

**SUSTENTABILIDADE NA
CADEIA DO DENDÊ: ENTRE
OS AVANÇOS
TECNOLÓGICOS E OS
DESAFIOS VIVENCIADOS
POR PEQUENOS
PRODUTORES NA
AMAZÔNIA**

**SUSTAINABILITY IN THE PALM OIL PRODUCTION CHAIN: BETWEEN
TECHNOLOGICAL ADVANCES AND CHALLENGES FACED BY
SMALLHOLDERS IN THE AMAZON**

Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas • 02/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/788219112](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/788219112)

Ana Clara da Costa Oliveira¹

Daianne Pires de Souza²

Juliana de Oliveira Abreu³

Norma de Oliveira Vaz⁴

Leila de Fátima Oliveira de Jesus Robert⁵

RESUMO

Este estudo analisa a sustentabilidade da cadeia produtiva do dendê a partir da relação entre os avanços tecnológicos identificados na literatura e os desafios socioambientais, produtivos e territoriais vivenciados por pequenos produtores na Amazônia. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo, combinando revisão integrativa da literatura e pesquisa de campo. Na etapa bibliográfica, foram analisados 20 artigos científicos publicados entre 2017 e 2025, selecionados nas bases Scopus, ScienceDirect, Google Scholar e IntechOpen. A etapa empírica foi realizada na Comunidade São Raimundo, no Alto Acará (PA), mediante entrevistas com produtores de dendê, buscando compreender suas percepções sobre certificação, governança, economia circular, uso da terra, segurança alimentar, sistemas agroflorestais, tecnologias digitais e condições socioeconômicas. Os resultados evidenciaram avanços tecnológicos relacionados ao aproveitamento de resíduos, geração de energia, rastreabilidade, monitoramento ambiental e sistemas produtivos diversificados. Entretanto, as evidências de campo revelaram limitações no acesso dos pequenos produtores a certificações, assistência técnica, tecnologias de economia circular e ferramentas digitais, além de desafios relacionados à expansão da monocultura, conflitos territoriais, redução das áreas destinadas à produção de alimentos e condições de trabalho. Conclui-se que os avanços tecnológicos, embora apresentem potencial para promover maior sustentabilidade da cadeia, não garantem, isoladamente, a inclusão dos pequenos produtores. A sustentabilidade do setor requer articulação entre inovação tecnológica, políticas públicas, assistência técnica, acesso ao crédito, diversificação produtiva, proteção territorial e fortalecimento da agricultura familiar. Sugere-se a ampliação de estudos para outras comunidades produtoras da

Amazônia, a fim de verificar a abrangência desses desafios e subsidiar políticas públicas integradas.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Dendê; Pequenos produtores; Amazônia; Tecnologia; Agricultura familiar.

ABSTRACT

This article analyzes sustainability in the palm oil production chain by examining the relationship between technological advances identified in the literature and the socio-environmental, productive, and territorial challenges faced by smallholders in the Amazon. Methodologically, the study adopts an applied, qualitative, and exploratory-descriptive mixed-methods approach, combining an integrative literature review of 20 scientific articles (2017–2025) with empirical field research conducted in the São Raimundo Community, located in Alto Acará, Pará. The field study involved semi-structured interviews with local oil palm growers to investigate their perceptions regarding certification, governance, circular economy, land use, food security, agroforestry systems, digital tools, and socioeconomic conditions. The findings demonstrate that while technological progress—such as waste valorization, biomass energy generation, digital traceability, and production diversification—holds potential for sustainability, it does not guarantee the inclusion of smallholders. Empirical evidence reveals significant barriers to certification, technical assistance, circular technologies, and digital tools, alongside critical issues regarding monoculture expansion, territorial conflicts, reduced food crop areas, and demanding labor conditions. The study concludes that achieving genuine sustainability in the sector requires aligning technological innovation with public policies, technical assistance, credit access, productive diversification, territorial protection, and the strengthening of family farming.

Keywords: Sustainability; Palm oil; Smallholders; Amazon; Technology; Family farming.

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do óleo de dendê constitui uma importante atividade agroindustrial em regiões de clima tropical, em razão da ampla utilização do óleo nos setores alimentício, cosmético, energético e químico. No Brasil, a produção de dendê apresenta crescente relevância econômica, integrando a produção agrícola destinada ao abastecimento industrial e aos mercados nacionais e internacionais. Segundo dados da FAO (2022), a expansão da produção de palma de óleo tem ampliado a importância dessa cadeia no cenário agroindustrial, especialmente em regiões tropicais.

No território brasileiro, a dendeicultura apresenta forte concentração na Região Amazônica, com destaque para o estado do Pará. Municípios como Acará, Moju, Tailândia e Tomé-Açu constituem importantes áreas de produção, inseridas em territórios caracterizados pela presença de agricultores familiares, comunidades rurais e ecossistemas de elevada relevância ambiental. Nesse contexto, a expansão da atividade dendeícola tem produzido transformações nas formas de uso e ocupação da terra e na organização do espaço rural. Para Nahum e Santos (2017), a territorialização da dendeicultura no Pará está associada a mudanças nas dinâmicas produtivas e territoriais, evidenciando que a expansão da atividade ultrapassa a dimensão estritamente econômica.

