

PRÁTICAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

SUSTAINABLE PRODUCTION PRACTICES IN THE AMAZON: A SYSTEMATIC REVIEW

DÉRCIO BERNARDES DE SOUZA

WILLIAN CARLOS BARRETO LUZINI
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR

MARILUCE PAES DE SOUZA

Comunicação:

O XII SINGEP foi realizado em conjunto com a 12th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com o Casablanca Climate Leadership Forum (CCLF 2024), em formato híbrido, com sede presencial na ESCA Ecole de Management, no Marrocos.

Agradecimento à orgão de fomento:

Grato pela oportunidade, ainda mais pelo fato que minha jornada de pesquisador tem começado a pouco tempo. Só quero poder contribuir.

PRÁTICAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Objetivo do estudo

O artigo contribui para uma abordagem teórica dos sistemas de produção na Amazônia e quais tem sido as práticas de produção sustentável, destacando a importância de uma produção mais sustentável.

Relevância/originalidade

Contribuir para a compreensão das práticas de produção sustentável na Amazônia e fornecer uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias que promovam a sustentabilidade, a conservação ambiental e o bem-estar das comunidades na região.

Metodologia/abordagem

Uma revisão sistemática e para a coleta de dados desta revisão, foi estabelecido um protocolo para a pesquisa, baseado no método de pesquisa de Tranfield, Denner e Smart (2003) Para esta revisão, foram utilizadas três bases de dados de literatura científica.

Principais resultados

Os resultados indicam a necessidade de implementar estratégias para aprimorar a eficiência na produtividade, juntamente com políticas públicas e práticas destinadas a promover o desenvolvimento sustentável.

Contribuições teóricas/metodológicas

A atenção à estrutura social e ecológica é fundamental para identificar possíveis obstáculos ao estabelecimento de um sistema de produção inclusivo e sustentável.

Contribuições sociais/para a gestão

A implementação efetiva de sistemas produtivos sustentáveis na Amazônia não apenas aborda desafios específicos, mas também representa uma oportunidade para garantir a preservação desse ecossistema vital, promovendo a prosperidade econômica e social a longo prazo.

Palavras-chave: Produção Sustentável, Sistemas de produção, Amazônia

SUSTAINABLE PRODUCTION PRACTICES IN THE AMAZON: A SYSTEMATIC REVIEW

Study purpose

The article contributes to a theoretical approach to production systems in the Amazon and what sustainable production practices have been, highlighting the importance of more sustainable production.

Relevance / originality

Contribute to the understanding of sustainable production practices in the Amazon and provide a solid basis for the development of strategies that promote sustainability, environmental conservation and the well-being of communities in the region.

Methodology / approach

A systematic review and to collect data for this review, a research protocol was established, based on the research method of Tranfield, Denner and Smart (2003). For this review, three scientific literature databases were used.

Main results

The results indicate the need to implement strategies to improve productivity efficiency, along with public policies and practices aimed at promoting sustainable development.

Theoretical / methodological contributions

Attention to the social and ecological structure is essential to identify possible obstacles to the establishment of an inclusive and sustainable production system.

Social / management contributions

The effective implementation of sustainable production systems in the Amazon not only addresses specific challenges, but also represents an opportunity to ensure the preservation of this vital ecosystem, promoting long-term economic and social prosperity.

Keywords: Sustainable Production, Production systems, Amazon

PRÁTICAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia Brasileira tem uma ecologia diversificada. Além da floresta amazônica, outros tipos de vegetação são encontrados nesta região (Falesi, 1976). As crescentes demandas por recursos naturais e as pressões econômicas têm colocado a região sob constante ameaça, resultando em desmatamento, degradação florestal e perda de habitats naturais. O desmatamento na Amazônia tem crescido exponencialmente, associado às instalações de megaprojetos de mineração, de hidroelétricas, do agronegócio e de outras atividades de exploração da natureza (Brondízio, 2016). O combate ao desmatamento no Brasil é uma prioridade para o governo e para as organizações internacionais (Fearnside, 2005). A produção na Amazônia, que abrange setores como agricultura, pecuária e pesca, muitas vezes é associada a impactos ambientais e sociais adversos.

Diante desse contexto, a busca por práticas de produção sustentável na Amazônia torna-se relevante, não apenas a produtividade, mas também a conservação do meio ambiente (Balbino, 2011). Este artigo de revisão sistemática tem como objetivo analisar e sintetizar a literatura existente sobre as práticas de produção sustentável na Amazônia, com o intuito de responder à pergunta de pesquisa fundamental: Quais as práticas de produção sustentável em sistemas de produção na Amazônia?

A revisão sistemática é uma ferramenta para avaliar o estado atual do conhecimento, ela compreende todos os trabalhos publicados que oferecem um exame da literatura abrangendo assuntos específicos (Galvão; Ricarte, 2019). Nesta introdução, apresenta-se os desafios enfrentados na região amazônica, a justificativa para a realização desta revisão sistemática e a estrutura deste artigo, que abordará a metodologia da revisão, as práticas de produção sustentável, os impactos ambientais e sociais, desafios, políticas de apoio e estudos de caso de sucesso.

