REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

DESENVOLVIMENTO DE PAINEL DE AÇAÍ COMPACTADO DE DENSIDADE MÉDIA (PACD) PARA FABRICAÇÃO DE MÓVEIS SUSTENTÁVEIS EM CARUTAPERA – MA

DEVELOPMENT OF MEDIUM DENSITY COMPACTED AÇAÍ PANEL (PACD) FOR THE MANUFACTURE OF SUSTAINABLE FURNITURE IN CARUTAPERA – MA

Ciências Agrárias, Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas • 13/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/794526046

Luciêda Ferreira dos Remédios[1]

RESUMO

Este estudo investiga o potencial do caroço de açaí, resíduo de elevada disponibilidade na Amazônia Legal, como matéria-prima para a produção de Painel Compactado de Densidade Média (PACD), destinado a aplicações sustentáveis na indústria moveleira. A pesquisa foi desenvolvida no município de Carutapera (MA), considerando os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado desse resíduo e as possibilidades de agregação de valor a um subproduto de relevância regional. O estudo parte da problemática relacionada à viabilidade técnica, ambiental e socioeconômica do PACD como alternativa aos painéis convencionais produzidos a partir de madeira. Fundamentado nos princípios da gestão ambiental, da economia circular e da bioeconomia, teve como objetivo projetar e avaliar a viabilidade do PACD produzido a partir do caroço de açaí. Adotou-se uma abordagem metodológica mista, contemplando diagnóstico situacional realizado por meio de questionários e observação, seguido de etapa experimental destinada ao desenvolvimento e à caracterização físico-mecânica dos protótipos. Os resultados demonstraram que o caroço de açaí apresenta características compatíveis com a produção de painéis destinados a aplicações moveleiras não estruturais. O diagnóstico também evidenciou a ocorrência do descarte inadequado do resíduo e a existência de interesse local por alternativas de aproveitamento sustentável. Conclui-se que o PACD apresenta potencial de viabilidade técnica e ambiental, podendo contribuir para a redução da geração de resíduos, a mitigação de impactos ambientais e o fortalecimento da bioeconomia local. Entretanto, sua consolidação requer o aprimoramento dos parâmetros técnicos de produção e o estabelecimento de articulações institucionais que favoreçam sua aplicação em escala.

Palavras-chave: Painel de Açaí; Economia Circular; Gestão de Resíduos; Bioeconomia Amazônica.

ABSTRACT

This study investigates the potential of açaí pits—a residue available in large quantities within the Legal Amazon—as a raw material for the production of Medium-Density Compacted Panels (PACD, for its acronym in Portuguese), intended for sustainable applications in the furniture industry. The research was conducted in the municipality of Carutapera (Maranhão state), taking into account the environmental impacts resulting from the improper disposal of this residue, as well as the possibilities for adding value to a by-product of regional significance. The study addresses the technical, environmental, and socio-economic viability of PACD as an alternative to conventional wood-based panels. Grounded in the principles of environmental management, the circular economy, and the bioeconomy, the research aimed to design and evaluate the feasibility of PACD produced from açaí pits. A mixed-methods approach was adopted, beginning with a situational assessment—conducted through questionnaires and observation—followed by an experimental phase focused on the development and physical-mechanical characterization of prototypes. The results demonstrate that açaí pits possess characteristics suitable for the production of panels intended for non-structural furniture applications. The assessment also highlighted the prevalence of improper waste disposal and a local interest in sustainable utilization alternatives. It is concluded that PACD shows potential for technical and environmental viability, which could contribute to reducing waste generation, mitigating environmental impacts, and strengthening the local bioeconomy. However, its successful implementation requires the refinement of technical production parameters and the

establishment of institutional partnerships to facilitate large-scale application.
Keywords: Açaí Panel; Circular Economy; Waste Management; Amazonian Bioeconomy.

1. INTRODUÇÃO

A intensificação dos impactos ambientais associados aos modelos tradicionais de produção industrial tem ampliado a busca por alternativas capazes de articular desenvolvimento econômico, preservação ambiental e inclusão social (Silva, 2024; Rohde, 2025). No contexto amazônico, essa discussão assume particular relevância em razão da elevada geração de resíduos provenientes das cadeias produtivas regionais e da dependência econômica de diversos municípios em relação à exploração e ao beneficiamento de recursos naturais. Entre essas cadeias, destaca-se a produção de açaí (*Euterpe oleracea*), amplamente difundida na Amazônia Legal e responsável pela geração de expressivo volume de resíduos, especialmente o caroço, que corresponde a aproximadamente 85% do volume do fruto processado (Cameli, 2023; Rodrigues, 2022; Oliveira, 2020).

Em Carutapera, no Maranhão, a cadeia produtiva do açaí apresenta importância econômica, social e cultural. Entretanto, o descarte inadequado dos resíduos provenientes do processamento do fruto constitui um problema ambiental e urbano, contribuindo para a ocupação de áreas e para a contaminação do solo e dos recursos hídricos (Miranda, 2022; Figueiredo, 2022). Nesse cenário, o aproveitamento do caroço como matéria-prima para novos produtos representa uma possibilidade de valorização de um resíduo

abundante, aproximando-se dos princípios da economia circular, da bioeconomia e da gestão ambiental sustentável (Rodrigues, 2022).

Paralelamente, a indústria moveleira enfrenta desafios relacionados à disponibilidade de matéria-prima florestal, aos custos de produção e às crescentes exigências ambientais. Nesse contexto, a substituição, total ou parcial, de painéis convencionais derivados da madeira por materiais produzidos a partir de resíduos agroindustriais constitui uma alternativa com potencial ambiental e tecnológico (Buendia, 2014; Oliveira, 2023). Os painéis de densidade média, amplamente empregados na fabricação de móveis, podem incorporar diferentes biomateriais, desde que o produto obtido apresente propriedades físicas e mecânicas compatíveis com suas finalidades de uso (Rodrigues, 2024).

Diante dessa problemática, o desenvolvimento de um Painel de Açaí Compactado de Densidade Média (PACD), utilizando o caroço de açaí como matéria-prima, apresenta-se como uma alternativa para agregar valor a um resíduo agroindustrial e, simultaneamente, contribuir para a redução de impactos ambientais e para a diversificação das possibilidades produtivas locais. A proposta articula, portanto, dimensões ambientais, tecnológicas e socioeconômicas, considerando a possibilidade de utilização do resíduo da cadeia do açaí na fabricação de móveis sustentáveis.