No âmbito tecnológico, diferentes estudos têm apontado avanços relacionados à busca por processos produtivos mais eficientes e ambientalmente sustentáveis. Darkwah e Ong-Abdullah (2021), por exemplo, analisam a utilização de alternativas de menor toxicidade em processos relacionados à produção do óleo de dendê, indicando possibilidades de redução dos impactos ambientais associados ao processamento. Chan et al. (2021), por sua vez, destacam o potencial de aproveitamento de resíduos agroindustriais, incluindo efluentes e subprodutos do processamento, para geração de energia e produção de insumos agrícolas, aproximando a cadeia do conceito de economia circular.

A incorporação de tecnologias digitais também tem ampliado as possibilidades de monitoramento e controle da cadeia produtiva. Ramli et al. (2024) destacam a utilização de sistemas de rastreabilidade e monitoramento como instrumentos para ampliar o controle dos processos produtivos e atender às exigências dos mercados. De forma complementar, a FAO (2022) aponta que sistemas de informação e monitoramento podem contribuir para o acompanhamento do uso dos recursos naturais e para o aumento da transparência das cadeias produtivas. Singh et al. (2020) também identificam potencialidades relacionadas ao emprego de geotecnologias e sensoriamento remoto no monitoramento do uso da terra e de áreas destinadas à produção de palma de óleo.

Outro mecanismo associado à sustentabilidade da cadeia é a certificação socioambiental. A Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO, 2022) estabelece princípios e critérios relacionados à proteção ambiental, às condições de trabalho, aos direitos das comunidades e ao uso responsável da terra. Entretanto, a adoção desses mecanismos pode representar desafios para produtores de

menor escala, especialmente em razão dos custos de adequação, auditoria e atendimento às exigências técnicas. Nesse sentido, Fonseca et al. (2021) ressaltam a importância de modelos de governança e de articulação entre empresas, poder público e organizações sociais para ampliar a inclusão produtiva e favorecer a adoção de práticas socioambientais.

Apesar desses avanços, a sustentabilidade da cadeia produtiva do dendê envolve desafios que ultrapassam a dimensão tecnológica. Questões relacionadas ao uso e à ocupação da terra, à concentração produtiva, à produção de alimentos, às relações de trabalho, ao acesso à assistência técnica, às condições de comercialização e à participação dos pequenos produtores também precisam ser consideradas. Pacheco et al. (2017) destacam que a sustentabilidade da dendeicultura depende da capacidade de compatibilizar os interesses econômicos da cadeia com as condições sociais e ambientais dos territórios nos quais a atividade se desenvolve.

Dessa forma, embora a literatura apresente avanços relacionados às tecnologias verdes, ao aproveitamento de resíduos, à rastreabilidade, ao monitoramento ambiental e às certificações socioambientais, permanece a necessidade de compreender como esses avanços são percebidos pelos produtores que estão diretamente inseridos na cadeia produtiva. A existência de tecnologias e mecanismos de sustentabilidade no setor não significa, necessariamente, que seus benefícios sejam igualmente acessíveis aos pequenos produtores ou que estejam incorporados às suas práticas cotidianas.

Essa lacuna torna-se particularmente relevante no contexto amazônico, onde a expansão da dendeicultura ocorre em territórios marcados pela coexistência entre grandes empreendimentos

agroindustriais e pequenos produtores. Assim, compreender a percepção dos agricultores permite identificar possíveis aproximações e distanciamentos entre os avanços apresentados pela literatura e as condições efetivamente vivenciadas no território.

Nesse contexto, este estudo dá continuidade à revisão integrativa anteriormente realizada sobre a sustentabilidade da cadeia produtiva do óleo de dendê, ampliando a investigação por meio de uma pesquisa de campo realizada com produtores da Comunidade São Raimundo, localizada no Alto Acará (PA). A pesquisa busca compreender como esses produtores percebem aspectos relacionados aos avanços tecnológicos, à sustentabilidade, às condições produtivas e aos desafios socioambientais e territoriais associados à dendeicultura.

Diante disso, a pesquisa é orientada pela seguinte questão: em que medida os avanços tecnológicos e as práticas de sustentabilidade identificados na literatura se relacionam com os desafios socioambientais, produtivos e territoriais vivenciados pelos pequenos produtores de dendê no Acará (PA)?

Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar a sustentabilidade na cadeia produtiva do dendê a partir da relação entre os avanços tecnológicos identificados na literatura e os desafios socioambientais, produtivos e territoriais vivenciados por pequenos produtores da Comunidade São Raimundo, no Alto Acará (PA).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Governança e Certificação

A governança na cadeia produtiva do óleo de dendê configura-se como um conjunto de arranjos institucionais e parcerias multissetoriais essenciais para a legitimidade da atividade. Segundo Fonseca et al. (2021), a cooperação entre empresas, governos e organizações sociais favorece o cumprimento de normas socioambientais, permitindo que a produção atenda às crescentes exigências dos mercados globais.

A implementação de certificações, com destaque para a Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO), estabelece os padrões técnicos, sociais e ambientais necessários para a operação sustentável no setor. De acordo com a RSPO (2022), esses critérios são fundamentais para assegurar a proteção de direitos laborais e o uso responsável do solo, funcionando como um mecanismo de controle da sustentabilidade setorial.

Entretanto, a aplicação desses modelos globais enfrenta barreiras significativas em contextos regionais, como na Amazônia. Conforme Nahum e Santos (2017), as exigências de custo e conformidade regulatória resultam em uma exclusão sistemática de pequenos produtores, evidenciando a necessidade de políticas públicas e modelos de governança que valorizem o capital social local e promovam a inclusão produtiva.