Por meio desta revisão sistemática, espera-se contribuir para a compreensão das práticas de produção sustentável na Amazônia e fornecer uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias que promovam a sustentabilidade, a conservação ambiental e o bem-estar das comunidades na região.

2 PRÁTICAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA

A busca por práticas de produção sustentável na Amazônia representa um imperativo essencial para preservar a maior floresta tropical do mundo (Kohlhepp, 2002) e, simultaneamente, atender às necessidades socioeconômicas da região. Para Marchesan (2011), a sustentabilidade envolve o desenvolvimento econômico, além disso, a produção sustentável visa a conservação ambiental, assegurando que as atividades humanas não comprometam irreversivelmente os recursos naturais. Carvalho *et al.* (2015) enfatiza que, para que uma sociedade seja sustentável, é necessário haver a integração do desenvolvimento com a conservação ambiental.

Na Amazônia, a produção sustentável está intrinsecamente ligada à agricultura (Santos; Silva; Santana, 2022), pecuária (Barreto; Silva, 2009) e exploração de recursos naturais (Da Silva; Pontes; Albuquerque, 2020). Estratégias promissoras têm surgido, centradas na integração de métodos agroecológicos, no manejo florestal responsável e na promoção de cadeias produtivas sustentáveis (Leripio; Leripio, 2015).

A agricultura familiar sustentável, por exemplo, busca minimizar o uso de agroquímicos prejudiciais, promovendo a rotação de culturas, o plantio consorciado e a preservação de áreas

de vegetação nativa. Hurtienne (2005) cita que o desenvolvimento sustentável rural passa pelo desenvolvimento de sistemas de uso da terra/sistemas de produção sustentáveis adaptados às condições de produção da agricultura familiar.

No setor pecuário, a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) surge como estratégia sustentável de produção para a região (Alvarenga, 2018). A implementação de boas práticas de bem-estar animal também se torna uma peça fundamental no tabuleiro da produção sustentável, promovendo não apenas a saúde do rebanho, mas também a preservação dos ecossistemas circundantes.

A promoção de cadeias produtivas sustentáveis na Amazônia é outro pilar importante (Leripio; Leripio, 2015). Isso envolve incentivar práticas comerciais que valorizem a preservação ambiental e a justiça social, remunerando de maneira justa os produtores locais e estimulando a adoção de tecnologias limpas ao longo da cadeia produtiva.

A produção sustentável na Amazônia não é apenas uma opção desejável, mas uma necessidade premente. A implementação de práticas agrícolas, pecuárias e de exploração de recursos naturais que respeitem os limites ambientais e promovam a prosperidade das comunidades locais é fundamental para garantir um futuro equilibrado para esta região tão importante para o equilíbrio climático global. Para Gadotti (2008) sustentabilidade é equilíbrio dinâmico com o outro e com o meio ambiente, é harmonia entre os diferentes. Não se pode falar em desenvolvimento econômico sem o uso adequado dos recursos naturais (Ferreira, 2013), pois a harmonia entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental emerge como um desafio e uma oportunidade intrínseca à busca pela sustentabilidade na Amazônia.

Neste contexto, o presente artigo busca realizar uma revisão sistemática para analisar e sintetizar a literatura existente sobre as práticas de produção sustentável na região amazônica. O objetivo é destacar os principais estudos científicos que abordam as práticas de produção sustentável na Amazônia e oferecer uma visão abrangente sobre o tema.

3 METODOLOGIA

A revisão sistemática da literatura constitui um método moderno para a avaliação de um conjunto de dados simultaneamente (Atallah; Castro, 1998). Uma revisão sistemática é uma ferramenta que serve para resumir e avaliar o conhecimento existente sobre um tópico, identificar lacunas na pesquisa e apoiar a tomada de decisões informadas em áreas acadêmicas e práticas. Ela é frequentemente usada em campos como a medicina, ciências sociais, educação e muitas outras disciplinas.

Para a coleta de dados desta revisão, foi estabelecido um protocolo para a pesquisa, baseado no método de pesquisa de **Tranfield, Denner e Smart (2003)**. Segundo Tranfield, Denner e Smart (2003), o protocolo é um plano que ajuda a proteger a objetividade, fornecendo descrições explícitas das etapas a serem seguidas. Para análise dos dados foi utilizado o *Rayyan*, que é um aplicativo da web (gratuito) que auxilia autores na revisão sistemática.

Para esta revisão, foram utilizadas três bases de dados de literatura científica, com revisão por pares, de grande importância na comunidade acadêmica, sendo: o Web of Science (WoS), a Scopus e a SciELO. O quadro 1 mostra os critérios de seleção de artigos.

