


Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental

Relações entre nível de tecnologia e nível de sustentabilidade: uma análise em agroecossistemas familiares do Amazonas - Brasil

Relationships between technology level and sustainability level: an analysis in family-based agroecosystems in the Amazon - Brazil

Relaciones entre el nivel de tecnología y el nivel de sostenibilidad: un análisis en agroecosistemas familiares en la Amazonia – Brasil

Silvia Tavares Maia¹ , Tiago Viana da Costa¹ ,
Franciana Souza da Costa¹ , Henrique dos Santos Pereira¹ 

¹ Universidade Federal do Amazonas , Manaus, AM, Brasil

RESUMO

A agricultura familiar na Amazônia tem importância socioeconômica e ambiental. O uso de tecnologias nesse sistema procura conciliar a renda com a manutenção dos recursos naturais. O objetivo desse estudo foi analisar a relação entre os níveis de sustentabilidade e níveis tecnológicos em agroecossistemas familiares de Novo Remanso (Itacoatiara -AM). Os dados foram coletados por meio de entrevistas aos agricultores. O nível tecnológico foi determinado de acordo com a metodologia de Miranda (2001) e o nível de sustentabilidade foi determinado pelo método MESMIS. O nível de sustentabilidade apresentou condição regular e as tecnologias mais impactantes negativamente foram: máquinas, equipamentos e ferramentas, seleção de mudas e tratos culturais. Não foram observadas correlações significativas entre os níveis de sustentabilidade e níveis tecnológicos ($p > 0,05$) na análise quantitativa. Entretanto, a análise qualitativa evidenciou que as tecnologias de nível intermediário na produção do abacaxi devem ser conciliadas a práticas mais sustentáveis.

Palavras-chave: Agricultura familiar; Indicadores de sustentabilidade; Ambiente sustentável

ABSTRACT

Family farming in the Amazon has socioeconomic and environmental importance. The use of technologies in this system seeks to reconcile income with the maintenance of natural resources. The objective of this study was to analyze the relationship between sustainability levels and technological levels in

family agroecosystems in Novo Remanso (Itacoatiara - AM). Data were collected through interviews with farmers. The technological level was determined according to the methodology of Miranda (2001) and the sustainability level was determined by the MESMIS method. The sustainability level presented a regular condition, and the technologies with the most negative impact were: machinery, equipment and tools, seedling selection, and cultural practices. No significant correlations were observed between sustainability levels and technological levels ($p > 0.05$) in the quantitative analysis. However, the qualitative analysis showed that intermediate-level technologies in pineapple production should be reconciled with more sustainable practices.

Keywords: Family farming; Sustainability indicators; Sustainable environment

RESUMEN

La agricultura familiar en la Amazonía tiene importancia socioeconómica y ambiental. El uso de tecnologías en este sistema busca conciliar los ingresos con el mantenimiento de los recursos naturales. El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre los niveles de sostenibilidad y los niveles tecnológicos en los agroecosistemas familiares de Novo Remanso (Itacoatiara - AM). Los datos se recopilaron mediante entrevistas con agricultores. El nivel tecnológico se determinó según la metodología de Miranda (2001) y el nivel de sostenibilidad, mediante el método MESMIS. El nivel de sostenibilidad presentó una condición regular, y las tecnologías con mayor impacto negativo fueron: maquinaria, equipos y herramientas, selección de plántulas y prácticas culturales. No se observaron correlaciones significativas entre los niveles de sostenibilidad y los niveles tecnológicos ($p > 0,05$) en el análisis cuantitativo. Sin embargo, el análisis cualitativo mostró que las tecnologías de nivel intermedio en la producción de piña deberían conciliarse con prácticas más sostenibles.

Palabras clave: Agricultura familiar; Indicadores de sostenibilidad; Medio ambiente sostenible

1 INTRODUÇÃO

As questões ambientais e sociais têm se mostrado frágeis diante das mudanças tecnológicas utilizadas na agricultura, resultantes de práticas convencionais adotadas na revolução verde. Mesmo com perspectivas de adequação desse sistema, com uso de práticas consideradas mais sustentáveis, como adubação orgânica, rotação de culturas, dentre outras, o uso de tecnologias na agricultura familiar tem favorecido mais a produção, com baixo impacto sobre mudanças estruturais nas condições de vida das famílias rurais da Amazônia (Santos, 2012).

Segundo Weersink e Fulton (2020), a adoção de uma tecnologia é condicionada por características econômicas, culturais e sociais, como também subjetivas dos

produtores rurais. Para Carbajal (1991), o uso de uma tecnologia pode refletir também aspectos comportamentais, de comunicação e psicossociológicos dos adotantes.

Na Amazônia, a utilização de tecnologias de alto impacto na produção agrícola, como o uso da mecanização e de produtos químicos, tem sido associada ao aumento do desmatamento, outros riscos ambientais e manutenção de desigualdades no acesso à terra (Costa, 2012). Por outro lado, Meneghetti e Souza (2015) afirmam que é possível gerar inovações tecnológicas de baixo impacto ambiental, capazes de aumentar a produtividade de culturas e criações, associando a assistência técnica ao conhecimento tradicional dos pequenos agricultores da região.

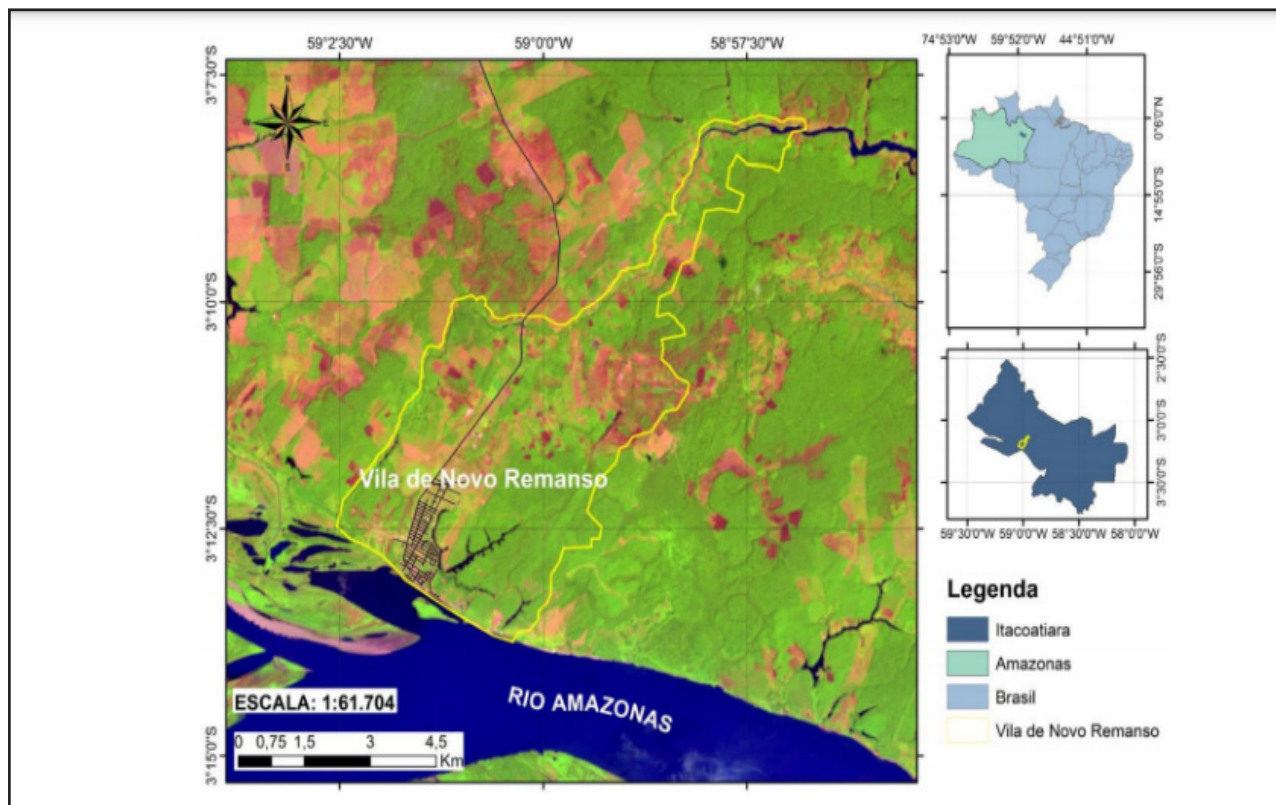
Examinando os indicadores tecnológicos, mecanização agrícola, crédito rural, assistência técnica e extensão rural (ATER), com base nos dados do censo agropecuário (IBGE, 2017), foi verificado que no Brasil, um número significativo de agricultores familiares não tinha adotado processos sustentáveis que elevassem a produtividade. O principal obstáculo apontado para explicar esta situação é a carência de recursos e o baixo nível de capitalização dos produtores. Produtores dotados de recursos financeiros mais elevados ou com acesso ao crédito possuem maior habilidade para lidar com os riscos de preço e de produção e, conseqüentemente, tendem a adotar novas tecnologias mais rapidamente do que os produtores mais pobres (Buainain *et al.*, 2013).

