

Análise econométrica e mercadológica da cadeia produtiva do cupuaçu no Amazonas

Econometric and market analysis of cupuaçu production chain in Amazonas

Pedro Alves de Oliveira Filho¹, João Paulo Ferreira Rufino², Pedro de Queiroz Costa Neto³, Leiliane do Socorro Sodré de Souza⁴, Anderson Mathias Pereira⁵

RESUMO: O objetivo deste estudo foi diagnosticar a cadeia produtiva do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) no Amazonas, analisando sua distribuição por microrregiões e utilizando modelos econométricos para avaliar sua produção. Foram utilizados dados secundários do Instituto de Desenvolvimento Agrícola e Florestal Sustentável do Amazonas (IDAM), coletados entre 2010 e 2023, abrangendo informações sobre produção, número de produtores, rendimento produtivo, preço médio pago ao produtor e renda per capita dos municípios. Os resultados indicaram que a produção de cupuaçu está concentrada majoritariamente na microrregião de Rio Negro/Solimões, responsável por mais de 60% da produção estadual, devido às condições ambientais favoráveis, proximidade com Manaus e políticas públicas de incentivo. Observou-se também uma transição do modelo extrativista para práticas agrícolas organizadas, o que impulsionou a produtividade. A análise econométrica destacou o número de produtores e o rendimento produtivo como os principais fatores positivos para a produção, enquanto o preço médio ao produtor apresentou influência negativa e a renda per capita mostrou impacto insignificante. Essa dependência de mão de obra e a baixa elasticidade da oferta refletem desafios estruturais para a expansão da cadeia. Embora o mercado interno do cupuaçu seja promissor, a limitada integração com consumidores externos restringe seu crescimento.

Palavras-chave: Amazônia; Bioeconomia; Teoria da produção; *Theobroma grandiflorum*.

ABSTRACT: The objective of this study was to diagnose the cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) production chain in Amazonas, analyzing its distribution across microregions and using econometric models to assess its production. Secondary data from the Institute of Sustainable Agricultural and Forestry Development of Amazonas (IDAM) were used, collected between 2010 and 2023, including information on production, number of producers, productive yield, average price paid to producers, and municipalities' per capita income. The results indicated that cupuaçu production is mainly concentrated in the Rio Negro/Solimões microregion, which accounts for more than 60% of the state's production due to favorable environmental conditions, proximity to Manaus, and public incentive policies. A transition from an extractivist model to organized agricultural practices was also observed, which boosted productivity. The econometric analysis highlighted the number of producers and productive yield as the main positive factors for production, while the average price paid to producers had a negative influence, and per capita income showed an insignificant impact. This dependence on labor and the low supply elasticity reflect structural challenges to the expansion of the chain. Although the domestic market for cupuaçu is promising, its limited integration with external consumers restricts its growth.

Keywords: Amazon; Bioeconomy; Production theory; *Theobroma grandiflorum*.

Autor correspondente: João Paulo Ferreira Rufino
E-mail: joaopaulorufino@live.com

Recebido em: 2024-12-24

Aceito em: 2025-11-24

¹ Doutor em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Jarú (RO), Brasil.

² Doutor em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Professor da UFAM, Manaus (AM), Brasil.

³ Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Professor da UFAM, Manaus (AM), Brasil.

⁴ Doutora em Engenharia de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus (AM), Brasil.

⁵ Doutor em Engenharia de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professor da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus (AM), Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Perante a sua rica biodiversidade, a Amazônia apresenta inúmeras espécies nativas de plantas frutíferas que despertam interesse econômico, tecnológico e nutricional, como os setores de alimentação, farmacêutico, cosmético e químico (Clement *et al.*, 2005; Clement *et al.*, 2010). Dentre estas, o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) se destaca por suas propriedades únicas, como o alto valor nutricional, aroma característico e versatilidade na produção de alimentos, cosméticos ou produtos farmacêuticos (Lopes *et al.*, 2008; Clement *et al.*, 2010; Alves *et al.*, 2014; Barbalho *et al.*, 2022), além da relativa simplicidade nas demandas tecnológicas para obtenção e processamento de seus derivados a partir do fruto (polpa, semente e casca) (Alves *et al.*, 2014; Bezerra *et al.*, 2024).

Dentre os derivados da cadeia do processamento do cupuaçu, a polpa é o produto de maior valor agregado proveniente da cadeia do cupuaçu, sendo amplamente utilizada na produção de sucos, doces e sorvetes; enquanto suas sementes possuem grande potencial para a extração de manteiga, amplamente empregada em cosméticos e como alternativa ao cacau em aplicações industriais (Melo *et al.*, 2021; Bezerra *et al.*, 2024). Todavia, apesar das similaridades com a cadeia do cacau, taxonomicamente um parente próximo, a cadeia do cupuaçu não se desenvolveu com tanta amplitude e capilaridade de mercado devido uma série de fatores históricos, comerciais, tecnológicos e logísticos que a limitou durante séculos a uma estruturação meramente para atendimento da demanda interna (Barbalho *et al.*, 2022; Colli-Silva *et al.*, 2024).