Quadro 1: Protocolo de Pesquisa

Critério	Web of Science	Scopus	SciELO
Termo	sustainable production* AND production systems* AND amazon	“sustainable production” AND “production systems” AND amazon	sustainable production* AND production systems* AND amazon
Área	Título	Título	Título
Período	2014 - 2023	2014 - 2023	2014 - 2023

Tipo de Documento	Artigo de Revista	Artigo de Revista	Artigo de Revista
Área de Pesquisa	Agronomy; Biology; Agricultural Engineering; Forestry; Zoology	Agricultural and Biological Sciences; Environmental Science; Social Sciences; Economics, Econometrics and finance	Agricultural sciences; Multidisciplines; engineering
Idioma	Inglês/Português	Inglês/Português	Inglês/Português

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira busca, sem adotar os critérios específicos resultou em 79 artigos, sendo 35 da Web of Science, 24 da Scopus e 20 da SciELO. É importante ressaltar que os termos utilizados para a busca foram: *sustainable production AND production systems AND amazon*, no entanto, houve uma busca geral com os seguintes termos: *sustainable production AND production systems*, removendo *amazon*. Porém, por estar na pergunta de pesquisa e ser parte importante da revisão, optou-se por acrescentar o termo *amazon*.

Os critérios de refinamento da pesquisa foram: Artigos de revista publicados no período de 2014 a 2023, nos idiomas inglês, português e áreas de pesquisa: *Agronomy; Biology; Agricultural Engineering; Forestry; Zoology, Agricultural and Biological Sciences; Environmental Science; Social Sciences; Economics, Econometrics and finance, Agricultural sciences; Multidisciplines e engineering*. Após a aplicação dos critérios de seleção, obteve-se 33 artigos, sendo 10 da Web of Science, 14 da Scopus e 9 da SciELO. Segue abaixo o Quadro 2, que detalha os procedimentos de seleção de artigos.

Quadro 2: Procedimentos de pesquisa de seleção de artigos

Atividade	Número de Artigos
Busca por palavras chaves na WoS, Scopus e SciELO	33
Remoção de duplicados	3
Leitura dos resumos dos artigos	30
Leitura aprofundada dos artigos restantes	22

Fonte: Dados da pesquisa.

Após a retirada de 3 artigos duplicados e a leitura dos resumos dos 30 artigos restantes, foram selecionados 22 artigos para a leitura aprofundada.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DESCOBERTAS

O primeiro artigo publicado, dentre os selecionados, foi o conduzido por Oliveira, Santana e Homma (2014), no qual os autores concluíram que, 80% dos sistemas de produção de grãos que utilizam tecnologia tradicional não são sustentáveis na região estudada e têm maiores custos de produção. Esse artigo tem um total de 12 citações.

O segundo estudo foi realizado por Zenero *et al.* (2016) identificando que os solos de dois assentamentos extrativistas no Pará são quimicamente pobres e predominantemente caulíníticos, o que contribui para que agricultores substituam florestas por pastagens, em favor da adoção de sistemas de produção sustentáveis na Amazônia. Esse artigo teve 10 citações.

Os 22 dois artigos juntos, somam 200 citações. O quadro 3 mostra os artigos com maior número de citações.

Quadro 3: Artigos com o maior número de citações

Autores	Autores	Ano	Revista	Citações	Base
Cherubin, M.R.; Chavarro-Bermeo, J.P.; Silva-Olaya, A.M.	Agroforestry systems improve soil physical quality in northwestern Colombian Amazon	2019	Agroforestry Systems	41	Scopus
Torres, B.; Vasco, C.; Günter, S.; Knoke, T.	Determinants of agricultural diversification in a hotspot area: Evidence from colonist and indigenous communities in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon	2018	Sustainability (Switzerland)	24	Scopus
Giudice, R.; Börner, J.; Wunder, S.; Cisneros, E.	Selection biases and spillovers from collective conservation incentives in the Peruvian Amazon	2019	Environmental Research Letters	24	Scopus
Silva; Gomide; Figueiredo; Carvalho; Ferraz-Filho	Optimal selective logging regime and log landing location models: a case study in the Amazon forest	2018	Acta Amazonica	19	WoS
Rieger; Zolin; Paulino; Souza; Matos; Magalhães; Farias Neto.	Water Erosion on an Oxisol under Integrated Crop-Forest Systems in a Transitional Area between the Amazon and Cerrado Biomes	2016	Revista Brasileira de Ciência do Solo	18	SciELO

Fonte: Elaborado pelo Autor

Dentre todos os artigos selecionados para a revisão, 2016, 2021 e 2023 foram os anos com o maior número de artigos publicados (4 publicações cada, totalizando 12 publicações), seguido por 2018 (3 publicações), 2017 e 2019 (2 publicações cada, totalizando 4 publicações) e 2014, 2020 e 2022 (1 publicação cada). Abaixo o Gráfico 1 mostra o total de publicações em cada ano.

Gráfico 1: Total de publicações por ano

Fonte: Dados da pesquisa.