Essa desigualdade no acesso a recursos financeiros é um dos principais fatores que dificultam a implementação de práticas agrícolas sustentáveis, o que exige uma abordagem mais ampla para alcançar a sustentabilidade. De acordo com Sachs (2008), a sustentabilidade deve ser compreendida de maneira integrada, considerando dimensões econômica, social, ambiental e institucional, de forma a assegurar eficiência produtiva, equidade social, conservação dos recursos naturais e fortalecimento da governança.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi analisar a relação entre o nível de tecnologias utilizadas por pequenos agricultores e o nível de sustentabilidade nos agroecossistemas de Novo Remanso (figura 1), considerando as dimensões econômica,

ambiental, social e institucional, verificando as potencialidades e limitações sobre o uso de tecnologias na Amazônia, diante das diferentes realidades observadas na produção agrícola da região.

Figura 1 – Mapa localização da área de estudo Novo Remanso



Fonte: Alfaia (2019)

Novo Remanso é um distrito do município de Itacoatiara, no Estado do Amazonas, e foi escolhido para esse estudo por ser o maior produtor de abacaxi do Amazonas, de acordo com o IDAM (2019). Ainda de acordo com este órgão, dos 94,3 milhões de unidades de abacaxi produzidas nesse estado no ano de 2019, 68,9 milhões (73,0%) foram provenientes de Novo Remanso. Essa escala de produção foi alcançada mediante emprego e desenvolvimento de diferentes níveis tecnológicos na agricultura familiar, associados às condições naturais do solo, que contribuem para que o abacaxi apresente, nesta localidade, características organolépticas ideais como baixa acidez e sabor doce. O produto tem boa aceitação pelo consumidor, consolidando o Amazonas como o segundo maior produtor deste fruto na região Norte (IDAM, 2020).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta de dados

O estudo foi realizado em agroecossistemas de Novo Remanso (3° 12' 30" S 59°00' 00" W), situado no município de Itacoatiara, Estado do Amazonas, Brasil.

Os dados foram coletados por meio da aplicação de formulário em entrevistas aos produtores de abacaxi, no período de novembro de 2021 e março de 2022. Esses formulários foram compostos por 96 perguntas, subdivididas em 4 partes: dados socioeconômicos, identificação de tecnologias utilizadas e almeçadas na produção de abacaxi; avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas e avaliação Institucional. O projeto foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas – CEP/UFAM, sob o CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) N° 50560121.4.0000.5020. Foram também coletados dados bibliográficos de artigos científicos e sites institucionais.

A pesquisa teve como sujeitos os produtores de abacaxi associados à cooperativa local. Para garantir a normalidade dos dados (Callegari-Jacques, 2003), a amostra foi constituída de 30 produtores do total de 53 cooperados (56,6% dos cooperados), que foram captados por meio de informações cadastrais obtidas junto à cooperativa.

Foram incluídos na pesquisa os produtores que atenderam aos seguintes critérios: a) possuísem propriedades localizadas na área de grande expansão de abacaxi; b) possuísem como renda principal o cultivo de abacaxi; c) que utilizassem mão de obra familiar; d) que cultivassem abacaxi há pelo menos 10 anos; e) que fornecessem sua produção para a cooperativa.

2.1.1 Análise de dados

Os indicadores de sustentabilidade foram avaliados pelo método MESMIS - Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade, adaptando a proposta de Verona (2008), utilizada por Gallo *et al.* (2014).

Foram utilizados 41 indicadores (distribuídos em 41 questões), organizados em quatro dimensões e três níveis de sustentabilidade. Cada questão continha 3 (três) respostas, pontuadas de 1 (um) a 3 (três), considerando-se como parâmetros: (1) condição não desejável de sustentabilidade, (2) condição regular e (3) condição desejável.

Os indicadores foram divididos nas dimensões econômica, ambiental, social e institucional. Esta última foi inserida ao método por ser reconhecida como importante para garantir a sustentabilidade de um sistema, especialmente no que tange a melhorias dos processos de comercialização (Sachs, 2002). Os indicadores foram adaptados à realidade da agricultura familiar amazônica, considerando as especificidades dos sistemas produtivos locais, caracterizados pela diversificação de atividades, baixo uso de insumos externos, dependência dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos, além das formas de organização social comunitária. Essa adaptação contemplou aspectos relacionados à adoção de práticas agroecológicas, participação na cooperativa, acesso a políticas públicas e estratégias de comercialização em mercados locais e regionais, permitindo uma avaliação mais coerente com as condições socioeconômicas, ambientais e institucionais da agricultura familiar na Amazônia (Clement *et al.*, 2021).

Os dados foram sistematizados seguindo o modelo de avaliação proposto por Verona (2008), em planilhas do programa EXCEL. Os valores dos indicadores foram somados em cada dimensão e a média representou o nível de sustentabilidade por dimensão. Posteriormente, o nível de sustentabilidade total da propriedade foi obtido a partir da média dos níveis das 4 (quatro) dimensões. Considerando os 30 agroecossistemas do estudo, a nota mínima obtida foi 41 e a máxima possível foi 123.