2.2. Economia Circular

A economia circular aplicada à dendeicultura refere-se à transição para processos produtivos que priorizam o reaproveitamento de resíduos agroindustriais e a redução da carga poluidora. No campo tecnológico, o uso de tecnologias, como o desenvolvimento de bioprodutos a partir de resíduos sólidos, insere a cadeia do dendê

em circuitos modernos de bioeconomia. (CHAN et al., 2021; KHALID et al., 2021).

O reaproveitamento do efluente Palm Oil Mill Effluent (POME) para a geração de energia e insumos agrícolas é um pilar central dessa dimensão. Segundo Chan et al. (2021), a conversão eficiente do POME em biogás e biofertilizantes, por meio da biodigestão anaeróbica, reduz significativamente o impacto sobre recursos hídricos e as emissões atmosféricas.

Além da gestão de resíduos, a inovação em métodos de extração contribui para a ecoeficiência do setor. Conforme demonstrado por Khalid et al. (2021) e Darkwah e Ong-Abdullah (2021), a substituição de solventes convencionais por alternativas de menor toxicidade, como os solventes, reduz os impactos ambientais nas etapas de refino e garante processos industriais mais sustentáveis.

2.3. Desafios Sociais

Os desafios sociais da dendeicultura estão intrinsecamente ligados à expansão da monocultura e à pressão sobre o uso da terra em regiões tropicais. A territorialização dessa atividade tem promovido alterações profundas no espaço rural, frequentemente associadas à intensificação de conflitos fundiários e à fragilização de comunidades locais. (NAHUM; SANTOS, 2017; RODRIGUES et al., 2021).

A expansão das plantações exerce uma pressão constante sobre territórios de comunidades tradicionais, como indígenas e quilombolas, resultando em deslocamentos e tensões agrárias. De acordo com Rodrigues et al. (2021), a falta de uma governança territorial eficiente e a fiscalização limitada favorecem a

concentração fundiária e a precarização das relações de trabalho no campo.

Adicionalmente, a substituição de áreas de agricultura familiar pelo cultivo do dendê impacta diretamente a segurança alimentar das populações locais. Conforme Pereira et al. (2021), a redução de áreas destinadas à produção de alimentos básicos gera riscos sociais que a modernização tecnológica, por si só, não é capaz de mitigar, exigindo uma integração entre avanços técnicos e políticas de proteção territorial.

2.4. Tecnologia Digital e Avanço Tecnológico

O avanço da tecnologia digital na cadeia do dendê foca na rastreabilidade e na transparência dos processos produtivos para atender às regulamentações internacionais. A digitalização da gestão permite o acompanhamento de indicadores operacionais e ambientais ao longo de toda a cadeia de suprimentos. (RAMLI et al., 2024).

O uso de geotecnologias e sensoriamento remoto configura-se como uma ferramenta estratégica para o controle ambiental em tempo real. Segundo Singh et al. (2020), essas ferramentas são eficazes para monitorar o desmatamento e o uso do solo, fornecendo dados precisos que auxiliam no combate à degradação florestal em áreas de dendeicultura.

Por fim, como alternativa ao modelo de monocultura, a implementação de sistemas agroflorestais (SAFs) representa um avanço tecnológico voltado à resiliência ambiental. De acordo com Almeida et al. (2020a), esses sistemas integrados diversificam a renda, promovem a segurança alimentar e atuam como vetores de

regeneração ambiental, equilibrando a produtividade econômica com a conservação dos ecossistemas.

3. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como aplicada e qualitativa, por buscar compreender desafios relacionados à sustentabilidade da cadeia produtiva do dendê, considerando a literatura e a realidade de pequenos produtores do município de Acará (PA).

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: revisão sistemática da literatura e pesquisa de campo, realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com produtores da Comunidade São Raimundo, no Alto Acará (PA). A escolha da sistematização justifica-se por sua adequação ao objetivo do trabalho, que consiste em sistematizar evidências científicas relacionadas à sustentabilidade na cadeia produtiva do óleo de dendê, com ênfase nos avanços tecnológicos, nos desafios sociais e nas tecnologias verdes, conforme descrito por Mendes, Silveira e Galvão (2008).

A primeira etapa consistiu na realização de uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de identificar e sistematizar estudos científicos relacionados à sustentabilidade da cadeia produtiva do óleo de dendê, com ênfase nos avanços tecnológicos, tecnologias verdes, economia circular, certificação socioambiental e desafios sociais e ambientais. Foram considerados estudos publicados no período de 2017 a 2025, selecionados nas bases Scopus, ScienceDirect, Google Scholar e IntechOpen. A busca foi realizada a partir de descritores relacionados à cadeia produtiva do dendê e à sustentabilidade, considerando termos como palm oil, oil palm, sustainability, green technology, circular economy, certification e

small producers. Após a identificação dos estudos, foram realizados procedimentos de seleção e análise dos trabalhos encontrados, considerando sua relação com o objetivo da pesquisa e sua contribuição para a compreensão da sustentabilidade na cadeia produtiva do dendê. Ao final do processo, foram selecionados 20 artigos científicos.