Os objetos de estudo nesses artigos são: Sistemas de produção agrícola sustentáveis e Sistemas Agroflorestais que podem melhorar os atributos físicos do solo (Silva *et al.*, 2018) e (Cherubin; Bermeo; Olaya, 2019); Sistemas de produção mais sustentáveis na cultura da Soja (Ribeiro *et al.*, 2020); Uso de espécies leguminosas em sistemas agroflorestais influenciam a pitaia (Vargas-Tierras, 2021); O melhoramento com espécies leguminosas fixadoras do nitrogênio atmosférico pode contribuir para uma maior produção de biomassa e acúmulo de nutrientes podendo ser considerada como uma tecnologia de produção sustentável (Rangel-

Vasconcelos, 2016); Variabilidade do rendimento de raízes de mandioca em sistemas de cultivo (Abrell *et al.*, 2022); O rendimento da madeira serrada e a qualidade das toras (Da Silva Luz *et al.*, 2021); Identificar fatores que contribuem para a produção eficiente de gado da Amazônia (Hamid *et al.*, 2023); O uso e manejo adequado do solo para uma produção sustentável (Rodrigues *et al.*, 2017); Analisar se a mudança do uso da terra influencia os atributos do solo (Zenero *et al.*, 2016); Determinantes da Diversificação Agrícola como estratégia para promover sistemas de produção mais sustentáveis (Torres *et al.*, 2018); Avaliar a diversidade e abundância de Gamasina edáfica em parcelas de produção de grãos manejadas em sistema convencional e agrossilvopastoril (De Castro *et al.*, 2021); Pequenos agricultores que cultivam cacau em comparação com aqueles que criam gado (Braga *et al.*, 2023); Investigação de resíduos de commodities minerais fonte de um sistema produtivo sustentável (Santos; Angélica; Paz, 2023); Sistema de Gestão Local de posse (De Castro, 2016); Programação linear inteira (ILP) para preencher as lacunas de conhecimento no sistema de apoio à decisão de explorações madeireiras (Silva *et al.*, 2018); Sistemas de produção estáveis aliados a mecanismos de crédito fortes (Moreira-Dantas *et al.*, 2023); Programa Nacional de Conservação Florestal (NFCP) do Peru condicionados ao desmatamento e à adoção de sistemas de produção sustentáveis (Giudice *et al.*, 2019); Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) como um sistema de gestão agrícola sustentável (Zolin *et al.*, 2021); Sistemas de produção de grãos que utilizam tecnologia tradicional (Oliveira; Santana; Homma, 2014); Possibilidades de uso sustentável das áreas de preservação permanente (APP) e de Reserva Legal (RL) (Feistauer *et al.*, 2017) e Avaliar as perdas de solo e água em diferentes sistemas integrados de produção (Rieger *et al.*, 2016). Abaixo segue a Figura 1, com a nuvem de palavras mais frequentes encontradas nos artigos.

Figura 1: Nuvem de palavras mais frequentes nos artigos

Fonte: Imagem gerada no aplicativo Rayyan.

É importante frisar que os 22 artigos evidenciam ou mencionam sistemas de produção ou formas de produção sustentável, seja de forma explícita, através dos métodos de estudo ou até mesmo nos objetos de estudo.

4.1 Sistemas de Produção e práticas sustentáveis

Os sistemas de produção predominantes na pesquisa, variam desde sistemas convencionais ou tradicionais, até sistemas mais sustentáveis. O Quadro 4 abaixo demonstra todos os sistemas produtivos encontrados nos estudos.

Quadro 4: Sistemas de produção adotados nos estudos

Estudo	Ano	Título	Sistemas produtivos
1	2018	Aggregation, carbon, and total soil nitrogen in crop-livestock-forest integration in the Eastern Amazon	Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)
2	2019	Agroforestry systems improve soil physical quality in northwestern Colombian Amazon	Sistemas Agroflorestais (SAFs)
3	2020	Agronomic performance of soybean crops under integrated production systems in the Southwestern Brazilian Amazon biome	Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)
4	2021	Benefits of Legume Species in an Agroforestry Production System of Yellow Pitahaya in the Ecuadorian Amazon	Sistemas Agroflorestais (SAFs) e Monocultura
5	2016	Biomass and nutrient accumulation of two leguminous trees in an improved fallow in amazon rain forest	Sistema de Pousio
6	2022	Cassava root yield variability in shifting cultivation systems in the eastern Amazon region of Brazil	Sistema de cultivo itinerante
7	2021	Challenges of the lumber production in the Amazon region: relation between sustainability of sawmills, process yield and logs quality	Sistema de colheita florestal
8	2021	Changes and Factors Determining the Efficiency of Cattle Farming in the State of Pará, Brazilian Amazon	Sistema extensivo tradicional
9	2017	Changes in chemical properties by use and management of na oxisol in the Amazon biome	Sistema de manejo do solo convencional
10	2016	Characterization and classification of soils under forest and pasture in na agroextractivist Project in Eastern Amazonia	Sistema de Pousio e Sistema radicular
11	2018	Determinants of Agricultural Diversification in a Hotspot Area: Evidence from Colonist and Indigenous Communities in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon	Sistema agroflorestal tradicional
12	2021	Gamasina mite communities (Acari: Mesostigmata) in grain production systems of the southwestern Brazilian Amazon	Sistema agrossilvipastoril e tradicional
13	2023	Good life in the Amazon? A critical reflection on the standard of living of cocoa and cattle-based smallholders in Para, Brazil	Sistemas Agroflorestais (SAFs)
14	2023	Investigation of mineral commodity residues based on alkalinity, solubility and other physicochemical aspects aiming the management of amazonian acidic soils	Sistema solo-planta
15	2016	Local politics of floodplain tenure in the Amazon	Sistema lacustre
16	2018	Optimal selective logging regime and log landing location models: a case study in the Amazon forest	Sistema agroflorestal tradicional
17	2023	Rural credit acquisition for family farming in Brazil: Evidence from the Legal Amazon	Sistema agrícola tradicional
18	2019	Selection biases and spillovers from collective conservation incentives in the Peruvian Amazon	Sistema agroflorestal tradicional
19	2021	Short-term effect of a crop-livestock-forestry system on soil, water and nutrient loss in the Cerrado Amazon ecotone	Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)