Para a determinação dos níveis de tecnologia, foi utilizada a metodologia descrita por Miranda (2001), adaptada por Maia *et al.* (2023), determinando-se os níveis entre Padrão A: Elevado nível tecnológico (agricultores que empregam mais de 80% da tecnologia recomendada); Padrão B: Nível tecnológico intermediário (agricultores que adotam mais de 50% da tecnologia recomendada) e Padrão C: Baixo nível tecnológico (agricultores que utilizam até 50% da tecnologia recomendada).

Na avaliação do nível tecnológico, foi determinado um índice para cada agricultor, em cada um dos componentes abordados (Miranda, 2001; Maia *et al.*, 2023). O índice tecnológico médio foi obtido pela somatória dos valores de cada agricultor, dividido pelo número de agricultores entrevistados. Esses índices variam de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1, melhor é o nível tecnológico das propriedades.

As tecnologias avaliadas foram classificadas nos componentes: T1 – máquinas, implementos e ferramentas; T2- Seleção de mudas; T3 – Adubação; T4 – Plantio; T5 – Tratos culturais; T6 – colheita e pós-colheita. Para cada variável que compõe uma determinada tecnologia foi atribuído um escore variando de zero a dois. Os escores atribuídos às variáveis tecnológicas refletiram o grau de utilização e a eficiência da tecnologia no sistema produtivo, conforme sua adequação às condições locais e aos resultados alcançados, sendo que o escore zero foi atribuído aos produtores que não utilizam a tecnologia, o escore 1 correspondeu ao uso parcial ou com eficiência intermediária, e o escore 2 foi atribuído às tecnologias adotadas de forma adequada e eficiente, de acordo com as recomendações técnicas e com impactos positivos no sistema produtivo (Oliveira, 2003).

Os dados obtidos referentes ao nível tecnológico foram tabulados em planilha eletrônica e correlacionados aos níveis de sustentabilidade por meio do programa estatístico Past versão 4.11, utilizando a regressão linear simples. Para analisar como e quais tecnologias impactam o nível de sustentabilidade dos agroecossistemas estudados, as variáveis componentes de cada tecnologia foram agrupadas pelo cálculo da média por tecnologia para cada agroecossistema e correlacionadas ao nível tecnológico por meio da Análise de Componente Principal (PCA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos índices de sustentabilidade de cada indicador nas dimensões econômica, ambiental, social e institucional estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Índice médio de sustentabilidade por variável nas dimensões social, econômica, ambiental e institucional dos agricultores entrevistados em Novo Remanso – AM (2023)
(Continua...)

Variáveis	Índice	
Dimensão Social		
1	Mão de obra terceirizada	2,76
2	Escolaridade	2,53
3	Assistência Técnica	2,03
4	Recebe auxílio de programas sociais	1,70
5	Acesso crédito	1,56
Total (Média)		10,58 (2,12)
Dimensão Econômica		
6	Implemento Agrícola	2,90
7	Posse da terra	2,76
8	Bens adquiridos por meio da produção	2,73
9	Comercialização da produção	2,27
10	Renda Econômica	2,06
11	Produção Agrícola	1,96
Total (Média)		14,68 (2,45)
Dimensão Ambiental		
12	Água para consumo humano	3,00
13	Água para agricultura	2,97
14	Áreas de gradadas	2,80
15	Processo erosivo	2,80
16	Desmatamento	2,37
17	Uso de EPI	2,33
18	Análise e correção do solo	2,10
19	Cobertura do solo	2,10
20	Consortiação de culturas	2,10
21	Queimada	2,03
22	Esgoto	2,00
23	Reciclagem do lixo	1,83
24	Controle de plantas espontâneas	1,80
25	Rotação de culturas	1,80
26	Aproveita resíduos da produção para alimentação animal	1,70
27	Defensivo químico	1,57
28	Adubação	1,17
Total (Média)		36,47 (2,15)
Dimensão Institucional		
29	Perspectiva sobre cooperativa	2,83
30	Prestação de contas pela cooperativa	2,77
31	Comunicado e convidado a assistir às assembleias gerais ou reuniões cooperativa	2,73

Tabela 1 – Índice médio de sustentabilidade por variável nas dimensões social, econômica, ambiental e institucional dos agricultores entrevistados em Novo Remanso – AM (2023) (Conclusão)

Variáveis		Índice
Dimensão Institucional		
32	Submissão de investimentos são aprovados nas assembleias gerais	2,73
33	Decisões administrativas da cooperativa são apreciadas e aprovadas assembleia geral	2,67
34	Execução de decisões tomadas nas assembleias pela diretoria	2,60
35	Aceitação de sugestões dos cooperados pelos dirigentes da cooperativa	2,33
36	Sugestões nas assembleias gerais ou reuniões	2,30
37	Dificuldade na realização do seu trabalho na cooperativa	2,30
38	Atuação da cooperativa	2,20
39	Melhoria para a comunidade depois que a cooperativa foi criada	2,17
40	Mudança na vida depois da cooperativa	2,13
41	Satisfação com os serviços da cooperativa	1,73
Total (Média)		31,49 (2,42)

Fonte: Organizado pelos autores (2023)

A dimensão social foi caracterizada como sustentabilidade regular (índice de 2,12). Os indicadores mais próximos da situação desejável foram a utilização complementar de mão de obra terceirizada em todas as atividades no processo de produção de abacaxi, escolaridade dos produtores e assistência técnica. O indicador de acesso ao crédito obteve condição não desejável de sustentabilidade.

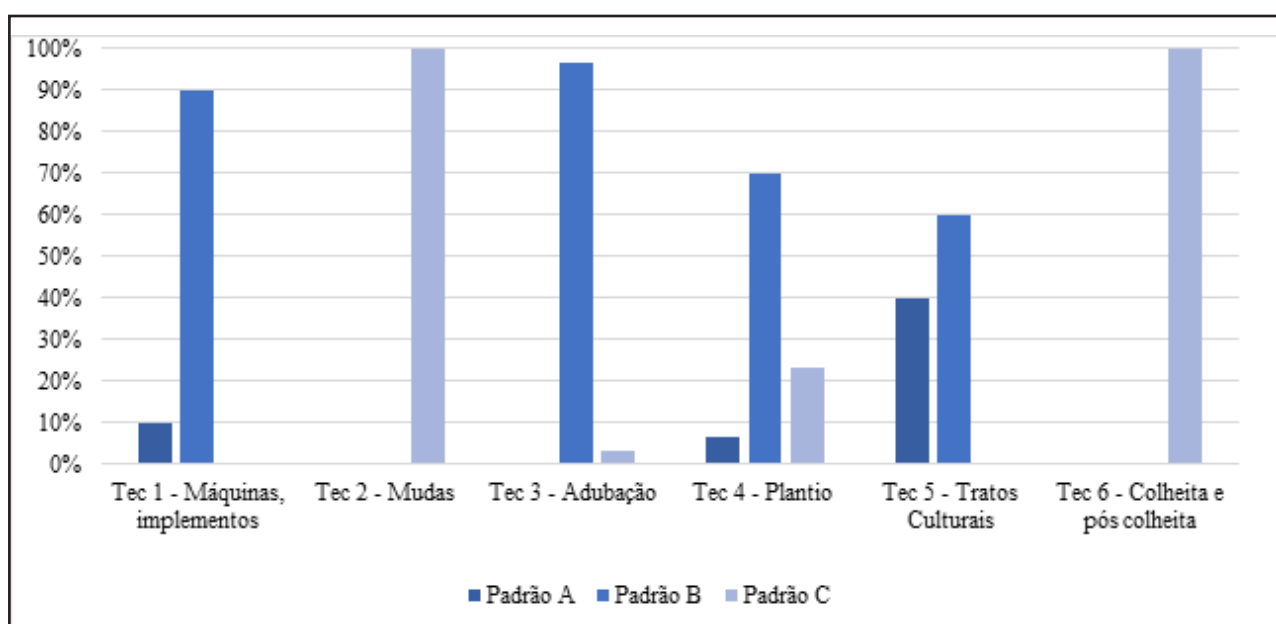
Na dimensão econômica, o resultado geral obtido foi de 2,45, obtendo-se nível regular de sustentabilidade. Para os seis indicadores pré-estabelecidos, apenas a produção agrícola apresentou nível de sustentabilidade não desejável, e os demais, apresentaram nível regular.