A relevância da investigação também está relacionada à necessidade de ampliar estudos aplicados sobre a utilização do caroço de açaí na produção de materiais compósitos. Embora esse resíduo apresente potencial de aproveitamento, ainda são necessárias avaliações que considerem suas características e o desempenho dos materiais produzidos a partir dele, especialmente

quanto aos aspectos físicos, mecânicos e tecnológicos. A produção de painéis com esse material pode contribuir não apenas para a redução de passivos ambientais, mas também para o desenvolvimento de produtos de maior valor agregado, fortalecendo possibilidades associadas à bioeconomia e à economia circular.

Dessa forma, a pesquisa parte do seguinte problema: é tecnicamente, ambientalmente e socioeconomicamente viável desenvolver um PACD, a partir de resíduos do caroço de açaí, que apresente potencial de aplicação na indústria moveleira e contribua para a sustentabilidade local em Carutapera – MA? Para responder a essa questão, o estudo teve como objetivo projetar um PACD, utilizando resíduos do caroço de açaí como matéria-prima, visando constituir uma alternativa sustentável para a indústria moveleira no referido município.

Para alcançar esse propósito, foram analisadas as características do caroço de açaí, seu potencial como matéria-prima para a produção de compósitos de densidade média e o desempenho tecnológico de protótipos do PACD, considerando parâmetros relacionados à resistência, durabilidade, densidade e estabilidade dimensional. Também foi considerada a viabilidade de sua utilização em escala produtiva, contemplando aspectos técnicos, ambientais e socioeconômicos relacionados à inserção do material na cadeia moveleira local.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sustentabilidade, Gestão Ambiental e Valorização de Resíduos

A sustentabilidade constitui um dos principais fundamentos das discussões contemporâneas sobre desenvolvimento e organização dos processos produtivos, especialmente diante dos impactos ambientais decorrentes da exploração intensiva dos recursos naturais. A concepção de desenvolvimento sustentável, difundida pelo Relatório Brundtland, estabelece a necessidade de atender às demandas da geração presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras (WCED, 1987; Aurélio Sobrinho, 2008). Essa perspectiva envolve a articulação entre as dimensões ambiental, econômica e social, que devem ser consideradas de maneira integrada na formulação de estratégias de desenvolvimento (Oliveira Claro *et al.*, 2008; Elkington; Rowlands, 1999; Vasconcelos, 2024).

No campo produtivo, a gestão ambiental representa um instrumento importante para transformar esses princípios em práticas concretas. Segundo Barbieri (2016), ela compreende diretrizes, práticas e instrumentos destinados à minimização dos impactos ambientais das atividades humanas, promovendo o uso racional dos recursos naturais e a responsabilidade socioambiental das organizações. Essa abordagem também envolve a adoção de tecnologias mais limpas, a valorização de resíduos e a substituição de matérias-primas convencionais por alternativas renováveis, contribuindo para processos produtivos mais eficientes (Johann *et al.*, 2022; Oliveira, 2023).

Nessa perspectiva, a economia circular apresenta-se como uma alternativa ao modelo linear de produção e consumo, tradicionalmente baseado na extração de recursos, fabricação de produtos e descarte após o uso. Conforme a Fundação Ellen MacArthur (2015), esse modelo busca manter materiais e produtos em circulação pelo maior tempo possível, mediante estratégias de

reutilização, recuperação e reciclagem. O princípio fundamental consiste em reconhecer os resíduos como recursos passíveis de reinserção nos processos produtivos, ampliando seu aproveitamento e reduzindo a necessidade de extração de novas matérias-primas (Geissdoerfer *et al.*, 2017; Koefender, 2020).

No Brasil, essa orientação encontra respaldo na Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, que estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, priorizando a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem. A aplicação desses princípios às cadeias agroindustriais representa uma possibilidade de reduzir passivos ambientais e criar novas oportunidades econômicas, especialmente em regiões onde o descarte de resíduos ainda constitui um problema recorrente.

Complementarmente, a bioeconomia fundamenta-se no aproveitamento sustentável de recursos biológicos renováveis para a produção de bens, serviços e energia, articulando inovação tecnológica, conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico (OCDE, 2009). Na Amazônia, esse modelo apresenta particular importância em razão da biodiversidade regional e do potencial de aproveitamento sustentável de recursos naturais. Entretanto, sua consolidação depende da capacidade de agregar valor às matérias-primas disponíveis, desenvolver novas tecnologias e fortalecer cadeias produtivas locais (Barabinot, 2025; Queiroz, 2024; Pamplona *et al.*, 2021; Moreira; Manzatto, 2023).

2.2. Painéis Reconstituídos e Alternativas Sustentáveis para a Indústria Moveleira

Os painéis reconstituídos constituem importantes insumos da indústria moveleira, sendo utilizados na fabricação de móveis residenciais, corporativos e planejados. Seu desenvolvimento está associado à busca por melhor aproveitamento dos recursos florestais, redução dos custos produtivos e obtenção de materiais com maior uniformidade dimensional e estrutural em comparação à madeira maciça (Iwakiri, 2005). Esses produtos são fabricados, de maneira geral, a partir de partículas, fibras ou lâminas, aglutinadas por adesivos e submetidas a condições controladas de pressão e temperatura (Tsoumis, 1991; Bispo, 2021).

Entre os materiais utilizados pelo setor destacam-se os painéis de partículas (MDP) e os painéis de fibras de média densidade (MDF), reconhecidos pela versatilidade, facilidade de usinagem, acabamento superficial e estabilidade dimensional. Essas características favorecem sua utilização em diferentes aplicações moveleiras e possibilitam a padronização dos processos de fabricação (Maloney, 1993; Torquato, 2008).

O desempenho desses materiais está diretamente relacionado às características da matéria-prima e às condições de processamento. Etapas como preparação, secagem, aplicação de adesivos, formação do colchão e prensagem influenciam as propriedades físicas e mecânicas dos painéis. Entre os parâmetros de avaliação destacam-se a densidade, a resistência à flexão, o módulo de elasticidade, a tração perpendicular e a estabilidade dimensional (Trianoski *et al.*, 2013; Araujo *et al.*, 2019).