A segunda etapa consistiu na realização de pesquisa de campo na Comunidade São Raimundo, localizada no Alto Acará (PA), buscando compreender a percepção de produtores envolvidos com a produção do fruto de dendê acerca das condições de sustentabilidade da atividade. A coleta de dados foi realizada entre março a agosto de 2025, por meio de entrevistas semiestruturadas com produtores da comunidade. O roteiro de entrevista foi elaborado a partir das principais dimensões identificadas na revisão da literatura, permitindo estabelecer uma relação entre os resultados encontrados nos estudos científicos e a realidade observada no território. As questões abordaram aspectos relacionados à transformação da paisagem e do uso da terra, concentração fundiária, certificação socioambiental, produção de alimentos e segurança alimentar, aproveitamento de resíduos, assistência técnica, qualidade dos recursos hídricos, sistemas agroflorestais, conflitos territoriais, transparência socioambiental, tecnologias digitais, condições de trabalho, perspectivas de sustentabilidade e futuro da produção de dendê. As entrevistas buscaram preservar a percepção dos participantes sobre sua realidade, permitindo que os produtores relatassem suas experiências, dificuldades e expectativas relacionadas à atividade dendeicultora.

Tratamento e análise dos dados: os dados provenientes das duas etapas foram analisados de forma qualitativa e integrada. Na primeira etapa, os artigos selecionados foram organizados em categorias temáticas, permitindo identificar os principais avanços e desafios relacionados à sustentabilidade da cadeia produtiva do dendê. Na segunda etapa, as entrevistas foram analisadas a partir das categorias temáticas identificadas na revisão da literatura. As respostas dos produtores foram agrupadas de acordo com temas recorrentes, tais como território e uso da terra; sustentabilidade e meio ambiente; tecnologias e inovação; certificação; economia circular; segurança alimentar; assistência técnica; condições de trabalho; relações com as empresas; e perspectivas futuras da atividade. Posteriormente, foi realizada uma análise comparativa entre os resultados da revisão sistemática e as percepções dos produtores, buscando identificar convergências, divergências e lacunas entre os avanços e desafios apresentados na literatura e aqueles vivenciados no contexto da comunidade estudada. Essa estratégia permitiu analisar não apenas o que a literatura aponta como avanço para a sustentabilidade da cadeia do dendê, mas também em que medida esses avanços são percebidos, acessados ou incorporados pelos pequenos produtores no contexto local.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da revisão integrativa foram construídos a partir da análise sistemática dos 20 estudos selecionados, os quais foram organizados em quatro categorias analíticas: certificação e governança; economia circular; desafios sociais; e tecnologias e digitais e avanços tecnológicos. Apresenta a distribuição temática dos estudos empíricos analisados.

Tabela 1. Artigos organizados por categoria de pesquisa sobre cadeia do dendê (2017-2025).

AUTOR(ES) / ANO	PERIÓDICO / ORIGEM	CATEGORIA
Fonseca et al. (2021)	Desenvolvimento e Meio Ambiente / Brasil	Certificação e Governança
Nahum; Santos (2017)	GEOUSP / Brasil	Certificação e Governança
RSPO (2022)	Norma Internacional	Certificação e Governança
Tan et al. (2019)	Global Environmental Change / Internacional	Certificação e Governança
Chan et al. (2021)	Journal of Cleaner Production / Malásia	Economia Circular
Lee et al. (2021)	Bioresource Technology / Internacional	Economia Circular
Silva et al. (2020)	Journal of Environmental Management / Brasil	Economia Circular
Tan et al. (2022a)	Energy Policy / Internacional	Economia Circular
Darkwah; Ong-Abdullah (2021)	Renewable and Sustainable Energy Reviews / Internacional	Economia circular
FAO (2022)	Relatório Técnico Internacional	Economia circular
Khalid et al. (2021)	Green Chemistry / Internacional	Economia Circular
Almeida et al. (2020b)	Cadernos de Geografia / Brasil	Desafios Sociais
Gomes et al. (2021)	Revista de Estudos Sociais / Brasil	Desafios Sociais

Pereira et al. (2021)	Land Use Policy / Internacional	Desafios Sociais
Rodrigues et al. (2021)	Novos Cadernos NAEA / Brasil	Desafios Sociais
Almeida et al. (2020a)	Revista Brasileira de Estudos Regionais / Brasil	Desafio social
Lee et al. (2022)	Journal of Food Engineering / Internacional	Tecnologia Digital e Avanço
Ramli et al. (2024)	Sustainability / Internacional	Tecnologia Digital e Avanço
Singh et al. (2020)	Remote Sensing / Internacional	Tecnologia Digital e Avanço
Tan et al. (2022b)	Computers and Electronics in Agriculture / Internacional	Tecnologia Digital e Avanço

Fonte: Autores, (2026).

5. DISCUSSÃO DOS DADOS

A análise integrada dos estudos selecionados na revisão da literatura e das entrevistas realizadas com produtores da Comunidade São Raimundo, localizada no Alto Acará (PA), permitiu identificar convergências importantes entre os desafios apontados pela produção científica e aqueles vivenciados no contexto local. Os resultados demonstram que a sustentabilidade da cadeia produtiva do dendê não depende exclusivamente da incorporação de tecnologias aos processos produtivos, mas também das condições de acesso dos pequenos produtores a recursos, assistência técnica, mecanismos de certificação, tecnologias e instrumentos de governança.