Na dimensão ambiental, o índice médio obtido foi de 2,15, caracterizada com nível regular de sustentabilidade. Os indicadores que apresentaram condição não desejável de sustentabilidade foram reciclagem de lixo, aproveitamento dos resíduos da produção, adubação, uso de defensivos químicos, controle de plantas espontâneas e análise do solo.

O índice obtido na dimensão Institucional foi de 2,42, classificada com o nível de sustentabilidade regular. Apenas o indicador satisfação com a cooperativa foi classificado como não desejável para sustentabilidade. Os demais indicadores obtiveram nível regular.

A figura 2 apresenta o percentual de produtores que adotam tecnologia específica e o nível tecnológico encontrado para o conjunto de produtores. Foi observado que 90,0% dos produtores apresentam padrão B (nível intermediário tecnológico) para a tecnologia de Máquinas, implementos e ferramentas e 10,0% padrão C (baixo nível tecnológico). Para as tecnologias de seleção de mudas e colheita/pós-colheita, 100% dos produtores apresentaram padrão C. Na tecnologia de adubação, 97,0% dos produtores apresentaram padrão B de tecnologia e 3,0% obtiveram o padrão C. Na tecnologia de tratamentos culturais, 40,0% dos produtores apresentaram padrão A (elevado nível tecnológico) e 60,0% o padrão B. Para a tecnologia de plantio, os produtores se distribuíram entre os três padrões, sendo 7,0% dos produtores padrão A, 70,0% padrão B e 23,0% padrão C.

Figura 2 – Padrões das tecnologias adotadas na produção de abacaxi em Novo Remanso – AM (2023)



Fonte: Organizado pelos autores (2023)

A tabela 2 apresenta o nível tecnológico e o nível de sustentabilidade obtidos em cada agroecossistema. Todos apresentaram padrão tecnológico classificado como padrão B e a maioria apresentou condição regular de sustentabilidade, excetuando-se os agroecossistemas 19 e 29, que foram classificados com condição não desejável de sustentabilidade.

Tabela 2 – Relação entre o nível tecnológico e o nível de sustentabilidade entre os agroecossistemas produtores de abacaxi de Novo Remanso – AM (2023)

(Continua...)

Agroecossistemas	Índice de Tecnologia	Padrão de Tecnologia	Índice de Sustentabilidade	Nível Sustentabilidade
1	0,63	B	2,22	REGULAR
2	0,59	B	2,24	REGULAR
3	0,59	B	2,24	REGULAR
4	0,56	B	2,54	REGULAR
5	0,56	B	2,41	REGULAR
6	0,62	B	2,37	REGULAR
7	0,60	B	2,20	REGULAR
8	0,52	B	2,37	REGULAR
9	0,53	B	2,15	REGULAR
10	0,62	B	2,51	REGULAR
11	0,60	B	2,54	REGULAR
12	0,60	B	2,46	REGULAR
13	0,67	B	2,29	REGULAR
14	0,53	B	2,34	REGULAR
15	0,53	B	2,07	REGULAR
16	0,61	B	2,49	REGULAR
17	0,54	B	2,27	REGULAR
18	0,62	B	2,24	REGULAR
19	0,63	B	1,98	NÃO DESEJÁVEL
20	0,52	B	2,15	REGULAR
21	0,65	B	2,10	REGULAR
22	0,56	B	2,27	REGULAR
23	0,63	B	2,15	REGULAR
24	0,61	B	2,22	REGULAR
25	0,65	B	2,07	REGULAR
26	0,60	B	2,20	REGULAR

Tabela 2 – Relação entre o nível tecnológico e o nível de sustentabilidade entre os agroecossistemas produtores de abacaxi de Novo Remanso – AM (2023)

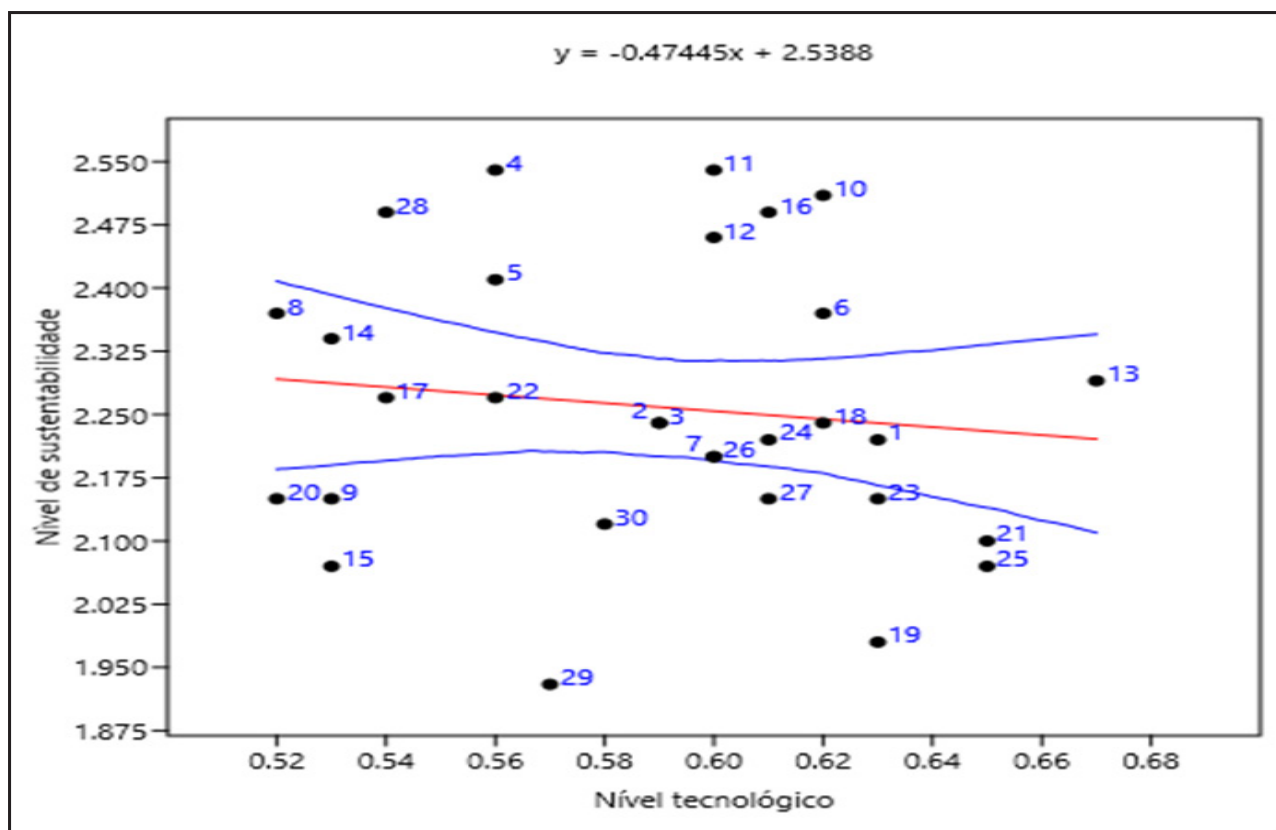
(Conclusão)