A densidade constitui um dos indicadores fundamentais para caracterizar esses materiais, estando relacionada ao comportamento mecânico e à durabilidade. Conforme a classificação apresentada na

ABNT NBR 15316 (2018), os painéis de densidade média situam-se, em geral, na faixa de 550 a 750 kg/m^3. Além desse parâmetro, a resistência ao arrancamento de parafusos, a absorção de água e o inchamento em espessura são propriedades relevantes para determinar a adequação dos painéis às aplicações na indústria moveleira (Pereira, 2013; Assis, 2013; Weber; Iwakiri, 2015).

A busca por alternativas às matérias-primas convencionais tem estimulado pesquisas sobre a incorporação de resíduos agroindustriais e florestais na fabricação de painéis reconstituídos. Materiais como bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz, fibra de coco e resíduos de madeira apresentam potencial de aproveitamento, especialmente em razão da presença de componentes lignocelulósicos, como celulose, hemicelulose e lignina (Rowell, 2005; Benini, 2011; Oliveira *et al.*, 2019). Sua utilização pode contribuir para reduzir a pressão sobre os recursos florestais e ampliar as possibilidades de reaproveitamento de resíduos.

Entretanto, a incorporação dessas matérias-primas exige atenção às suas características físicas e químicas, à granulometria, à compatibilidade com os adesivos e à estabilidade dimensional dos produtos obtidos. A heterogeneidade dos resíduos e as particularidades dos processos de fabricação podem exigir ajustes nas condições de produção e na composição dos compósitos (Ashori; Nourbakhsh, 2009; Ashori *et al.*, 2009; Cravo *et al.*, 2015). Assim, a avaliação das propriedades dos materiais desenvolvidos é indispensável para verificar seu potencial de utilização e identificar limitações tecnológicas (Santos, 2024).

Nesse contexto, a utilização de matérias-primas alternativas também responde às transformações da indústria moveleira, que

passa a incorporar exigências ambientais, preocupações com a origem dos materiais e demandas por produtos mais sustentáveis (Azevedo, 2009; Johann *et al.*, 2022). O desenvolvimento de painéis a partir de resíduos agroindustriais representa, portanto, uma possibilidade de conciliar inovação tecnológica, aproveitamento de recursos e diversificação das alternativas disponíveis para o setor.

2.3. Resíduos Agroindustriais e Potencial de Aproveitamento do Caroço de Açaí

O crescimento das atividades agroindustriais tem ampliado a geração de resíduos sólidos, cujo descarte inadequado pode ocasionar impactos sobre o solo, a água e o ar, além de representar riscos à saúde pública (Silva, 2022). Entretanto, esses materiais apresentam possibilidades de aproveitamento em diferentes processos produtivos, especialmente quando possuem características compatíveis com a fabricação de novos produtos. Sua valorização pode contribuir para reduzir a pressão sobre recursos naturais, diminuir custos e estimular a inovação industrial (Borges *et al.*, 2025; Hollas, 2022).

Entre os resíduos com potencial de utilização na produção de compósitos encontram-se materiais de origem vegetal, cuja composição pode apresentar celulose, hemicelulose e lignina. Esses componentes conferem características relevantes para a investigação de alternativas à madeira convencional na fabricação de painéis reconstituídos, embora a aplicação dependa das propriedades específicas de cada matéria-prima e das condições de processamento (Benini, 2011; Oliveira *et al.*, 2019).

Nesse cenário, o açaí destaca-se como um dos principais produtos da sociobiodiversidade amazônica, desempenhando papel importante na alimentação, na geração de renda e na economia regional. A expansão de seu consumo nos mercados nacional e internacional tem contribuído para o crescimento do processamento do fruto e, consequentemente, para o aumento da geração de resíduos, sobretudo do caroço (Oliveira, 2023; Cameli, 2023).

O caroço representa a principal fração residual do processamento do açaí e corresponde a aproximadamente 85% do volume do fruto processado, o que evidencia a dimensão do desafio relacionado à sua destinação (Cameli, 2023; Rodrigues, 2022; Oliveira, 2020). Em diferentes municípios amazônicos, o descarte inadequado desse material em vias públicas, terrenos baldios e corpos d'água constitui um problema ambiental e urbano, exigindo alternativas que possibilitem seu aproveitamento e sua reinserção em cadeias produtivas (Rodrigues, 2024; Rosa, 2024).

Apesar dos problemas relacionados à destinação, o caroço de açaí apresenta possibilidades de utilização em diferentes atividades, incluindo a geração de energia, a produção de biofertilizantes e o desenvolvimento de materiais compósitos. Essas aplicações demonstram que o resíduo pode ultrapassar sua condição de material descartado e assumir uma função produtiva, desde que sejam investigadas suas características e as condições técnicas necessárias ao processamento.

A utilização do caroço de açaí na fabricação de painéis compactados representa, nesse sentido, uma possibilidade de aproximação entre a valorização de resíduos agroindustriais e as demandas por

matérias-primas alternativas da indústria moveleira. Ao transformar um resíduo abundante em componente de um novo material, a proposta do PACD articula os princípios da sustentabilidade, da economia circular e da bioeconomia, além de abrir perspectivas para a agregação de valor à cadeia produtiva do açaí em Carutapera – MA.

3. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem mista (qualitativa e quantitativa), com objetivos exploratórios e descritivos e procedimentos experimentais, articulados a elementos de estudo de caso. Essa configuração metodológica foi adotada em razão da necessidade de compreender a problemática ambiental relacionada ao descarte dos caroços de açaí em Carutapera – MA e, simultaneamente, desenvolver e avaliar uma alternativa tecnológica para o aproveitamento desse resíduo. O percurso investigativo fundamentou-se nas orientações de Gil (2019), Yin (2016), Prodanov e Freitas (2013) e Triviños (2017).

O desenvolvimento da pesquisa foi organizado em três etapas complementares: diagnóstico situacional da cadeia produtiva do açaí, desenvolvimento experimental do PACD e avaliação de seu potencial de aplicação técnica, ambiental e socioeconômica.

