à confidencialidade, o nome da empresa não será divulgado. Ressalto, que apenas os dados apresentados serão apurados para análise e desenvolvimento do presente trabalho.

Sua resposta _____

2) A empresa atua há quanto tempo no mercado? *

Sua resposta _____

3) Porte da empresa *

- ☐ Pequeno
- ☐ Médio
- ☐ Grande

4) Quantidade de colaboradores *

- ☐ 1 a 5
- ☐ 6 a 10
- ☐ 11 a 15
- ☐ 16 a 20
- ☐ Mais de 20

DADOS SOBRE A MATÉRIA-PRIMA:

5) Selecione os tipos de madeira serrada que a empresa trabalha: *

- ☐ Caibro
- ☐ Ripa
- ☐ Bloco, quadrado
- ☐ Pranchões
- ☐ Prancha
- ☐ Viga
- ☐ Vigota
- ☐ Tábua
- ☐ Sarrafo
- ☐ Mourão
- ☐ Produto acabado (portas, janelas, bancadas, mesas etc)
- ☐ Outro: _____

6) Quais os tipos (espécies) de madeiras fornecidas? Ex: eucalipto, massaranduba, pinus, jatobá etc. *

Sua resposta _____

7) As madeiras são fornecidas de qual(is) Estado(s)? *

Sua resposta _____

8) É realizado o controle de entrada e saída de madeira? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

9) Se a resposta anterior foi SIM, qual a quantidade média para saída e entrada de madeira da empresa?

Sua resposta _____

10) É realizado o controle de volume produzido de matéria-prima? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

11) Se a resposta anterior foi SIM, qual a média de volume de matéria-prima produzida por mês?

Sua resposta _____

12) Qual o método de desdobro utilizado?

- ☐ Radial
- ☐ Tangencial
- ☐ Misto
- ☐ Não sei

13) É realizado o cálculo de Coeficiente de Rendimento de madeira serrada?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

14) Se a resposta anterior foi SIM, qual foi a última estimativa do Coeficiente de Rendimento da empresa?

Sua resposta _____

DADOS SOBRE OS RESÍDUOS MADEIREIROS E SEU GERENCIAMENTO:

15) De que forma você enxerga o resíduo madeireiro? *

- ☐ Como um lixo para ser descartado
- ☐ Como um subproduto
- ☐ Como um produto
- ☐ Outro: _____

16) Os resíduos madeireiros são quantificados? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

17) Se a resposta anterior foi SIM, qual a média de volume de resíduos madeireiros gerado?

Sua resposta _____

18) Os resíduos madeireiros são reaproveitados? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

19) Qual a porcentagem de resíduos que é reaproveitada? *

Sua resposta _____

20) Existe um plano de gerenciamento de resíduos da madeireira? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

21) Se a resposta anterior foi SIM, quais práticas de gerenciamento são utilizadas? *

- ☐ Separação/Classificação
- ☐ Armazenamento
- ☐ Transporte
- ☐ Destinação
- ☐ Reciclagem no local
- ☐ Não realizo.

22) Quais são os principais desafios para o gerenciamento dos resíduos? *

Sua resposta

23) Há treinamento para funcionários sobre o gerenciamento de resíduos? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

24) A ferramenta PDCA é utilizada no gerenciamento de resíduos? *

Explicando o PDCA: O ciclo PDCA é um tipo de metodologia de gestão que auxilia identificar problemas e alcançar objetivos e metas dentro da empresa. A sigla vem do inglês Plan (Planejar), Do (Fazer/executar), Check (Checar) e Act (Agir).

- ☐ Sim
- ☐ Não

25) Se a resposta anterior foi SIM, descreva como é aplicada em cada fase (Planejar, Fazer, Verificar e Agir). *

Sua resposta

26) Você acredita que os resíduos madeireiros podem ser utilizados como subproduto? *

- ☐ Concordo
- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Não discordo, nem discordo
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo totalmente

27) Você considera que os resíduos podem dar boa lucratividade? *

- ☐ Concordo
- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Não discordo, nem discordo
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo totalmente

28) Você acredita que incentivos fiscais para a reutilização dos resíduos seria interessante para a empresa? *

- ☐ Concordo
- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Não discordo, nem discordo
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo totalmente

29) Você acredita que estes resíduos podem causar algum impacto ambiental? *

- ☐ Concordo
- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Não discordo, nem discordo
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo totalmente

30) Você acha importante a empresa possuir um selo verde? Que é um selo de certificação para empresas que produz de forma sustentável? *

- ☐ Concordo
- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Não discordo, nem discordo
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo totalmente

31) Se tivesse uma oportunidade de gerar lucro com a venda dos resíduos, a empresa se interessaria? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

32) De que forma você acredita que as serrarias podem contribuir através do reaproveitamento de seus resíduos? *

Sua resposta _____