Agroecossistemas	Índice de Tecnologia	Padrão de Tecnologia	Índice de Sustentabilidade	Nível de Sustentabilidade
p	0,61	B	2,15	REGULAR
28	0,54	B	2,49	REGULAR
29	0,57	B	1,93	NÃO DESEJÁVEL
30	0,58	B	2,12	REGULAR

Fonte: Organizado pelos autores (2023)

A figura 3 apresenta a análise de regressão, que mostrou uma leve tendência negativa entre o nível tecnológico e o nível de sustentabilidade ($r = -0,12$), ou seja, há uma tendência para que à medida que o nível tecnológico aumenta, o nível de sustentabilidade diminua, porém, essa correlação não foi significativa ao nível de $p > 0,05$.

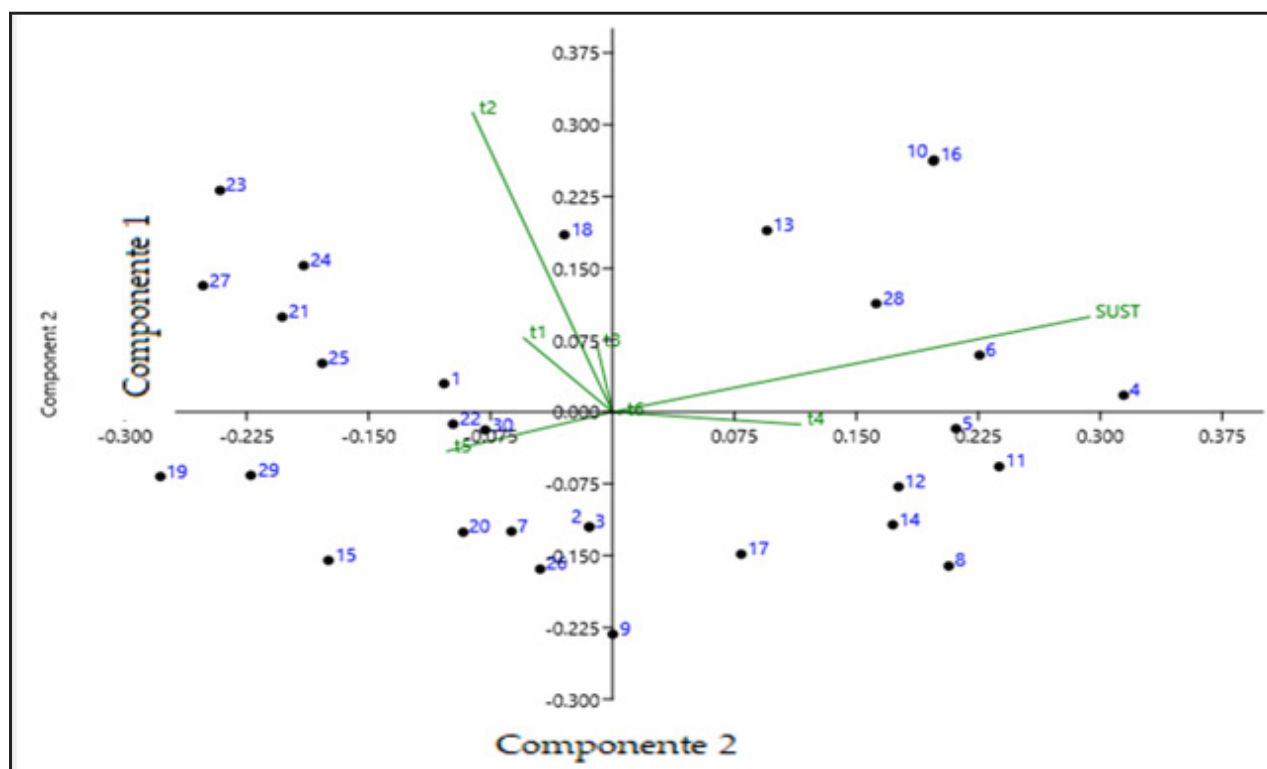
Figura 3 – Análise de regressão entre o nível tecnológico e nível de sustentabilidade de produtores de abacaxi em Novo Remanso – AM (2023)



Fonte: Organizado pelos autores (2023)

Em relação às tecnologias, a análise de componente principal (figura 4) mostra que a tecnologia de plantio (T4) foi a única que apresentou correlação positiva com o nível de sustentabilidade. As tecnologias adubação (T3) e colheita/pós-colheita (T6) não apresentaram correlação com o nível de sustentabilidade. As tecnologias máquinas, equipamentos e ferramentas (T1), seleção de mudas (T2) e tratos culturais (T5) apresentaram correlação negativa com a sustentabilidade dos agroecossistemas, sendo esta última a que mais impactou a sustentabilidade.

Figura 4 – Análise da correlação entre o nível tecnológico e o nível de sustentabilidade de produtores de abacaxi em Novo Remanso – AM (2023)



Fonte: Organizado pelos autores (2023)

O índice geral de sustentabilidade obtido nos agroecossistemas analisados, considerando as quatro dimensões, foi de 2,27, caracterizando uma condição regular. Esse resultado se deve, principalmente, ao nível tecnológico intermediário (padrão B), caracterizado pelo uso inadequado das tecnologias por falta de orientação técnica. Os principais pontos críticos observados no mau uso das

tecnologias foram o uso intensivo de mecanização, uso intensivo de agrotóxicos no controle de pragas e plantas espontâneas, predominância do monocultivo do abacaxi e ineficiência da cooperativa na comercialização.

Apesar de não ter sido observada uma correlação significativa da influência do nível tecnológico sobre o nível de sustentabilidade a partir dos dados quantitativos, a análise qualitativa chama a atenção ao fato de que um padrão tecnológico intermediário contribui para um nível regular ou não desejável de sustentabilidade. A análise dos índices médios também indica que há uma tendência para que o aumento do nível tecnológico, nas condições observadas, reduza o nível de sustentabilidade dos agroecossistemas.

Meneghetti e Souza (2015) afirmam que a adoção de tecnologias de impacto na agricultura familiar torna o produtor dependente de insumos externos à propriedade, onerando os custos de produção. Pedrotti e Mello (2009) indicam que o mau uso das tecnologias e a busca constante por maiores lucros impactam negativamente sobre a sustentabilidade, promovendo a degradação do solo, da água, dentre outros problemas ambientais. Por outro lado, o uso de tecnologias que combinem o saber tradicional às inovações tecnológicas disponíveis no mercado permite melhorias na produção, com a preservação cultural e maior sustentabilidade ambiental e social.