No que se refere à certificação e governança, os estudos analisados indicam que as exigências econômicas, técnicas e institucionais associadas aos padrões de sustentabilidade podem constituir barreiras à participação dos pequenos produtores. As parcerias multissetoriais favorecem o cumprimento de normas socioambientais e ampliam a legitimidade das cadeias certificadas (Fonseca et al. 2021). Nahum e Santos (2017) destacam processos de exclusão relacionados à expansão da dendeicultura e às exigências impostas pela cadeia produtiva, enquanto Tan et al. (2019) identificam dificuldades de inserção dos pequenos produtores nos mercados submetidos a padrões internacionais de sustentabilidade. Essa evidência encontra correspondência nas entrevistas realizadas na Comunidade São Raimundo. Os produtores relataram dificuldades relacionadas aos custos, à documentação e à complexidade das exigências para obtenção de certificações, como a RSPO (2022). Dessa forma, observa-se que a existência de padrões de sustentabilidade não garante, por si só, a inclusão dos pequenos produtores, sendo necessária a adoção de mecanismos de assistência técnica, financiamento e apoio institucional que possibilitem o atendimento dessas exigências.

Em relação à economia circular, a literatura apresenta avanços tecnológicos relacionados ao aproveitamento de resíduos gerados no processamento do dendê. Estudos como os de Chan et al. (2021), Lee et al. (2021), Tan et al. (2022a) e Khalid et al. (2021) demonstram possibilidades de utilização de biomassa, efluentes e outros resíduos para geração de energia, produção de biofertilizantes e desenvolvimento de novos produtos. Confirmou a importância estratégica do dendê para o agronegócio e exportações, destacando desafios relacionados à sustentabilidade socioambiental; ganhos expressivos de ecoeficiência, redução de toxicidade e menor

impacto ambiental nos processos de extração e refino; indicou elevada captura de metano e redução significativa das emissões atmosféricas (Silva et al. 2020; Darkwah, Ong-Abdullah 2021; FAO 2022). Entretanto, os relatos obtidos no campo revelam uma realidade distinta quanto ao acesso dos pequenos produtores a essas tecnologias. Os entrevistados afirmaram conhecer algumas possibilidades de aproveitamento dos resíduos, mas relataram que essas práticas permanecem concentradas nas unidades industriais, sem benefícios diretos perceptíveis para a comunidade. Essa diferença evidencia uma distância entre o avanço tecnológico observado na cadeia industrial e sua apropriação pelos produtores locais, indicando que a economia circular ainda apresenta limitações quanto à sua dimensão territorial e social.

Quanto ao desafio social, impactam fatores como: uso da terra, território e segurança alimentar e sistema agroindustrial; verificou-se forte convergência entre os resultados da literatura e as percepções dos produtores entrevistados. Estudos como os de Almeida et al. (2020b), Pereira et al. (2021), Gomes et al. (2021) e Rodrigues et al. (2021) associam a expansão da dendeicultura a mudanças no uso da terra, concentração fundiária, conflitos territoriais, redução das áreas destinadas à produção de alimentos e pressão sobre territórios de comunidades tradicionais. Esses aspectos também foram identificados nas entrevistas. Os participantes relataram redução das áreas anteriormente utilizadas para o cultivo de mandioca, milho, arroz e outras culturas, além de dificuldades de acesso às áreas de floresta e aumento das disputas territoriais. Os relatos sugerem que a expansão da monocultura pode produzir efeitos que ultrapassam a dimensão produtiva, alcançando as condições de reprodução social, a segurança alimentar e as formas tradicionais de utilização do território. No que diz respeito aos sistemas agroflorestais e à

diversificação produtiva, os resultados da literatura apontam possibilidades de conciliação entre produção agrícola, conservação ambiental e diversificação da renda. Almeida et al. (2020a), por exemplo, identificam nos sistemas agroflorestais uma alternativa capaz de ampliar a resiliência produtiva e contribuir para a segurança alimentar. Na pesquisa de campo, os produtores entrevistados demonstraram interesse na integração do dendê com outras culturas, mencionando possibilidades como cacau e açaí. Entretanto, foram relatadas limitações relacionadas às condições estabelecidas nos contratos com as empresas, que, segundo os entrevistados, podem restringir a diversificação das áreas produtivas. Dessa forma, identifica-se uma oportunidade de aproximação entre as alternativas apresentadas pela literatura e os interesses dos produtores, desde que sejam consideradas as condições contratuais, econômicas e territoriais existentes.

Em relação à tecnologia digital, os estudos analisados destacam a importância da rastreabilidade, do sensoriamento remoto e de sistemas digitais para o monitoramento ambiental, o controle da produção e o atendimento às exigências dos mercados. Ramli et al. (2024) e Tan et al. (2022b) destacam os benefícios da rastreabilidade digital para ampliar a transparência e o controle da cadeia produtiva, enquanto Singh et al. (2020) evidencia o potencial das geotecnologias no monitoramento ambiental. As entrevistas demonstraram que os produtores reconhecem a importância dessas ferramentas e já apresentam algum contato com tecnologias digitais, especialmente com a internet, mas ainda enfrentam limitações relacionadas ao acesso, à qualidade da conexão e ao domínio dessas ferramentas. Assim, embora a digitalização represente uma possibilidade de maior autonomia e transparência para os pequenos produtores, sua efetividade depende de

infraestrutura, capacitação e condições de acesso compatíveis com a realidade local.