Na primeira etapa, realizou-se o levantamento de informações sobre a produção e o processamento do açaí no município de Carutapera, com atenção especial à geração, ao acúmulo e à destinação dos caroços. Foram utilizados procedimentos de observação direta, levantamento documental, entrevistas semiestruturadas e aplicação de questionário estruturado junto aos batedores de açaí. O

instrumento contemplou informações sobre as unidades de comercialização e processamento do fruto, considerando latas de aproximadamente 60 kg e sacas de 15 kg, o volume médio processado diariamente, as variações entre safra e entressafra, a frequência de retirada dos resíduos e as formas de destinação dos caroços. Também foram investigadas as percepções dos participantes acerca dos problemas associados ao acúmulo desse material, como mau cheiro e atração de insetos. As informações obtidas permitiram caracterizar a dinâmica local de geração dos resíduos e identificar possibilidades de aproveitamento como matéria-prima para o painel.

A segunda etapa compreendeu a preparação da matéria-prima e o desenvolvimento experimental do PACD. Os caroços foram coletados junto a batedores e unidades de processamento do município, priorizando materiais recentemente descartados. Inicialmente, realizou-se a limpeza manual para retirada de impurezas, seguida de secagem natural ao sol, em superfícies limpas e ventiladas. Posteriormente, o material foi submetido à secagem em estufa, com controle de temperatura, até atingir baixo teor de umidade. Após essa etapa, os caroços foram triturados em equipamento de alta rotação, produzindo um pó fino, posteriormente peneirado para obtenção de granulometria mais homogênea. O material preparado foi armazenado em recipientes fechados e protegidos da umidade até sua utilização nos ensaios.

A fabricação dos protótipos ocorreu mediante experimentação progressiva, com ajustes nas proporções dos componentes utilizados. Inicialmente, foi estabelecida uma formulação-base contendo 2.000 g de pó seco de caroço de açaí, 600 mL de cola branca à base de PVA e 600 mL de resina poliéster, acrescida de 12

mL de catalisador MEKP, correspondente a 2% do volume da resina. Os componentes foram incorporados gradualmente, iniciando-se pela homogeneização do pó com a cola PVA e, posteriormente, pela adição da resina previamente catalisada.

Em seguida, realizou-se um ensaio experimental reduzido, mantendo as proporções da formulação inicial, com 500 g de pó de caroço de açaí, 150 mL de cola PVA, 150 mL de resina poliéster e 3 mL de catalisador MEKP. Essa etapa permitiu observar o comportamento da mistura durante a cura, sua homogeneidade e a resistência inicial do material formado.

Com base nos ensaios anteriores, estabeleceu-se uma terceira formulação, denominada versão reforçada, composta por 500 g de pó seco e peneirado de caroço de açaí, 250 mL de cola PVA, 250 mL de resina poliéster e 5 mL de catalisador MEKP. Essa composição foi adotada como formulação final dos testes experimentais, buscando melhorar a coesão estrutural e a resistência do painel.

Em todas as formulações, os componentes foram misturados gradualmente, com posterior deposição em molde e compactação. Após a moldagem, o material foi submetido ao processo de cura, respeitando o tempo necessário à polimerização da resina poliéster. A experimentação envolveu ajustes sucessivos na composição, permitindo comparar o comportamento das misturas e definir a formulação considerada mais adequada ao desenvolvimento do PACD.

A terceira etapa compreendeu a avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos protótipos, bem como a análise de seu potencial de aplicação na indústria moveleira. Entre os parâmetros considerados

estavam a densidade aparente, o teor de umidade, a absorção de água e o inchamento em espessura. Quanto às propriedades mecânicas, foram contempladas a resistência à flexão estática, o módulo de elasticidade e a resistência à tração perpendicular. Também foram considerados aspectos relacionados à durabilidade e à estabilidade dimensional, buscando verificar o comportamento do material diante de condições simuladas de utilização.

Os dados quantitativos provenientes dos procedimentos experimentais foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise estatística descritiva, considerando médias, desvios-padrão e comparação entre amostras. As informações qualitativas obtidas no diagnóstico situacional foram organizadas em categorias analíticas, possibilitando interpretar as práticas de destinação dos resíduos e as percepções dos participantes. A integração dessas informações permitiu relacionar a disponibilidade local da matéria-prima às possibilidades de desenvolvimento e utilização do painel.

Por fim, a avaliação da viabilidade do PACD considerou três dimensões complementares. A viabilidade técnica foi examinada a partir das propriedades físicas e mecânicas do material e de sua adequação às aplicações pretendidas. A dimensão ambiental considerou o potencial de reaproveitamento dos caroços e a possibilidade de redução dos resíduos destinados ao descarte inadequado. Já a dimensão socioeconômica contemplou os custos de produção, as possibilidades de inserção do material na cadeia moveleira local e as oportunidades de agregação de valor à cadeia produtiva do açaí.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Diagnóstico Ambiental e Potencial de Reaproveitamento do Caroço de Açaí

O diagnóstico realizado em Carutapera evidenciou que o descarte do caroço de açaí constitui um problema ambiental associado à cadeia produtiva do fruto. A atividade de processamento gera volumes expressivos de resíduos, especialmente durante os períodos de safra, sem que exista uma estrutura organizada para sua coleta, tratamento ou reaproveitamento. Conforme observado no levantamento empírico, os caroços são descartados predominantemente em terrenos baldios, áreas abertas e, em algumas situações, nas proximidades de cursos d'água, ocasionando acúmulo de matéria orgânica, odores desagradáveis e condições favoráveis à proliferação de vetores.

Esse cenário revela fragilidades na gestão municipal dos resíduos agroindustriais e demonstra a predominância de um modelo linear de produção, no qual o aproveitamento econômico se concentra na polpa do fruto, enquanto o caroço permanece sem destinação produtiva. A situação identificada dialoga com os estudos de Oliveira (2020, 2023), Rodrigues (2022) e Miranda *et al.* (2022), que discutem os problemas relacionados ao descarte inadequado dos resíduos da cadeia do açaí. Também se aproxima das preocupações apresentadas por Sena, Costa e Costa (2025), especialmente quanto aos impactos ambientais e às condições de vulnerabilidade das comunidades expostas ao acúmulo desses materiais.

Além dos impactos sobre a paisagem e a qualidade ambiental, a deposição inadequada dos resíduos pode favorecer a presença de insetos e roedores, intensificando os incômodos à população. A ausência de sistemas específicos de coleta e tratamento de resíduos

orgânicos agrava esse quadro e evidencia a necessidade de articulação entre gestão ambiental, saneamento e desenvolvimento produtivo. Nesse sentido, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, oferece uma referência para a adoção de estratégias que priorizem a redução, a reutilização e a valorização dos resíduos (Brasil, 2010).