O perfil social dos produtores de abacaxi de Novo Remanso parece ter influência sobre a relação tecnologia – sustentabilidade. Trata-se de um perfil diferenciado da maioria dos agricultores familiares do Amazonas. Por exemplo, a maioria possui nível médio completo de escolaridade (73,2%), ao passo que a média de escolaridade no meio rural do Amazonas é o ensino fundamental (IBGE, 2017). O maior nível de escolaridade interfere sobre uma maior propensão dos agricultores à adoção de novas tecnologias, além de facilitar o acesso ao crédito e à assistência técnica (Neves, 2020).

A falta de acesso ao crédito rural também é um fator limitante para adoção de tecnologias na agricultura familiar do Amazonas. Os principais entraves são as exigências burocráticas que os agricultores(as) não conseguem atender, como

necessidade de garantias financeiras, documentação da terra e entraves fiscais (Reymao; Silva, 2018; Freitag, 2020). Os programas governamentais existentes, como o Programa Nacional da Agricultura Familiar - PRONAF, não conseguem atender adequadamente a necessidade de crédito, e muitas vezes, pioram a situação econômica dos agricultores, com o endividamento daqueles que não conseguem pagar (Lopes *et al.*, 2016; Reymao; Silva, 2018).

Outro diferencial da agricultura familiar em Novo Remanso refere-se à combinação entre o uso da mão de obra familiar e a contratação de mão de obra terceirizada, prática adotada pela maioria das propriedades (83,3%). Essa associação configura uma situação desejável de sustentabilidade, pois a mão de obra contratada atua de forma complementar ao trabalho da família, especialmente em etapas mais intensivas do cultivo do abacaxi, como o plantio e a colheita, que demandam maior esforço físico e maior volume de trabalho em curto período. De acordo com Schneider (2003), essa complementaridade contribui para a redução da sobrecarga física dos membros familiares, melhora as condições de trabalho, eleva a eficiência produtiva e favorece o cumprimento adequado do calendário agrícola. Ademais, a contratação de trabalhadores locais fortalece a economia do território, amplia as relações sociais e evidencia maior nível de organização produtiva e capacidade de inserção no mercado, aspectos relevantes na dimensão social da sustentabilidade (Buainain *et al.*, 2014). Nesse sentido, estudos indicam que a utilização exclusiva da mão de obra familiar pode limitar a produtividade das áreas agrícolas às capacidades físicas e ao tempo disponível desses trabalhadores, restringindo o potencial produtivo dos estabelecimentos (Silva *et al.*, 2013; Thie, 2021).

Por outro lado, o crescente uso de maquinário e automação no campo tem diminuído o número de trabalhadores ocupados na agricultura familiar (IBGE, 2017), provocando a saída dos jovens para os centros urbanos e, conseqüentemente, impactando sobre o envelhecimento da população rural amazônica (Froehlich, 2011). Esse fato limita o desenvolvimento de inovações tecnológicas, uma vez que os mais

velhos têm maiores restrições à adoção dessas inovações ou sobre mudanças de práticas já utilizadas por muitas gerações (Filho *et al.*, 2011).

Outra limitação observada para conciliar a adoção de tecnologias com a sustentabilidade do sistema agrícola familiar é o baixo (ou nenhum) acesso à assistência técnica. Em Novo Remanso, 33,3% dos produtores afirmaram que recebem assistência técnica de forma significativa, 40% recebem parcialmente e 23,3% disseram não receber assistência técnica.

Gomes *et al.* (2018) afirmaram que as dificuldades para a implantação de uma política de Assistência Técnica e Extensão Rural - ATER voltada à agricultura familiar no Amazonas, atendendo os princípios da sustentabilidade, são o baixo investimento no setor, as dimensões do estado, com grandes distâncias entre áreas rurais e urbanas, falta de transporte e as péssimas condições de estradas e vicinais. Há também uma herança difusionista do modelo de ATER e um limitado conhecimento técnico sobre as possibilidades de produção de alimentos com o uso de tecnologias de baixo impacto ambiental. Essas tecnologias se referem àquelas que respeitam e valorizam as singularidades regionais, ao mesmo tempo que identificam as diversas formas de uso, manejo e disponibilidade dos recursos naturais renováveis locais (Gutierriz; Oliveira, 2018).

Foi observado que o nível tecnológico da produção de abacaxi em Novo Remanso exerce influência direta sobre a renda mensal dos agricultores, contribuindo para que a maioria (60,0%) alcance rendimentos em torno de dois salários-mínimos. A adoção de tecnologias relacionadas ao manejo, à adubação, aos tratamentos culturais e à colheita tem permitido ganhos de produtividade, redução de perdas e maior eficiência no uso de insumos, refletindo positivamente na geração de renda. Adicionalmente, 23,3% dos produtores apresentam rendimentos superiores a três salários-mínimos, enquanto 16,3% permanecem com renda de até um salário-mínimo, evidenciando heterogeneidade no grau de adoção tecnológica. De modo geral, a renda média observada em Novo Remanso é superior à média estadual, estimada em um salário-mínimo (IBGE, 2021), sendo esse

desempenho associado ao conjunto de fatores observados na área: nível tecnológico intermediário, maior nível de escolaridade, produto com qualidade reconhecida e com alguma inserção no mercado, associação à cooperativa.

A produtividade do abacaxi em Novo Remanso varia entre 30.000 e 37.000 frutos por hectare, superando a média do Estado do Amazonas, que foi de 25.503 frutos/ha em 2020. No entanto, esse desempenho produtivo tem sido alcançado, em grande parte, por meio do uso inadequado ou pouco eficiente das tecnologias disponíveis, o que compromete a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Como resultado, 93,33% das propriedades foram classificadas com nível de sustentabilidade regular, enquanto 6,66% apresentaram sustentabilidade não desejável, indicando que os ganhos de produtividade não têm sido acompanhados, na mesma proporção, por práticas tecnológicas ambiental e economicamente sustentáveis.

Em relação à comercialização, foi observado que 46,7% dos produtores comercializam o abacaxi com agentes intermediários (atravessadores), apesar da existência de uma cooperativa no local. Essa prática reduz o preço pago ao produtor, inferindo nesse indicador o nível regular de sustentabilidade.

A substituição do cultivo diversificado pelo monocultivo do abacaxi em Novo Remanso também está impactando negativamente sobre a sustentabilidade da agricultura na área. A diversificação dos produtos nas propriedades rurais amazônicas garante maior segurança econômica (Pereira *et al.*, 2015), ao passo que o monocultivo aumenta os riscos econômicos pela dependência de uma única fonte de renda e aumenta os riscos de perda de recursos pela degradação ambiental (Zimmermann, 2009). A diversificação da produção aliada a práticas agroecológicas de baixo impacto ambiental, pode proporcionar um ecossistema mais equilibrado e maior segurança alimentar e nutricional na Amazônia (Canalez, 2018).