Por fim, os aspectos relacionados ao trabalho e às condições socioeconômicas também revelaram aproximação entre os resultados da literatura e as evidências de campo. Os produtores entrevistados relataram elevada exigência física, exposição ao calor, trabalho por produção e percepção de baixa remuneração em determinadas situações. Esses relatos reforçam os estudos que apontam que a sustentabilidade da cadeia produtiva não deve ser avaliada apenas pelos indicadores ambientais ou tecnológicos, mas também pelas condições sociais e econômicas dos trabalhadores e produtores envolvidos.

De forma integrada, os resultados demonstram que os avanços tecnológicos identificados na literatura coexistem com desafios que permanecem presentes no cotidiano dos pequenos produtores. A principal evidência obtida a partir da comparação entre literatura e campo é que a existência de tecnologias, certificações e mecanismos de controle ambiental não significa necessariamente que seus benefícios sejam distribuídos de maneira equitativa ao longo da cadeia produtiva. No contexto investigado, permanecem limitações relacionadas ao acesso à certificação, à assistência técnica, às tecnologias de economia circular, à diversificação produtiva e aos instrumentos de governança territorial.

Nesse sentido, a sustentabilidade da cadeia do dendê no Alto Acará demanda uma abordagem que ultrapasse a dimensão estritamente tecnológica e incorpore inclusão produtiva, segurança alimentar, proteção territorial, acesso às tecnologias, fortalecimento da agricultura familiar e participação dos produtores nos processos de

decisão. A aproximação entre os resultados da literatura e as evidências empíricas indica, portanto, que o principal desafio não está apenas em desenvolver tecnologias mais sustentáveis, mas em criar condições para que essas inovações sejam acessíveis e efetivamente incorporadas pelos diferentes atores da cadeia produtiva.

A análise dos 20 estudos sistematizados evidencia que a cadeia produtiva do óleo de dendê tem incorporado avanços tecnológicos e estratégias associadas à bioeconomia, ao mesmo tempo em que mantém desafios estruturais de natureza socioambiental e institucional, sobretudo no contexto amazônico. Os dados indicam que as pesquisas se concentram, de forma recorrente, em soluções técnicas voltadas à redução de impactos ambientais, enquanto aspectos relacionados à governança e à inclusão produtiva permanecem como entraves recorrentes.

A exclusão de pequenos produtores emerge de forma recorrente nos estudos analisados, a RSPO (2022) define padrões técnicos e sociais para a certificação sustentável, porém os custos de adequação e auditoria são apontados como barreiras à adesão por agricultores familiares. Tan et al. (2019) associam essa exclusão à carência de assistência técnica e capacitação, o que dificulta a conformidade com as exigências de mercado.

No eixo da governança, as evidências indicam que a sustentabilidade da cadeia do dendê depende da articulação entre instrumentos normativos, políticas públicas e condições territoriais. Fonseca et al. (2021) analisa experiências de governança baseadas em arranjos institucionais, indicando efeitos positivos na inclusão produtiva quando há cooperação entre empresas, governos e

organizações sociais. O Painel Científico Amazônia (2020) reforça que a consolidação de uma bioeconomia regional exige a valorização do capital social e a compatibilização entre exigências globais e realidades locais.

No campo da economia circular, os estudos demonstram convergência quanto ao reaproveitamento de resíduos agroindustriais como estratégia para redução da carga poluidora e ampliação do aproveitamento de subprodutos. Chan et al. (2021) e Silva et al. (2020) apontam a conversão de Palm Oil Mill Effluent (POME) em biogás e biofertilizantes como alternativa para mitigar impactos sobre recursos hídricos e reduzir emissões atmosféricas. Lee et al. (2021) complementa essa perspectiva ao analisar a valorização de resíduos sólidos na produção de bioprodutos e materiais de uso industrial, indicando a inserção da cadeia do dendê em circuitos produtivos associados à bioeconomia.

A discussão dos dados revela que os avanços técnicos não têm sido suficientes para enfrentar os desafios sociais identificados. Almeida et al. (2020b) indica que os conflitos fundiários são associados à expansão da monocultura, com impactos diretos sobre comunidades tradicionais. Conforme apontado por Nahum e Santos (2017), a fiscalização limitada e a predominância dos interesses das grandes empresas restringem a efetividade das normas ambientais e a proteção dos territórios locais. Além disso, Pereira et al. (2021) e a FAO (2022) relacionam a expansão da monocultura à redução de áreas destinadas à produção de alimentos, com implicações diretas para a segurança alimentar em regiões produtoras, evidenciando a tensão entre a escala industrial e a subsistência local.

Os resultados apresentados também evidenciam a incorporação de tecnologias digitais voltadas à rastreabilidade e ao controle produtivo. Tan et al. (2022b) destaca a aplicação de sistemas de monitoramento que permitem o acompanhamento de indicadores ambientais e operacionais ao longo da cadeia. De acordo com Singh et al. (2020), a utilização do sensoriamento remoto serve como instrumento para o monitoramento do uso do solo e do desmatamento em áreas produtoras. São indicadores de que a digitalização tem sido direcionada, principalmente, ao atendimento de exigências ambientais e regulatórias impostas pelos mercados consumidores. Os dados estão sintetizados no quadro 1.