20	2014	The cost of production and profitability of soybeans in the municipalities of Santarém and Belterra, State of Pará	Sistema de plantio direto
21	2017	Using indicators based on Brazilian environmental laws for analysis of family farms in the Amazon region	Sistema de produção orgânico e convencional
22	2016	Water erosion on na oxisol under integrated crop-forest systems in a transitional area between the Amazon and cerrado biomes	Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)

Fonte: Dados da pesquisa.

Há uma diversificação de sistemas de produção, sendo possível identificar quatro estudos que são destacados pelo Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); três estudos pelos Sistemas Agroflorestais (SAFs); três pelo Sistema agroflorestal tradicional; dois estudos pelo Sistema de Pousio; e dez estudos por sistemas diferentes em cada um, sendo: Sistema de cultivo itinerante, Sistema de colheita florestal, Sistema extensivo tradicional, Sistema de manejo do solo convencional, Sistema agrossilvopastoril, Sistema solo-planta, Sistema lacustre, Sistema agrícola tradicional, Sistema de plantio direto e Sistema de produção orgânico e convencional. Vale ressaltar que dois estudos identificaram em sua pesquisa dois tipos de sistemas acrescentando-se a esses, a Monocultura e Sistema radicular. O quadro 5 descreve a quantidade de sistemas de produção encontrados na revisão.

Quadro 5: Frequência dos Sistemas de produção

Tipo de sistema	Frequência
Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)	4
Sistemas Agroflorestais (SAFs)	3
Sistema agroflorestal tradicional	3
Sistema de Pousio	2
Outros: Sistema de cultivo itinerante, Subsistema de colheita florestal, Sistema extensivo tradicional, Sistema de manejo do solo convencional, Sistema agrossilvopastoril, Sistema solo-planta, Sistema lacustre, Sistema agrícola tradicional, Sistema de plantio direto e Sistema de produção orgânico e convencional.	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base nos estudos apresentados, os sistemas mais sustentáveis são: Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs), com destaque a outras práticas, como o Sistema de pousio e Agrossilvopastoril.

5 DISCUSSÃO

Alguns estudos deram ênfase em sistemas produtivos que focam na qualidade do solo, como o estudo de Silva *et al.* (2018), que observou que sistemas de integração lavoura pecuária-floresta (ILPF) tem a capacidade de fornecer nutrientes importantes para a fertilidade do solo, assim como o sistema de integração lavoura pecuária-floresta (ILPF) contribuem para uma maior produtividade de grãos em plantio de Soja (Ribeiro *et al.*, 2020).

O estudo de Abrell *et al.* (2022) destaca que os sistemas de cultivo itinerante enfrentam um risco importante de maior esgotamento da fertilidade do solo e aumento da pressão das ervas daninhas devido à tendência atual de redução da duração dos períodos de pousio. A produtividade da mandioca diminui rapidamente quando os solos se esgotam e/ou aumenta a pressão das ervas daninhas.

O preparo convencional do uso do solo torna a disponibilidade de nutrientes reduzida, cita Rodrigues *et al.* (2017). O autor salienta que usos do solo e sistemas de manejo com pouca perturbação do solo, como o sistema de preparo mínimo, são recomendados para minimizar a

degradação ambiental no bioma Amazônia. Zenero *et al.* (2016) cita que a resposta do solo sob pastagem sofreu modificações devido às alterações na cobertura vegetal. As propriedades químicas e mineralógicas caracterizam os solos estudados como pobres e predominantemente cauliniticos.

Zolin *et al.* (2021) demonstraram que o Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) podem evitar a perda de qualidade do solo e, assim, melhorar a sustentabilidade da agricultura no Cerrado-Amazônia. Rieger *et al.* (2016) evidenciou que os tratamentos incluindo Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) foram mais eficazes na redução das perdas de água e solo em comparação com os tratamentos.

Cherubin, Bermeo e Olaya, (2019), mostraram através de seus estudos que a adoção de SAFs pode ser uma estratégia para recuperar a qualidade do solo e reincorporar terras degradadas em sistemas de produção produtivos e sustentáveis. Vargas-Tierras (2021) mostrou que os sistemas agroflorestais produziram biomassa e nutrientes suficientes que ajudaram a atender a demanda pelo cultivo da pitaiá.

O estudo de Rangel-Vasconcelos (2016) baseado num sistema de pousio, identificou que o melhoramento de pousio com espécies leguminosas fixadoras do nitrogênio atmosférico pode contribuir para uma maior produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em comparação com a vegetação espontânea, atendendo à demanda nutricional das culturas subsequentes, podendo ser considerada como uma tecnologia de produção sustentável.