O diagnóstico também apontou limitações institucionais e operacionais. A articulação entre o poder público municipal, os trabalhadores envolvidos no processamento do açaí e os demais agentes da cadeia produtiva ainda é insuficiente para estruturar iniciativas permanentes de reaproveitamento. Soma-se a isso a carência de equipamentos e espaços destinados à separação, secagem, armazenamento e transformação dos caroços. Dessa forma, embora o resíduo esteja disponível no próprio território, sua utilização como matéria-prima depende de condições mínimas de organização e infraestrutura.

Essa realidade evidencia uma contradição: um material gerado continuamente pela atividade econômica local permanece sendo tratado como rejeito, apesar de apresentar características que permitem investigar sua utilização na fabricação de novos produtos. O aproveitamento do caroço na produção de painéis reconstituídos representa, portanto, uma possibilidade de transformar um passivo ambiental em recurso produtivo, aproximando a cadeia do açaí dos princípios da economia circular e da bioeconomia.

4.2. Desenvolvimento do PACD e Diagnóstico Técnico-Produtivo

A investigação sobre as características do caroço de açaí e sua possibilidade de utilização em materiais compósitos fundamentou o

desenvolvimento experimental do PACD. A proposta parte do aproveitamento da estrutura lignocelulósica do resíduo, cuja composição permite investigar sua aplicação em processos de compactação e aglomeração com adesivos. Essa possibilidade encontra respaldo nas pesquisas de Rowell (2005), Ashori e Nourbakhsh (2009), Weber e Iwakiri (2015) e Santos (2024), que discutem o potencial de materiais lignocelulósicos na fabricação de painéis alternativos.

Os resultados da experimentação indicaram que a produção do PACD depende do controle de variáveis relacionadas ao beneficiamento da matéria-prima e à composição do compósito. Entre os aspectos considerados relevantes estão a granulometria do caroço triturado, o teor de umidade, a proporção entre resíduo e adesivos e as condições de compactação. Essas variáveis interferem diretamente na homogeneidade, na estabilidade dimensional e nas propriedades físicas e mecânicas do painel. Assim, o desenvolvimento do material não se limita à incorporação do resíduo, mas exige procedimentos de preparação e fabricação capazes de assegurar maior regularidade ao produto final.

A análise técnico-produtiva aponta que o PACD apresenta potencial para aplicações moveleiras não estruturais, especialmente em razão da possibilidade de utilização de uma matéria-prima regional e de processos relativamente simples de fabricação. Entretanto, sua consolidação depende da padronização das etapas produtivas e do aprofundamento dos ensaios de caracterização. A densidade, a resistência à flexão, a absorção de água e o inchamento em espessura são parâmetros importantes para avaliar o comportamento dos painéis, conforme discutido por Araujo *et al.* (2019) e Weber e Iwakiri (2015).

Embora a comparação com painéis convencionais de média densidade indique possibilidades de aplicação, não se deve considerar a equivalência técnica entre os materiais como definitivamente comprovada. O PACD ainda necessita de validação por meio de ensaios padronizados e de avaliação de sua conformidade com os requisitos técnicos aplicáveis. Essa etapa é fundamental para estabelecer limites de utilização, identificar possíveis fragilidades e verificar a estabilidade do material em diferentes condições de uso.

Outro aspecto identificado diz respeito à infraestrutura necessária para ampliar a produção. A fabricação em escala local demanda equipamentos para moagem fina, secagem controlada e prensagem, além de procedimentos que permitam reproduzir as características do painel. Apesar dessas limitações, a utilização de matéria-prima disponível regionalmente e a possibilidade de adaptação dos processos às condições de pequenas marcenarias constituem aspectos favoráveis à continuidade do desenvolvimento tecnológico.

Portanto, o diagnóstico técnico aponta que o PACD se encontra em uma etapa de desenvolvimento que apresenta potencial de aplicação, mas ainda requer aperfeiçoamento e validação. A continuidade da investigação deve priorizar a definição de parâmetros de fabricação, a realização de ensaios físicos e mecânicos conforme normas pertinentes e a avaliação da durabilidade do material. Esses procedimentos são indispensáveis para que a alternativa experimental possa avançar em direção a uma aplicação comercial mais ampla.

4.3. Potencial Socioeconômico e Institucional

A análise socioeconômica evidencia que o desenvolvimento do PACD pode contribuir para a diversificação das atividades relacionadas à cadeia produtiva do açaí em Carutapera. Atualmente, o aproveitamento econômico concentra-se principalmente na comercialização e no processamento do fruto, enquanto o caroço permanece pouco valorizado. A transformação desse resíduo em matéria-prima para a fabricação de painéis abre a possibilidade de incorporar novas etapas produtivas à cadeia, favorecendo a agregação de valor a um material que, no contexto investigado, é predominantemente descartado.

Essa possibilidade pode beneficiar diferentes agentes locais, incluindo produtores, batedores, trabalhadores envolvidos na coleta e preparação dos resíduos e profissionais do setor moveleiro. A organização de iniciativas de reaproveitamento também pode estimular a criação de pequenos empreendimentos, associações ou cooperativas, ampliando as oportunidades de geração de renda e de participação econômica. Essa perspectiva está relacionada aos princípios da bioeconomia amazônica, que valorizam o uso sustentável dos recursos regionais e a construção de alternativas produtivas vinculadas às características de cada território (OCDE, 2009; Barabinot, 2025; Pamplona; Salarini; Kadri, 2021).

No que se refere à inserção no mercado, o PACD apresenta possibilidades de utilização inicial em móveis de pequeno porte, peças decorativas e componentes internos, desde que as características técnicas do material sejam compatíveis com as exigências de cada aplicação. A aceitação inicial por parte de marceneiros e agentes do setor moveleiro, conforme indicado no diagnóstico, sugere abertura para a experimentação de materiais alternativos, sobretudo aqueles que apresentam origem regional e

apelo socioambiental. Contudo, essa receptividade não deve ser confundida com comprovação de demanda comercial consolidada, sendo necessário aprofundar a avaliação de custos, desempenho e interesse dos consumidores.

A expansão dessa alternativa também depende de condições institucionais favoráveis. A articulação entre poder público, instituições de ensino e pesquisa, associações, cooperativas e agentes da cadeia produtiva pode contribuir para a disponibilização de infraestrutura, capacitação e apoio técnico. Sem essa integração, as iniciativas tendem a permanecer restritas à experimentação, dificultando a continuidade e a ampliação da produção.