Quadro 1. Convergências entre a literatura e as evidências obtidas no campo

Categoria	Evidências da literatura	Evidências da pesquisa de campo	Síntese interpretativa
Certificação e governança	Barreiras econômicas, técnicas e institucionais dificultam a inclusão de pequenos produtores	Produtores relatam dificuldade com custos, documentação e exigências da RSPO	As exigências de certificação podem limitar a inserção dos pequenos produtores quando não acompanhadas de assistência técnica e apoio financeiro
Economia circular	Estudos demonstram potencial de aproveitamento de POME, biomassa e resíduos	Produtores relatam pouco ou nenhum acesso às tecnologias de reaproveitamento	Há distância entre as tecnologias desenvolvidas na cadeia industrial e sua apropriação pela comunidade

Território e segurança alimentar	Estudos apontam concentração fundiária, conflitos territoriais e redução das áreas destinadas à produção de alimentos	Produtores relatam redução das áreas de cultivo, dificuldade de acesso à floresta e conflitos territoriais	Os relatos de campo convergem com os estudos que associam a expansão da dendeicultura a transformações territoriais e produtivas
Sistemas agroflorestais	Estudos indicam benefícios ambientais, produtivos e econômicos da diversificação	Produtores demonstram interesse em combinar dendê com cacau, açaí e outras culturas	Existe potencial de convergência entre inovação produtiva e estratégias tradicionais de diversificação
Tecnologia digital	Estudos destacam rastreabilidade, sensoriamento remoto e monitoramento	Produtores reconhecem benefícios da internet e das tecnologias digitais, mas relatam dificuldades de acesso e domínio	A tecnologia apresenta potencial de inclusão, mas depende de infraestrutura, capacitação e acesso dos pequenos produtores
Trabalho e condições sociais	Literatura aponta desigualdades e precarização das relações de trabalho	Produtores relatam esforço físico elevado, trabalho sob calor e remuneração vinculada à produção	Os relatos de campo reforçam a necessidade de incorporar a dimensão social à avaliação da sustentabilidade

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados evidenciam, portanto, um descompasso entre o discurso de sustentabilidade associado à modernização da cadeia do dendê e as condições efetivamente vivenciadas pelos pequenos produtores, indicando que a sustentabilidade somente poderá ser considerada inclusiva quando os avanços tecnológicos forem acompanhados de mecanismos de acesso, participação, proteção territorial e melhoria das condições socioeconômicas das comunidades produtoras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a sustentabilidade da cadeia produtiva do dendê a partir da articulação entre os avanços tecnológicos identificados na literatura e os desafios socioambientais, produtivos e territoriais vivenciados por pequenos produtores da Comunidade São Raimundo, no Alto Acará (PA). A integração entre a revisão da literatura e a pesquisa de campo permitiu identificar aproximações e distanciamentos entre as práticas e tecnologias apresentadas nos estudos científicos e a realidade observada no território investigado.

Os resultados da revisão evidenciaram avanços relacionados ao aproveitamento de resíduos agroindustriais, à geração de energia a partir de biomassa, ao desenvolvimento de tecnologias de menor impacto ambiental, à rastreabilidade digital, ao monitoramento territorial e à adoção de sistemas agroflorestais. Esses avanços demonstram o potencial tecnológico da cadeia do dendê para contribuir com práticas produtivas mais eficientes e ambientalmente sustentáveis. Entretanto, os resultados da pesquisa de campo revelaram que a incorporação desses avanços pelos pequenos produtores ainda é limitada. As entrevistas evidenciaram dificuldades de acesso às certificações socioambientais, à assistência

técnica, às tecnologias de economia circular e às ferramentas digitais. Observou-se, portanto, um distanciamento entre as soluções tecnológicas disponíveis na cadeia produtiva e sua efetiva apropriação pelas comunidades produtoras.

No âmbito socioambiental e territorial, os relatos dos produtores convergiram com parte dos problemas identificados na literatura, especialmente quanto às alterações no uso da terra, à expansão da monocultura, à redução das áreas destinadas à produção de alimentos, às dificuldades de acesso a áreas de floresta e aos conflitos relacionados à ocupação territorial. Esses aspectos indicam que a avaliação da sustentabilidade da dendeicultura não pode estar restrita aos indicadores de produtividade, eficiência tecnológica ou redução dos impactos ambientais, devendo incorporar também as dimensões social, territorial e econômica.

A pesquisa também evidenciou a importância da diversificação produtiva como possibilidade de fortalecimento da sustentabilidade local. O interesse manifestado pelos produtores em integrar o dendê a culturas como cacau e açaí converge com os estudos que apontam os sistemas agroflorestais como alternativa à monocultura, especialmente por favorecerem a diversificação da produção, da renda e da segurança alimentar. Entretanto, a adoção dessas estratégias depende de condições institucionais, técnicas e contratuais que permitam maior autonomia aos pequenos produtores.

Dessa forma, conclui-se que os avanços tecnológicos identificados na cadeia do dendê não são suficientes, isoladamente, para assegurar uma sustentabilidade inclusiva. É necessário que as inovações sejam acompanhadas por políticas públicas, assistência

técnica, acesso ao crédito, capacitação, mecanismos de certificação adaptados à agricultura familiar e instrumentos de governança capazes de ampliar a participação dos pequenos produtores nas decisões que afetam seus territórios e sistemas produtivos.