Da Silva Luz *et al.* (2021) encontraram desafios na produção madeireira e perceberam que os defeitos mais comuns encontrados nas toras foram engorda, trincas superficiais e excentricidade da medula, acreditando que podem ser feitas inferências sobre o rendimento da exploração madeireira e, conseqüentemente, sobre a sustentabilidade das indústrias madeireiras na Amazônia brasileira.

Hamid *et al.* (2023) identificou que das microrregiões estudadas, nove apresentaram aumento de produtividade ao longo dos anos, cinco apresentaram queda e três não apresentaram alterações significativas. Isso indica que apesar do aumento da produtividade em algumas microrregiões, a falta de mudança ou diminuição em outras pode impactar o desempenho geral do setor pecuário.

Torres *et al.* (2018) acredita que a utilização do sistema tradicional facilita a diversificação agrícola, pelo que a promoção do sistema diversificado de deve ser incentivada. Já De Castro *et al.* (2021) destacam que em ambos sistemas adotados em seu estudo tem resultados, porém menciona que estudos futuros são necessários, permitindo mais tempo para a adoção de sistemas agrossilvopastoril produzir possíveis mudanças ecológicas.

Braga *et al.* (2023) alia o equilíbrio entre ambiente e estabilidade econômica dizendo que é fundamental para o desenvolvimento rural sustentável, mostra ainda que as estratégias de subsistência podem gerar um padrão de vida aceitável, apesar dos desafios logísticos e ambientais significativos.

O estudo de Abrell *et al.* (2022) ressaltam que as grandes quantidades de resíduos minerais gerados pelas indústrias de bauxita-alumina na Amazônia, com escala de produção na mesma ordem de grandeza de suas commodities de origem, têm sido vistas como novas fontes de matérias-primas e/ou uma fonte inseparável de matérias-primas. parte de um sistema produtivo sustentável, ou seja, fonte de geração de coprodutos dentro de um sistema de economia circular.

De Castro (2016) evidenciou que os conflitos relacionados com o acesso e controle sobre os sistemas lacustres são menos graves, uma vez que os proprietários de terras têm menos interesse econômico neste subsistema. Silva *et al.* (2018) através de modelos matemáticos foram capazes de apoiar o planejamento do manejo florestal, estimando uma redução nos danos à vegetação e garantindo a regulação da produção de madeira em florestas com idades irregulares.

Moreira-Dantas *et al.* (2023) argumentam que sistemas de produção estáveis e mecanismos de crédito fortes poderiam facilitar o acesso ao mercado. Enquanto Giudice *et al.* (2019) ressalta que o Programa Nacional de Conservação Florestal fornece pagamentos diretos às comunidades indígenas na Amazônia, condicionados ao desmatamento evitado e à adoção de sistemas de produção sustentáveis.

O estudo de Feistauer *et al.* (2017) mostraram que o uso dos indicadores ambientais de avaliação pode contribuir no processo de assistência técnica direcionada à adequação à legislação ambiental das propriedades rurais, bem como subsidiar técnicas que visem à sustentabilidade do sistema produtivo das propriedades rurais. Já Oliveira, Santana e Homma (2014) citam que a soja cultivada em sistemas convencionais e ambientalmente nocivos, aumenta os custos com defensivos, fertilizantes, sementes e maquinário e vem gerando uma menor “margem de lucro” nos últimos anos.

5.1 Conclusões e sugestões

Cherubin, Bermeo e Olaya, (2019), concluem em seus estudos que os sistemas agroflorestais podem ser uma alternativa para recuperar a qualidade do solo e reincorporar terras degradadas em sistemas de produção produtivos e sustentáveis nas regiões amazônicas.

Para Abrell *et al.* (2022) há uma necessidade urgente de uma transição da agricultura de corte e queima para práticas mais sustentáveis e resilientes, como a agrossilvicultura ou sistemas de corte e cobertura morta, que permitem alcançar uma maior produtividade da mandioca e, ao mesmo tempo, reduzir a extensão da esgotamento do solo e pressão de ervas daninhas.

Da Silva Luz *et al.* (2021) concluem que os resultados permitiram a utilização de modelos lineares para estimar o rendimento de madeira serrada e, através da análise de componentes principais, foi possível agrupar as espécies de acordo com sua adequação ao processamento em serraria, resultando em um uso mais eficiente da matéria-prima, o que contribui para um aproveitamento mais eficiente da matéria prima e produção sustentável na região amazônica.

Hamid *et al.* (2023) sugere que o governo pode elaborar diretrizes para enfrentar os desafios específicos enfrentados pelo setor da produção pecuária. Isto pode incluir o fornecimento de incentivos financeiros condicionais para promover a adoção de tecnologias agrícolas avançadas, melhorias de infraestruturas e práticas de produção eficientes.

Rodrigues *et al.* (2017) recomendam que usos do solo e sistemas de manejo com pouca perturbação do solo, como o sistema de preparo mínimo, podem minimizar a degradação ambiental no bioma Amazônia. Torres *et al.* (2018) acredita que a diversificação agrícola na Região Amazônica Equatoriana pode desempenhar um papel importante no sucesso da provisão de segurança alimentar, do auto emprego e da produção de produtos sustentáveis para aumentar os rendimentos rurais.