Estudos de Melo *et al.* (2019) em Roraima revelaram que práticas agroecológicas, como o plantio direto sobre os restos da cultura, o uso de adubação orgânica, o controle de plantas espontâneas com “mulching” e o controle biológico de pragas, diminuem

os custos de produção e o impacto ambiental de insumos químicos. Nesse estudo, foi obtida uma produtividade de 25.503 frutos de abacaxi/ha, compatível com a média nacional, e uma rentabilidade igual ao sistema convencional, mas com a vantagem do menor impacto ambiental.

Por seu turno, a adubação química sem orientação técnica pode causar efeitos não esperados na estrutura do solo (Cirino, 2021). Alguns fertilizantes químicos são acidificadores, causando a perda gradual de nutrientes e contribuindo para que o solo seja cada vez mais improdutivo, gerando um ciclo vicioso: com um solo pouco fértil, utiliza-se uma quantidade maior de fertilizante nas próximas plantações, causando a morte gradativa de microrganismos benéficos, contaminação de rios, lagos e lençóis freáticos, extração de recursos naturais com uso intensivo de energia e combustíveis fósseis, aumento da emissão de dióxido de carbono e aquecimento global (Civitereza, 2021).

O aumento da compra de insumos externos impacta também negativamente na sustentabilidade da dimensão econômica. Como alternativa, é indicado o maior aproveitamento dos recursos da propriedade, com uso dos resíduos da produção em compostagem, que disponibiliza maior quantidade de nutrientes às plantas e melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. A adubação orgânica reduz, em cerca de 20,0%, a necessidade da aplicação de fertilizantes químicos (UNIVASF, 2018).

Os produtores de Novo Remanso usam defensivos químicos em todas as culturas, impactando nesse indicador um nível de sustentabilidade não desejável. Foi verificado o uso de até 11 kg a mais da dose recomendada de agrotóxico para o controle de pragas como cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*), broca do fruto (*Strymon basalides*) e percevejo (*Thlastocoris laetus*).

Costa (2012) indica o manejo integrado de pragas – MIP como uma estratégia para redução ou eliminação do uso de agrotóxicos no cultivo de abacaxi, uma técnica que consiste na eliminação de partes atacadas, proteção da inflorescência com papel

parafinado, utilização de controle biológico (*Bacillus thuringiensis*) e utilização de plantas biopesticidas como nim (*Azadirachta indica*).

Na dimensão institucional, ficou evidenciada a insatisfação dos agricultores com a atuação da cooperativa, impactando sobre uma condição regular de sustentabilidade. Essa percepção relaciona-se, principalmente, à redução dos contratos para a venda do abacaxi. Freitag (2020) destaca a importância das cooperativas agrícolas para garantia da venda e redução dos custos de produção. A falta de contratos leva os agricultores a compras individuais de insumos e à venda da produção para atravessadores por baixos preços (Silva, 2020).

Por outro lado, 50% dos entrevistados mencionaram melhorias com a criação da cooperativa, principalmente relacionada à obtenção de conhecimentos sobre o cultivo do abacaxi, por meio da viabilização de cursos de capacitação e troca de experiências em eventos sobre a cadeia produtiva do abacaxi.

Há necessidade de projetos/programas que viabilizem uma maior eficiência da cooperativa e da agroindústria em Novo Remanso. O cooperativismo pode apoiar a adoção de tecnologias mais sustentáveis, com vistas a uma transição agroecológica, por meio da socialização de princípios e valores relacionados a um maior cuidado da base de produção de alimentos, que são os recursos naturais (Fraxe; Castro, 2015).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de modernização da agricultura, com utilização intensiva de maquinário e produtos químicos, foi observado na produção de abacaxi em Novo Remanso, impactando sobre um nível regular de sustentabilidade dos agroecossistemas. Essas tecnologias vêm provocando alterações na produção agrícola da Amazônia, contribuindo para mudanças estruturais nas formas tradicionais e de baixo impacto ambiental.

Há a necessidade de uma assistência técnica voltada a orientações no uso de tecnologias na agricultura familiar da Amazônia que dialogue com os interesses

dos produtores, parcerias institucionais, manutenção do conhecimento tradicional e conservação dos recursos naturais.

A adoção de sistemas diversificados, consorciando o cultivo do abacaxi a outras espécies, ou em sistemas agroflorestais, podem ser exemplos de sistemas que melhorem o nível de sustentabilidade dos agroecossistemas, adotando-se o uso das tecnologias de forma adequada. Estes sistemas melhoram a qualidade do solo, reduzem a necessidade de insumos externos e podem manter a produtividade e os rendimentos das propriedades.

Essa pesquisa evidenciou a importância de uma avaliação sistêmica da sustentabilidade, a partir de indicadores de diferentes dimensões, além da econômica. A inserção de tecnologias na produção agrícola familiar amazônica deve vir acompanhada de observações sobre os impactos sociais, ambientais e institucionais, uma vez que o aumento da escala de produção pode não ser suficiente para mitigar as externalidades do uso inadequado das tecnologias.

AGRADECIMENTOS

À Pró-reitora de pesquisa e Pós-graduação – PROPESP, junto à Universidade Federal do Amazonas – UFAM; Ao Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias para Recursos Amazônicos – PPGCTRA; À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior – CAPES; Aos agricultores e agricultoras participantes da pesquisa; Ao Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Amazonas – IDAM; A FAPEAM – Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Amazonas e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

BUAINAIN, Antônio Márcio *et al.* **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola.** Brasília, DF: Embrapa, 2014.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. Sete teses sobre o desenvolvimento rural brasileiro. **Revista de Política Agrícola, Brasília**, DF, ano 22, n. 2, abr./jun. 2013. p. 105-121.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CANALEZ, G. de G., Agroecossistemas Amazônicos: **valor das florestas**, (Tese de doutorado) ciências do ambiente e sustentabilidade na Amazônia, UFAM, Manaus, 2018.

CARBAJAL, A. C. R. **Fatores Associados à adoção de tecnologias na cultura do caju: Um estudo de caso**. 1991. 122f. (Dissertação de Mestrado em Economia Rural) –UFC/CCA/DEA, Fortaleza, 1991.

CIRINO, E. **O uso de fertilizantes e seus impactos ambientais**. ETEC Benedito Storani Jundiá - SP 2021.

CIVITEREZA, G. **Os Impactos da Adubação Mineral no meio Ambiente**. 2021. Disponível em: <https://www.terradecultivo.com.br/os-impactos-da-adubacao-mineral-no-meio-ambiente>. Acesso em: 17 ago. 2022.

CLEMENT, Charles Roland *et al.* Sociobiodiversidade amazônica e sistemas agrícolas tradicionais: contribuições para o desenvolvimento sustentável. *Novos Cadernos NAEA*, Belém, v. 24, n. 1, p. 11–30, 2021.

COSTA, F. A. Land market and technological trajectories in Amazônia. **Econ. soc.** 2012, 21, 245-273.

FILHO, H.M.S, BUAINAIN, A.M. SILEVIRA, J.M.F. J. da, VINHOLIS, M. de M.B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 223-255, jan./abr. 2011.

FRAXE, T. J. P.; CASTRO, A. P. **Agroecologia em sociedades amazônicas**. Manaus, Editora & Gráfica Moderna. 2015.