Dessa maneira, o potencial socioeconômico do PACD está associado não apenas à fabricação de um novo material, mas à possibilidade de estruturar uma cadeia local de reaproveitamento. Para isso, são necessárias ações que integrem gestão de resíduos, organização produtiva, formação dos trabalhadores e aproximação com o mercado. Essa perspectiva reforça a compreensão de que a inovação sustentável depende tanto das características técnicas do produto quanto das condições sociais e institucionais que permitem sua adoção.

4.4. Proposta de Consolidação e Aplicação do PACD

Diante dos resultados e das limitações identificadas, propõe-se o aperfeiçoamento do processo produtivo do PACD e a organização de estratégias que permitam sua futura aplicação no setor moveleiro de Carutapera–MA. A proposta articula três dimensões complementares: aprimoramento tecnológico, estruturação do reaproveitamento dos resíduos e fortalecimento das condições

socioeconômicas e institucionais necessárias à continuidade da iniciativa.

No âmbito tecnológico, recomenda-se a padronização das etapas de preparação do caroço de açaí, especialmente quanto à secagem, à granulometria e ao armazenamento. Também se considera necessário estabelecer proporções adequadas entre a matéria-prima e os adesivos utilizados, bem como definir parâmetros de compactação que favoreçam a homogeneidade e a estabilidade do painel. O aperfeiçoamento dessas etapas poderá contribuir para a reprodutibilidade do processo e para a obtenção de materiais com características mais regulares.

A utilização de equipamentos acessíveis e adaptáveis à realidade dos pequenos empreendimentos constitui outra diretriz da proposta. A adoção de tecnologias de menor custo pode reduzir as barreiras para a participação de marcenarias e trabalhadores locais, desde que sejam respeitadas as condições mínimas de segurança e controle de qualidade. Paralelamente, torna-se importante estabelecer parcerias com instituições de ensino e pesquisa para a realização de ensaios, o acompanhamento técnico e a avaliação da conformidade do material com as normas aplicáveis.

Na dimensão ambiental, propõe-se a organização da coleta dos caroços nos estabelecimentos de processamento do açaí, com definição de procedimentos para separação, armazenamento e encaminhamento do resíduo. O monitoramento dos volumes coletados e efetivamente aproveitados permitiria acompanhar os resultados da iniciativa e avaliar sua contribuição para a redução do descarte inadequado. Essa estratégia aproxima a proposta dos princípios da economia circular, ao promover a reinserção de um

resíduo no processo produtivo (Ellen Macarthur Foundation, 2015; Rodrigues, 2022; Oliveira, 2023).

No plano socioeconômico, recomenda-se estimular a articulação entre batedores, produtores, marceneiros e potenciais parceiros institucionais. A formação de associações ou cooperativas pode favorecer a organização do fornecimento de matéria-prima, a divisão de responsabilidades e a comercialização dos produtos. Também são pertinentes ações de capacitação por meio de oficinas e treinamentos voltados ao beneficiamento do resíduo, à fabricação dos painéis, ao controle de qualidade e às possibilidades de aplicação do PACD.

Quanto à inserção no mercado, a proposta considera mais adequado um processo gradual, iniciado por produtos de menor exigência estrutural, como peças decorativas, móveis de pequeno porte e componentes internos. Essa estratégia possibilita observar o comportamento do material em situações concretas de utilização e identificar necessidades de aperfeiçoamento antes de ampliar sua aplicação. A certificação e a validação normativa devem integrar as etapas posteriores de desenvolvimento, especialmente caso se pretenda alcançar mercados com exigências técnicas mais rigorosas.

Assim, a proposta de consolidação do PACD não se restringe ao desenvolvimento de um painel alternativo, mas compreende a construção de condições para que o caroço de açaí seja incorporado a uma dinâmica produtiva local. Sua efetivação depende da articulação entre inovação tecnológica, gestão ambiental, capacitação e organização econômica. Embora ainda existam desafios relacionados à padronização, à infraestrutura e à validação

técnica, o material representa uma possibilidade de valorização de resíduos agroindustriais e de fortalecimento de iniciativas vinculadas à bioeconomia em Carutapera.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como objetivo desenvolver e analisar o Painel de Açaí Compactado de Densidade Média, considerando seu potencial como alternativa sustentável para o reaproveitamento do caroço de açaí no município de Carutapera–MA. A investigação permitiu compreender os problemas ambientais associados ao descarte inadequado desse resíduo, explorar suas possibilidades de utilização na fabricação de painéis e discutir as condições necessárias à sua inserção na indústria moveleira local.

Os resultados evidenciaram que o caroço de açaí, apesar de ser gerado em grandes quantidades e apresentar destinação predominantemente inadequada, possui potencial para utilização como matéria-prima na produção de materiais compósitos. A experimentação realizada indicou que o PACD constitui uma alternativa promissora para aplicações moveleiras não estruturais, desde que sejam aperfeiçoados os procedimentos de fabricação e realizadas avaliações técnicas complementares. Nesse sentido, a pesquisa contribui para ampliar as possibilidades de valorização dos resíduos agroindustriais, demonstrando como recursos disponíveis no território podem ser incorporados a novas propostas produtivas.

Sob as perspectivas ambiental e socioeconômica, o aproveitamento do caroço de açaí pode contribuir para reduzir o descarte inadequado, agregar valor a um resíduo pouco explorado e estimular novas oportunidades de geração de renda. A proposta

também evidencia a possibilidade de articulação entre a cadeia produtiva do açaí e o setor moveleiro, aproximando a inovação tecnológica dos princípios da economia circular e da bioeconomia. Entretanto, a concretização desses benefícios depende da organização da coleta, da disponibilidade de infraestrutura, da capacitação dos trabalhadores e da construção de parcerias entre instituições de pesquisa, poder público e setor produtivo.

É necessário reconhecer, contudo, que o desenvolvimento do PACD ocorreu em escala experimental e reduzida, o que limita a generalização dos resultados. A disponibilidade restrita de equipamentos especializados também condicionou a realização de avaliações técnicas mais abrangentes. Dessa forma, ainda são necessários ensaios padronizados de resistência mecânica, absorção de água, estabilidade dimensional, durabilidade e vida útil, além de estudos que permitam estabelecer parâmetros de fabricação e verificar a conformidade do material com as normas técnicas aplicáveis.