O estudo de Braga *et al.* (2023) confirmam que a agrossilvicultura de cacau pode ser uma alternativa à pecuária insustentável. Assim como Zolin *et al.* (2021) que em seus resultados, evidenciaram que os Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) podem trazer benefícios para o manejo agrícola sustentável do Cerrado-Amazônia, com redução de solo, água.

Oliveira, Santana e Homma (2014) salientam que os produtores de grãos de Santarém e Belterra estão operando com prejuízo, por deficiência na determinação dos custos totais de produção. Enquanto Feistauer *et al.* (2017) mencionam que ao ter como indicador de sustentabilidade parâmetros da própria legislação ambiental, o produtor garante tanto a adequação técnica quanto legal de seu processo produtivo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto abrangente de estudos analisados destacam a diversidade de sistemas de produção e práticas sustentáveis na Amazônia, evidenciando a complexidade do contexto agrícola na região. A importância dos sistemas produtivos sustentáveis na Amazônia torna-se clara, considerando os desafios ambientais e socioeconômicos enfrentados pela região.

A revisão identificou uma variedade de sistemas, como ILPF, SAFs, sistemas tradicionais, pousio, entre outros. Nesse contexto, a necessidade de abordagens diversificadas para alcançar a sustentabilidade na produção agrícola, visto que cada sistema apresenta vantagens específicas, e a combinação adequada pode otimizar a eficiência produtiva e reduzir os impactos ambientais.

Diversos estudos enfatizam a importância da qualidade do solo para a sustentabilidade agrícola. Sistemas como ILPF e SAFs são destacados por sua capacidade de melhorar a fertilidade do solo, reduzir a degradação e contribuir para a produtividade de culturas específicas, como a soja.

Os estudos mencionam desafios enfrentados por alguns sistemas, como o risco de esgotamento da fertilidade do solo em cultivos itinerantes. No entanto, também ressalta oportunidades, como a recuperação da qualidade do solo por meio de práticas agroflorestais e a utilização de resíduos minerais como fonte de matérias-primas, promovendo a economia circular.

Os estudos apontam para os impactos positivos de certos sistemas, como a redução de perdas de água e solo, bem como a produção sustentável de biomassa e nutrientes. Além disso, sistemas como a agrossilvicultura são destacados como alternativas viáveis à pecuária insustentável, salientando a importância de equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental.

As conclusões enfatizam a urgência de transição da agricultura de corte e queima para práticas mais sustentáveis, como a agrossilvicultura. Recomendações incluem diretrizes governamentais, incentivos financeiros e a promoção de tecnologias agrícolas avançadas para impulsionar a adoção de práticas sustentáveis. Algumas pesquisas evidenciam a importância de estudos contínuos e a necessidade de tempo para a adoção efetiva de sistemas. Além disso, a ênfase na diversificação agrícola é vista como fundamental para a segurança alimentar, auto emprego e produção de produtos sustentáveis.

A integração de diferentes sistemas e a cooperação entre diversos atores, incluindo produtores, pesquisadores, e governos, são cruciais para o desenvolvimento sustentável na Amazônia. A consideração da legislação ambiental como indicador de sustentabilidade reforça a importância da conformidade legal no processo produtivo. Consequentemente, surge a necessidade de equilibrar o desenvolvimento rural sustentável com a estabilidade econômica. Estratégias de subsistência, quando alinhadas com práticas agrícolas sustentáveis, podem contribuir para padrões de vida aceitáveis, superando desafios logísticos e ambientais significativos.

Portanto, a implementação efetiva de sistemas produtivos sustentáveis na Amazônia não apenas aborda desafios específicos, mas também representa uma oportunidade para garantir a preservação desse ecossistema vital, promovendo a prosperidade econômica e social a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ABRELL, Thomas et al. Cassava root yield variability in shifting cultivation systems in the eastern Amazon region of Brazil. **Experimental Agriculture**, v. 58, p. e38, 2022.
- BALBINO, Luiz Carlos et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, 2011.
- BARRETO, Paulo; SILVA, Daniel. Os desafios para uma pecuária mais sustentável na Amazônia. **Série O Estado da Amazônia**, v. 14, n. 1, 2009.
- BRAGA, Daniel PP et al. Good life in the Amazon? A critical reflection on the standard of living of cocoa and cattle-based smallholders in Pará, Brazil. **World Development Perspectives**, v. 31, p. 100520, 2023.
- BRONDIZIO, Eduardo. The elephant in the room: Amazonian cities deserve more attention in climate change and sustainability discussions. **The Nature of Cities**, 2016.
- CARVALHO, Nathália Leal et al. Desenvolvimento sustentável x desenvolvimento econômico. **Revista Monografias Ambientais**, p. 109-117, 2015.
- CHERUBIN, Maurício Roberto; CHAVARRO-BERMEJO, Juan Pablo; SILVA-OLAYA, Adriana Marcela. Agroforestry systems improve soil physical quality in northwestern Colombian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 93, p. 1741-1753, 2019.
- DA SILVA, Thiago Paixão; PONTES, Altem Nascimento; ALBUQUERQUE, Alisson Rangel. Cadeias de produção sustentáveis no extrativismo de castanha do Brasil na Amazônia brasileira. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 63460-63478, 2020.
- DA SILVA LUZ, Elizângela et al. Challenges of the lumber production in the Amazon region: relation between sustainability of sawmills, process yield and logs quality. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, n. 4, p. 4924-4948, 2021.
- DE CASTRO, Fábio. Local politics of floodplain tenure in the Amazon. **International Journal of the Commons**, v. 10, n. 1, 2016.
- DE CASTRO, Matheus C. et al. Gamasina mite communities (Acari: Mesostigmata) in grain production systems of the southwestern Brazilian Amazon. **Systematic and Applied Acarology**, v. 26, n. 1, p. 1-14, 2021.
- FEISTAUER, Diogo et al. USING INDICATORS BASED ON BRAZILIAN ENVIRONMENTAL LAWS FOR ANALYSIS OF FAMILY FARMS IN THE AMAZON REGION. **Ciencia Florestal**, v. 27, n. 1, p. 249-262, 2017.
- FEARNSIDE, Philip M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. **Conservation biology**, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005.
- FERREIRA, Adriany Barros de Britto. Pantanal Mato-Grossense: considerações sobre a proteção constitucional para um desenvolvimento econômico sustentável. **Interações (Campo Grande)**, v. 14, p. 11-20, 2013.