Ao longo do território amazônico, o cupuaçu é explorado desde plantações semi-domesticadas nas regiões de várzeas até em plantios estruturados ou sistemas agroflorestais em terra firme (Homma, 2012; Cabral *et al.*, 2023). Economicamente, o Pará é o estado brasileiro que mais gera divisas a partir da produção de cupuaçu, respondendo por aproximadamente 23,38% da produção nacional. O Amazonas ocupa a segunda posição em geração de divisas, embora apresente maior participação no volume produzido, representando cerca de 28,26% da produção nacional (IBGE, 2017). Produtivamente, a Bahia, mesmo não estando na Amazônia, é o estado que mais impacta a produção nacional, representando cerca de 29,65% do total desta produção, porém, comparativamente gerando menos divisas nesta cadeia do que o Pará e o Amazonas.

Com isto, é possível perceber que o Amazonas consegue aliar de forma economicamente interessante uma boa produtividade com eficiência no processamento dos frutos para geração de valor aos seus produtos e subprodutos, mesmo que grande parte dessa produção de cupuaçu ainda esteja restrita a atender apenas a demanda interna brasileira, especialmente a demanda local amazônica (Alves *et al.*, 2014; Freitas *et al.*, 2023). Outrora, quando essa produção consegue ser exportada para outros mercados, nações com populações de alto poder aquisitivo como União Europeia, Estados Unidos, Japão e China se destacam como os principais mercados compradores, especialmente para o refinamento visando a obtenção de derivados com maior valor agregado (Alves *et al.*, 2014; Guimarães; Durigan, 2018; Silva *et al.*, 2024).

Entretanto, ainda há uma escassez muito grande de dados que caracterizem com maior precisão e detalhamento a cadeia produtiva do cupuaçu nos estados da Amazônia, de onde o fruto é nativo, tanto no panorama geral quanto na identificação de territórios estratégicos. Essa ausência de informações econômicas prejudica uma potencial

expansão dessa cadeia a partir da formulação de políticas públicas voltadas especialmente para o seu desenvolvimento e modernização, dificultando o tratamento adequado de indicadores como produtividade, eficiência produtiva e econômica, dinâmica de mercado e identificação dos principais desafios (Homma, 2012; Cabral *et al.*, 2023; Freitas *et al.*, 2023).

O mapeamento, refinamento e análise das informações econômicas é o primeiro grande passo de toda cadeia produtiva para iniciar o seu processo de organização, estruturação e, conseqüentemente, aumento da produção e exploração de novos mercados consumidores (Cabral *et al.*, 2023). A partir destas considerações, o objetivo principal deste estudo foi diagnosticar a cadeia produtiva do cupuaçu no Amazonas, sua distribuição por microrregiões e análise econométrica da sua produção. Como objetivos específicos se pretendeu: a) caracterizar o perfil produtivo e econômico da cadeia produtiva do cupuaçu no estado do Amazonas (Brasil) nos anos de 2010 a 2023; b) analisar econometricamente o perfil produtivo da cadeia do cupuaçu no Amazonas nos anos de 2010 a 2023 por meio de modelos de estimação da produção por dados em painel; c) descrever as perspectivas mercadológicas da cadeia do cupuaçu no Amazonas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A cadeia produtiva do cupuaçu no Estado do Amazonas foi inicialmente caracterizada conforme o sistema de divisão territorial por microrregiões adotado pelo Instituto de Desenvolvimento Agrícola e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM), conforme apresentado na Figura 1. Foram considerados dados no período de 2010 à 2023, avaliando o acumulado de janeiro a dezembro em cada um destes anos. Os dados deste estudo são de natureza secundária e foram obtidos junto ao banco de dados do IDAM, que os coletou por meio de questionários anualmente aplicados a produtores ativos na cadeia do cupuaçu localizados em todos os municípios do Amazonas e filiados às suas unidades locais. É importante ressaltar que o IDAM é o órgão responsável pela coleta dos dados do setor primário no Estado do Amazonas, com unidades e técnicos lotados em todos os seus municípios, característica que lhe confere grande expertise em formar uma base de dados sólida acerca das cadeias produtivas do setor primário deste estado. Os dados foram agrupados inicialmente por município a partir das amostras coletadas nos questionários considerando a produção e o número de produtores ativos, sendo em seguida condensados por microrregião conforme a divisão territorial adotada pelo IDAM.