Como contribuição, o estudo evidencia a importância de aproximar a discussão sobre sustentabilidade da realidade vivenciada pelos atores locais, demonstrando que uma cadeia produtiva pode apresentar avanços tecnológicos e, simultaneamente, manter desafios relacionados à inclusão produtiva, segurança alimentar, condições de trabalho e proteção territorial. Assim, a sustentabilidade da cadeia do dendê no Alto Acará deve ser compreendida a partir da articulação entre inovação tecnológica, conservação ambiental, inclusão dos pequenos produtores, diversificação produtiva e garantia das condições sociais e territoriais das comunidades. Sugere-se, para pesquisas futuras, a ampliação dos estudos para outras comunidades produtoras de dendê na Amazônia, com o objetivo de verificar em que medida os desafios identificados nesta pesquisa constituem particularidades do território investigado ou refletem condições recorrentes em diferentes regiões produtoras. A ampliação desse diagnóstico poderá contribuir para a formulação de políticas públicas integradas, capazes de articular ações de assistência técnica, acesso à tecnologia, crédito, certificação, diversificação produtiva, proteção territorial e fortalecimento da agricultura familiar, de modo a promover uma cadeia do dendê mais sustentável e socialmente inclusiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. S.; COSTA, F. A.; SILVA, J. L. Conflitos territoriais e expansão da dendeicultura no Brasil. **Cadernos de Geografia**, v. 30, n. 3, p. 455–472, 2020b.

ALMEIDA, R. S.; COSTA, F. A.; SILVA, J. L. Sistemas agroflorestais com dendezeiro como alternativa à monocultura na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Estudos Regionais**, v. 14, n. 2, p. 85–102, 2020a.

CHAN, Y. J.; CHOO, Y. M.; MA, A. N. Anaerobic digestion of palm oil mill effluent (POME) for biogas production and sustainability enhancement. **Journal of Cleaner Production**, v. 280, p. 124–132, 2021.

DARKWAH, L.; ONG-ABDULLAH, M. Green solvents in palm oil processing: A review of recent advances. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 149, p. 111–122, 2021.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT statistical database**: Palm oil production and trade. Rome: FAO, 2022.

FONSECA, M. B.; OLIVEIRA, R. S.; PEREIRA, J. S. Governança colaborativa na cadeia produtiva do óleo de palma no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 58, p. 311–329, 2021.

GOMES, A. R.; SOUZA, C. M.; LIMA, M. A. Impactos sociais da expansão do dendê na Amazônia oriental. **Revista de Estudos Sociais**, v. 23, n. 1, p. 97–115, 2021.

KHALID, K.; HUSSAIN, S. A.; MAN, Z. Deep eutectic solvents as green alternatives for palm oil extraction. **Green Chemistry**, v. 23, n. 4, p. 1425–1436, 2021.

LEE, K. T.; MOHAMED, A. R.; BHATIA, S. Valorization of oil palm biomass into value-added products: A review. **Bioresource Technology**, v. 327, p. 124–135, 2021.

LEE, K. T.; OOI, B. S.; LIM, S. Ultrasonic and microwave-assisted extraction of palm oil: Efficiency and sustainability assessment. **Journal of Food Engineering**, v. 306, p. 110–118, 2022.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto – Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 758–764, 2008.

NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B. Dendeicultura e território na Amazônia: exclusão social e concentração produtiva. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, v. 21, n. 1, p. 153–170, 2017.

PACHECO, P. et al. The complexity of palm oil sustainability: Global standards and local realities. **World Development**, v. 98, p. 1–15, 2017.

PAINEL CIENTÍFICO DA AMAZÔNIA. **Relatório de avaliação da Amazônia**. São Paulo: Editora dos Autores, 2020.

PEREIRA, E. J. A. L.; SANTOS, R. C.; BARRETO, P. Land-use change and food security impacts of oil palm expansion. **Land Use Policy**, v. 109, p. 105–123, 2021.

RAMLI, N.; ZAINUDIN, N.; HASSAN, R. Digital traceability in palm oil supply chains: Market access and sustainability implications. **Sustainability**, v. 16, n. 3, p. 1–18, 2024.

RODRIGUES, R. M. et al. Expansão da dendeicultura e conflitos agrários na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 24, n. 2, p. 115-138, 2021.

RSPO – ROUND TABLE ON SUSTAINABLE PALM OIL. **Principles and criteria for the production of sustainable palm oil**. Kuala Lumpur: RSPO, 2022.

SILVA, M. L.; ARAÚJO, E. F.; COSTA, A. J. Composting efficiency and methane mitigation in oil palm residues. **Journal of Environmental Management**, v. 262, p. 110–121, 2020.

SINGH, R.; KHAN, M.; YUSOF, N. Remote sensing applications for monitoring deforestation in oil palm regions. **Remote Sensing**, v. 12, n. 18, p. 1–19, 2020.

TAN, K. T.; LEE, K. T.; MOHAMED, A. R. Digital traceability systems in palm oil supply chains. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 198, p. 107–118, 2022b.

TAN, K. T.; LEE, K. T.; MOHAMED, A. R. Energy recovery from oil palm biomass residues. **Energy Policy**, v. 162, p. 112–121, 2022a.

TAN, K. T.; LEE, K. T.; MOHAMED, A. R. International sustainability standards and palm oil market access. **Global Environmental Change**, v. 55, p. 1–10, 2019.

¹ Universidade do Estado do Pará - UEPA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Universidade do Estado do Pará - UEPA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Universidade do Estado do Pará - UEPA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Universidade do Estado do Pará - UEPA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)