GADOTTI, Moacir. Educar para a sustentabilidade. **Inclusão social**, v. 3, n. 1, 2008.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

GIUDICE, Renzo et al. Selection biases and spillovers from collective conservation incentives in the Peruvian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 4, p. 045004, 2019.

HAMID, Sheryle S. et al. Changes and Factors Determining the Efficiency of Cattle Farming in the State of Pará, Brazilian Amazon. **Sustainability**, v. 15, n. 13, p. 10187, 2023.

HURTIENNE, Thomas Peter. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia. 2005.

KOHLHEPP, Gerd. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. **Estudos avançados**, v. 16, p. 37-61, 2002.

LERIPIO, A. A.; LERIPIO, Daiana Censi. Cadeias produtivas sustentáveis. **UFSC-Mix Sustentável**, v. 1, n. 1, 2015.

MOREIRA-DANTAS, I. R. et al. Rural credit acquisition for family farming in Brazil: Evidence from the Legal Amazon. **Journal of Rural Studies**, v. 101, p. 103041, 2023.

OLIVEIRA, Cyntia Meireles de; SANTANA, Antônio Cordeiro de; HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. The cost of production and profitability of soybeans in the municipalities of Santarém and Belterra, State of Pará. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 23-31, 2014.

RANGEL-VASCONCELOS, Livia Gabrig Turbay et al. BIOMASS AND NUTRIENT ACCUMULATION OF TWO LEGUMINOUS TREES IN AN IMPROVED FALLOW IN AMAZON RAIN FOREST. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 735-746, 2016.

RIBEIRO, Rodrigo da S. et al. Agronomic performance of soybean crops under integrated production systems in the Southwestern Brazilian Amazon biome. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 793-799, 2020.

RIEGER, Fernando Alexandre et al. Water erosion on an Oxisol under integrated crop-forest systems in a transitional area between the Amazon and Cerrado biomes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, 2016.

RODRIGUES, Marcos et al. CHANGES IN CHEMICAL PROPERTIES BY USE AND MANAGEMENT OF AN OXISOL IN THE AMAZON BIOME1. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 278-286, 2017.

SANTOS, Gesmar Rosa dos; SILVA, Rodrigo Peixoto da; SANTANA, Adrielli Santos de. Agricultura na Amazônia: desflorestamento, escala e desafios à produção sustentável. 2022.

SANTOS, Lesley; ANGÉLICA, Rômulo; PAZ, Simone. Investigation of mineral commodity residues based on alkalinity, solubility and other physicochemical aspects aiming the

management of amazonian acidic soils. **Journal of Environmental Management**, v. 335, p. 117558, 2023.

SILVA, Jéssica CN et al. Aggregation, carbon, and total soil nitrogen in crop-livestock-forest integration in the Eastern Amazon. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 837-842, 2018.

SILVA, Paulo Henrique da et al. Optimal selective logging regime and log landing location models: a case study in the Amazon forest. **Acta Amazonica**, v. 48, p. 18-27, 2018.

TORRES, Bolier et al. Determinants of agricultural diversification in a hotspot area: Evidence from colonist and indigenous communities in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. **Sustainability**, v. 10, n. 5, p. 1432, 2018.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British journal of management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

VARGAS-TIERRAS, Yadira et al. Benefits of legume species in an agroforestry production system of yellow pitahaya in the Ecuadorian Amazon. **Sustainability**, v. 13, n. 16, p. 9261, 2021.

ZENERO, Mariana Delgado Oliveira et al. Characterization and classification of soils under forest and pasture in an agroextractivist project in Eastern Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, 2016.

ZOLIN, Cornelio Alberto et al. Short-term effect of a crop-livestock-forestry system on soil, water and nutrient loss in the Cerrado-Amazon ecotone. **Acta Amazonica**, v. 51, p. 102-112, 2021.