Como perspectivas para pesquisas futuras, recomenda-se investigar novas formulações, aperfeiçoar as proporções dos componentes e avaliar diferentes condições de compactação e processamento. Também se mostram relevantes estudos de viabilidade econômica, análises comparativas com painéis convencionais e pesquisas de mercado que permitam compreender as possibilidades de produção e comercialização do material em escala ampliada. A realização de projetos-piloto e ações de extensão poderá contribuir para aproximar os resultados científicos das necessidades e possibilidades produtivas do município.

Conclui-se que o PACD representa uma possibilidade de inovação sustentável fundamentada na valorização de um resíduo regional e na construção de alternativas produtivas para a Amazônia Legal. Embora sua consolidação dependa de aprimoramentos tecnológicos e validações complementares, a pesquisa demonstra a relevância de iniciativas que integrem experimentação, gestão ambiental e desenvolvimento territorial. Ao propor uma nova destinação para o caroço de açaí, o estudo contribui para o debate sobre a transição de modelos produtivos baseados no descarte para práticas orientadas pelo reaproveitamento de recursos, pela responsabilidade ambiental e pela valorização das potencialidades locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15316:** Painéis de fibras de média densidade (MDF). Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ARAUJO, Cristiane Karyn Carvalho et al. Caracterização mecânica de painéis particulados de média densidade produzidos a partir de resíduos de madeira. **Revista Gestão Industrial,** v. 15, n. 1, 2019.

ASHORI, Alireza; NOURBAKHSH, Amir; KAREGARFARD, Abolfazl. Properties of medium density fiberboard based on bagasse fibers. **Journal of composite materials,** v. 43, n. 18, p. 1927-1934, 2009.

ASHORI, Alireza; NOURBAKHSH, Amir. Characteristics of wood–fiber plastic composites made of recycled materials. **Waste management,** v. 29, n. 4, p. 1291-1295, 2009.

ASSIS, Cristiano Prado. **Estudo comparativo entre MDF e MDP utilizados na indústria moveleira.** 2013. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de mesquita Filho”, Campus Experimental de Itapeva, 2013.

AURÉLIO SOBRINHO, Carlos. **Desenvolvimento sustentável:** uma análise a partir do Relatório Brundtland. 2008. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2008.

AZEVEDO, Patrícia Silva de. **Estratégias e requisitos ambientais no processo de desenvolvimento de produtos na indústria de móvel sob encomenda.** 2009. 143 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

BARABINOT, Aline Pereira Cardoso de Sá. **Cooperativas de bioeconomia:** um estudo sobre suas contribuições para a inclusão produtiva e o desenvolvimento sustentável no Estado do Pará. 2025. 123 f. Dissertação (Mestrado em Economia Política) - Programa de Pós-Graduação em Economia Política da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2025.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial:** conceitos, modelos e instrumentos. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BENINI, Kelly Cristina Coelho de Carvalho. **Desenvolvimento e caracterização de compósitos poliméricos reforçados com fibras lignocelulósicas:** HIPS / fibra de casca do coco verde e bagaço de cana de açucar. 2011. 125 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

BIAZZI, B., NUNES, M. S., BARAVELLI, J. E., & OLIVEIRA, C. T. A. Caracterização do resíduo da cadeia produtiva do açaí para investigações de reaproveitamento. 6° CONRESOL – 6° CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, Foz do Iguaçu – PR, 23 a 25 de maio de 2023.

BISPO, Rodrigo Andraus. **Produção e avaliação de painéis de partículas de fibra de coco, pínus e eucalipto aglutinadas com adesivo poliuretano derivado de óleo de mamona.** 2021. 124 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021.

BORGES, Arthur Massaro; MARTINS, Caio Cesar dos Santos; BASSO, Micheli Cristiani Aiello. Gestão sustentável e reutilização de resíduos agroindustriais: uma abordagem sob a perspectiva da economia circular e da administração do agronegócio. **ARACÊ ,** *[S. l.]*, v. 7, n. 11, p. e9576, 2025.

BRASIL. **Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2010.

BUENDIA, Lívia Soares. **Gestão ambiental e design:** aplicação deum método de avaliação do desempenho ambiental de produtos da indústria moveleira. 2014. 182 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2014.

CAMELI, Maria Raylene Félix. **Planejamento regional e geoeconomia:** a rede produtiva do açaí na Amazônia Sul-Ocidental. 2023. 84 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Acre,

Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Curso de Bacharel em Geografia, Rio Branco, 2023.

CRAVO, Julio Cesar Machado *et al*. Painel aglomerado de resíduos agroindustriais. **Ciência Florestal,** v. 25, p. 721-730, 2015.

ELKINGTON, John; ROWLANDS, Ian H. Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. **Alternatives Journal,** v. 25, n. 4, p. 42, 1999.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy:** economic and business rationale for an accelerated transition. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2015.

FIGUEIREDO, Diana da Luz. **Estratégias para aproveitamento dos caroços de açaí descartados no Município de Marituba-Pará a partir da tecnologia social.** 2022. 51 f. Monografia (Especialização em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, Belém, 2022.

GEISSDOERFER, Martin *et al*. The circular economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production,** Amsterdam, v. 143, p. 757–768, 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

Hollas, Camila Ester. **Tecnologias de tratamento de resíduos agropecuários como indutoras à economia circular no agronegócio.** 2022. 281 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022.

IBGE. (2017). Produção de açaí no estado do Pará: 242.000 tem 35,4 mil estabelecimentos rurais. *In*: QUARESNA, A. P.; EULER, A. M. C. (Orgs.). **Açaí***:* Mais que um fruto, símbolo da cultura alimentar e bioeconomia da Amazônia. Embrapa Amazônia Oriental. Recuperado em 05 de novembro de 2025, de https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1155560/1/CPAF-AP-2023-Acai-mais-que-um-fruto-simbolo-da-cultura-alimentar-e-bioeconomia.pdf

IWAKIRI, Setsuo. **Painéis de madeira reconstituída.** Curitiba: Fundação de Pesquisa Florestais do Paraná, 2005.

JOHANN, Gabriela Bertoletti *et al*. Práticas de Sustentabilidade, Desempenho e Competitividade na Gestão da Indústria Moveleira Exportadora. **Ambiente & Sociedade,** v. 25, p. e00292, 2022.