FREITAG, C. **Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas de produção familiar com a aplicação do método MESMIS**. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento rural sustentável) Universidade Estadual do sudoeste do Paraná. Paraná 2020.

FROEHLICH, J.M et al., Êxodo seletivo, masculinização e envelhecimento da população rural na região central do RS. **Revista ciência rural**. Santa Maria, RS. 2011.

GALLO, A.de S.; GUIMARÃES N. de F.; AGOSTINHO, P. R.; CARVALHO, E.M de. **Avaliação da sustentabilidade de uma unidade de produção familiar pelo o método MESMIS**. 2014

GOMES, M. C.; NOGUEIRA, A.C.F.; COSTA, F.S. da. Assistência Técnica e Extensão Rural em comunidades rurais do sul do Amazonas. **Novos Cadernos NAEA** v. 21 n. 2 • p. 193-211. 2018.

GUTIERRIZ, D.M.D.; OLIVEIRA, F.R.M de O. **Tecnologias para a inclusão social**;1ºed; INPA, Manaus, 2018

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2021. **Abacaxi produção regional**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/34052-em-2021-rendimento-domiciliar-per-capita-cai-ao-menor-nivel-desde-2014>. Acesso em: 05 out.2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; Áreas Urbanizadas do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE - Coordenação de Geografia, 2017. 28 p. – (**Relatórios metodológicos**, ISSN 0101-2843; v. 44)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Censo 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/itacoatiara/pesquisa/37/30255?tipo=ranking>. Acesso em: 23 nov.2022

IDAM - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Amazonas. 2019. Disponível em: www.idam.am.gov.br/abacaxi-da-regiao-de-novo-remanso-e-destaque-como-patrimonio-imaterial-do-amazonas/. 2020. Acesso em: 27 jun. 2021.

IDAM - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Amazonas. Relatório atividades Trimestral 2019. Disponível em: <http://www.idam.am.gov.br/biblioteca/biblioteca-rat/>. Acesso em: 13 mar. 2021.

LOPES, D, *et al.*, Crédito rural no Brasil: Desafios e oportunidades para a promoção da agropecuária sustentável. **Revista do BNDS**. 2016.

MAIA, S. T.; COSTA, T. V. D.; COSTA, F. S. Níveis tecnológicos na produção de abacaxi (*Ananas comosus*) em agroecossistemas familiares de Novo Remanso (Itacoatiara/Amazonas) 2023. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 62, 1-19.

MELO, J.V ET *et al.* Produtividade e rentabilidade do abacaxizeiro orgânico em diferentes arranjos de plantio e manejo da vegetação espontânea. **Revista ufcg.com.br**. Rio Branco, AC. 2019.

MENEGHETTI, G. A.; SOUZA, S. A Agricultura familiar do Amazonas: conceitos, caracterização e desenvolvimento. **Revista terceira margem Amazônica**, 2015: v.1, n.5.p 36-57.

MIRANDA, E. A. de A. **Inovações tecnológicas na viticultura do sub-médio** São Francisco. 2001. 199f. Tese (Doutorado em Economia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001

NEVES, M. de C. R. *et al.* **Acesso ao crédito Rural ajuda a diminuir a desigualdade de renda?** 2020.

OLIVEIRA, M. A. S. **Nível tecnológico e seus fatores condicionantes na bananicultura do município de Mauriti-CE**. Dissertação (Mestrado em economia rural), Universidade Federal do Ceará. 2003.

PEDROTTI A.; MELLO JUNIOR, A.V. **Avanço em ciências do solo: A física do solo na produção agrícola e qualidade ambiental**. São Cristovão Editora UFV. Aracajú. Fapitec, 2009.

PEREIRA, dos S.H; VINHOTE, M. L. A.; ZINGRA, A. F. C.; TAKEDA, W. M. A. Mul-tifuncionalidade da agricultura familiar no Amazonas: desafios para a inovação sustentável. **Revista terceira margem Amazônia**, 2015.

REYMÃO, A.E.N.; SILVA, N.S.L. **Crédito e direito ao desenvolvimento: Amazônia florescer e a inclusão financeira dos produtores de açaí**. vol. 9 | n. 1 | jan/jul 2018.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento includente, sustentável e sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SCHNEIDER, Sergio. **A pluriatividade na agricultura familiar**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003

SANTOS, C. dos. **Níveis tecnológicos de agroecossistemas do milho no Estado de Sergipe**. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento e meio ambiente) Universidade Federal de Sergipe, 2012.

SILVA, L.G.; CAMELO, G.L.P. Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas de produção de bananeira com a aplicação do método MESMIS. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e783998007, 2020.

SILVA, L. de J. de S.; MANEGHETTI, G. A.; PINHEIRO, J. O. C.; GUIMARÃES, R. dos R.; LOURENÇO, J. N. de P. **Reflexões sobre agricultura familiar, inovação e desenvolvimento na Amazônia**. SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Belém - PA, 21 a 24 de julho de 2013.

THIES, F.V. Transformações demográficas e nas estratégias de trabalho: uma abordagem longitudinal da agricultura familiar em Salvador das Missões – Rio Grande do Sul. **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, vol. 26, 2021, Enero Diciembre Universidade de Santa Cruz do Sul, 2021.

UNIVASF-Universidade Federal do Vale do São Francisco. Disponível em: <https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias>. 2018. Acesso em: 10 out. 2022.

VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul**. p.192. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS. 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/orgânicos>. Acesso em: 10 out. 2022.

WEERSINK, A.; Fulton, M. Limits to profit maximization as a guide to behavior change. **Applied Economics Perspectives and Policy**, v. 42, n. 1, p. 1 13, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1002/aapp.13004>.

ZIMMERMANN, C.L. Monocultura e transgenia: Impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.6 n.12 p.79-100 Julho-Dezembro de 2009.

Contribuições de autoria

1 – Silvia Tavares Maia

Mestre em ciência e tecnologia para recurso amazônicos pela Universidade Federal do Amazonas

<https://orcid.org/0000-0002-9608-7811> • silvia.maia98@gmail.com

Contribuição: Coleta de dados, primeira redação

2 – Tiago Viana da Costa

Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

<https://orcid.org/0000-0003-4262-1991> • tvianadacosta@yahoo.com

Contribuição: Correção em geral

3 – Franciama Souza da Costa

Doutora em Ciências Socioambientais pela Universidade Federal do Pará

<https://orcid.org/0000-0003-4352-0826> • francimaracosta@yahoo.com

Contribuição: Análise de dados e correção teórica

4 – Henrique dos Santos Pereira

Doutorado em Ecologia pela Pennsylvania State University

<https://orcid.org/0000-0002-9113-1166> • hpereira@ufam.edu.br

Contribuição: Análise estatística

Como citar este artigo

MAIA, S. T.; COSTA, T. V.; COSTA, F. S.; PEREIRA, H. S. Relações entre nível de tecnologia e nível de sustentabilidade: uma análise em agroecossistemas familiares do Amazonas - Brasil. *Geografia Ensino & Pesquisa*, Santa Maria, v. 30, e89498, 2026. Disponível em: [10.5902/2236499489498](https://doi.org/10.5902/2236499489498). Acesso em: dia mês abreviado. ano.