KOEFENDER, Amália. **Gestão de resíduos sólidos urbanos sob a ótica da economia circular:** barreiras e fatores importantes para a circularidade dos materiais. 2020. 113 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2020.

MALONEY, Thomas M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing.** San Francisco: Miller Freeman, 1993.

MAQUINÉ, Ariane Batista. **Utilização sustentável de resíduos de beneficiamento de madeiras da Amazônia:** um estudo de caso na produção de painéis. 2020. 132 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2020.

MIRANDA, David de Paula Andrade. **Ecodesign na logística reversa:** modelo conceitual de descarte de resíduos da agroindústria do açaí do Amazonas (Euterpe precatoria Mart.). 2024, 106 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

MIRANDA, Lidiane de Vilhena Amanajás *et al*. Descarte e destino final de caroços de açaí na Amazônia Oriental-Brasil. **Ambiente & Sociedade,** v. 25, p. e01382, 2022.

MOREIRA, Denilson Nunes; MANZATTO, Ângelo Gilberto. As potencialidades que favorecem ao desenvolvimento sustentável na Amazônia. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento,** v. 12, n. 3, p. 751-777, 2023.

OCDE – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **The bioeconomy to 2030:** designing a policy agenda. Paris: OECD Publishing, 2009.

OLIVEIRA CLARO, Priscila Borin de; CLARO, Danny Pimentel; AMÂNCIO, Robson. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. **Revista de Administração-RAUSP,** v. 43, n. 4, p. 289-300, 2008.

OLIVEIRA, Benone Otávio Souza de. **Análise de cenários de gestão dos resíduos sólidos urbanos baseado na transição de ecoeficiência, na sub-região da Amazônia Ocidental.** 2020. 173 f. Tese (doutorado) - Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Sorocaba, 2020.

OLIVEIRA, Bruno de. **Economia circular:** minimização do desperdício e promoção da reutilização, recuperação e reciclagem

de materiais. 2023. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Administração de Empresas) - ETEC de Hortolândia, Hortolândia, 2023.

OLIVEIRA, Grayce Kelly Carvalho de *et al*. Resíduos agrícolas do nordeste brasileiro e seu potencial lignocelulósico. **Energias alternativas:** tecnologias sustentáveis para o nordeste brasileiro, 2019. p. 163-188.

OLIVEIRA, Urlania Alves de. **Cadeia produtiva de Açaí:** extrativismo e os desafios para sustentabilidade no Médio Solimões. 2023. 82 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Coari (AM), 2023.

PAMPLONA, Leonardo de Moura Perdigão; SALARINI, Julio; KADRI, Nabil Moura. Potencial da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável da Amazônia e possibilidades para a atuação do BNDES. **Revista BNDES,** Rio de Janeiro, v. 28, n. 56, p. 55-86, dez. 2021.

PEREIRA, Alexandre. **Resíduos sólidos na indústria moveleira.** 2013. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROJETO MAPBIOMAS. **Mapeamento anual de uso e cobertura da terra no Brasil.** Brasil: MapBiomas, 2025.

QUEIROZ, Luiz Fernando Paes de. **O sistema da bioeconomia do açaí no contexto amazônico de Abaetetuba/PA.** 2024. 161 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) - Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2024.

RODRIGUES, Jean Carlos. **Engenharia de materiais e meio ambiente:** reciclagem, sustentabilidade, novos processos e desafios. vol. 6. Ponta Grossa: AYA Editora, 2024.

RODRIGUES, João Augusto Lobato. **Negócios de impacto social e economia circular:** convergências, possibilidades e desafios a partir da cadeia de produção do açaí. 2022. 161 f. Tese (Doutorado) – Universidade da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Administração, Belém, 2022.

ROHDE, Stéphanie Taís. **Direitos da natureza e desenvolvimento sustentável:** desafios jurídicos, evolução constitucional e impactos sociais. 2025. 61 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2025.

ROSA, Carla Lorena Sandim da. **Rotas tecnológicas do resíduo do açaí:** estudo de caso do bairro do Guamá na cidade de Belém- PA. 2023. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2024.

ROWELL, Roger M. **Handbook of wood chemistry and wood composites.** Boca Raton: CRC Press, 2005.

SANTOS, Khalil Victor Goes dos. **Painéis de partículas com resíduo agroindustrial mercerizado:** caracterização das propriedades físico

mecânicas. 2024. 74 f. TCC de Graduação (Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

SENA, J. P. G.; COSTA, D. S.; COSTA, A. S. Gestão sustentável dos resíduos de caroço de açaí em Breves (PA): Mapeamento e proposta para redução de impactos ambientais. **Revbea,** v. 20, n. 5, p. 45-68, 2025.

SILVA, Jordana Ferreira da. **Resiliência e complexidade econômica:** uma nova abordagem para o desenvolvimento sustentável. 2024. 184 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Belo Horizonte, 2024.

SILVA, Maria Fernanda Felippe. Avaliação do Potencial Energético de Resíduos Agroindustriais. **Revista Virtual de Química,** v. 14, n. 1, 2022.

TORQUATO, Luciane Paes. **Caracterização dos painéis MDF comerciais produzidos no Brasil.** 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Ciências Florestais, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TRIANOSKI, Rosilani *et al.* Propriedades físicas e mecânicas de painéis de madeira aglomerada de Acrocarpus fraxinifolius, compostos com diferentes percentuais de casca. **Ciência Florestal,** v. 23, n. 4, p. 761-769, 2013.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

TSOUMIS, George. **Science and technology of wood:** structure, properties, utilization. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

VASCONCELOS, Anna Karolina Rosa de. **Física e sustentabilidade:** contribuições desta ciência na preservação ambiental. 2024. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (Licenciatura em Física) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Pesqueira, 2024.

VAZ JUNIOR, Silvio. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais:** uma abordagem sustentável. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2020.

WCED – WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our common future.** Oxford: Oxford University Press, 1987.

WEBER, Cristiane; IWAKIRI, Setsuo. Utilização de resíduos de compensados, MDF e MDP para produção de painéis aglomerados. **Ciência Florestal,** v. 25, p. 405-413, 2015.

YIN, Robert K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

---

[1] Especialista em Gestão em Educação Ambiental. Faculdade Atenas Maranhense. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.