Os dados de produção de cupuaçu no Amazonas foram advindos da atividade de cultivo, ou seja, proveniente da agricultura local. Na apresentação descritiva dos dados, a produção anual de cupuaçu em cada microrregião do Amazonas foi avaliada de forma percentual em relação a produção total em cada ano avaliado, assim como o número de produtores ativos nesta cadeia produtiva. Também foi calculado o rendimento produtivo da atividade com base na porcentagem de área produtiva colhida em relação a área total plantada.

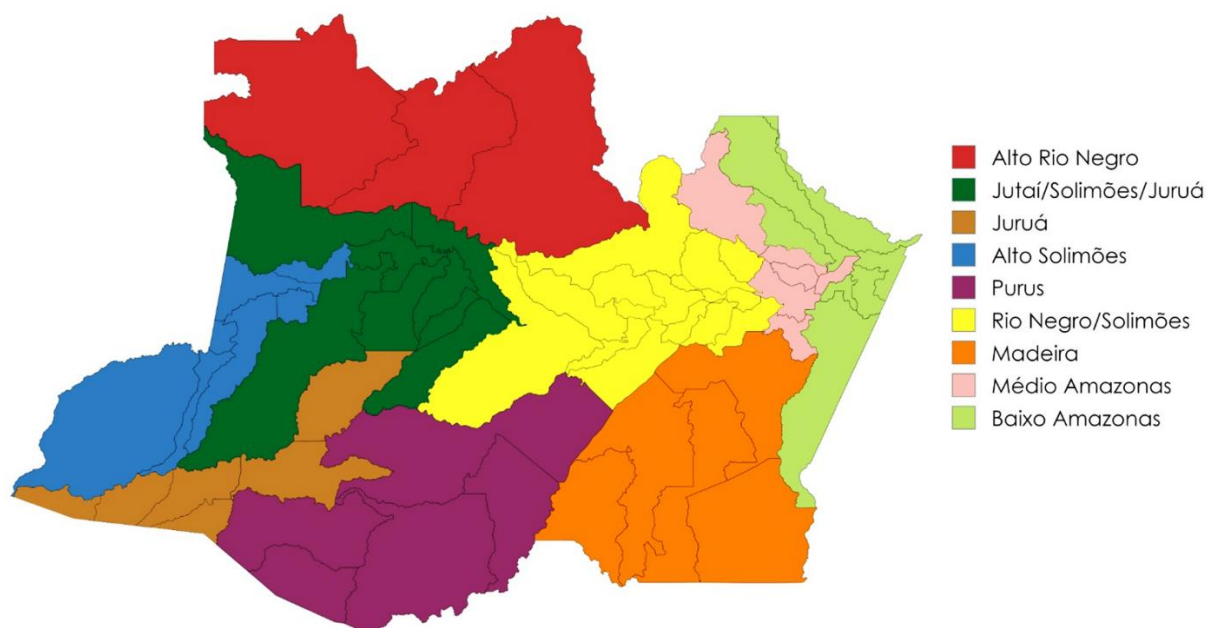


Figura 1. Divisão territorial por microrregião adotada pelo IDAM considerando a distribuição dos municípios junto às calhas dos rios

A partir dos dados obtidos junto ao IDAM, e os dados de renda per capita (PIB per capita de cada município) obtidos junto à Secretaria de Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Amazonas (SEDECTI-AM), foi construído um modelo econométrico log-log com dados absolutos estruturados em painel referente a produção de cupuaçu por microrregião do Amazonas, de 2010 a 2023, conforme a seguinte estrutura algébrica (Equação 1):

$$\ln Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln Prod_{it} + \beta_3 \ln Ren_{it} + \beta_4 \ln RendProd_{it} + \beta_5 \ln Pre_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Em que $\ln Y$ é o logaritmo natural da produção de cupuaçu; $\ln Prod$ é o logaritmo natural do nº de produtores ativos na atividade; $\ln Ren$ é o logaritmo natural da renda média per capita dos municípios; $\ln RendProd$ é o logaritmo natural do rendimento produtivo da atividade; $\ln Pre$ é o logaritmo natural do preço médio pago ao produtor; o subscrito i representa o i -ésimo produto; e t o tempo (anos) e os β são os parâmetros estimados pelo modelo de regressão econométrica.

Esse modelo teve como base a análise dos dados em sistema de painel, pois esta permite que uma mesma unidade de corte transversal (um país, um estado ou uma empresa) seja acompanhada ao longo do tempo. Dessa forma, a análise de dados em painel apresenta duas dimensões: espacial e temporal (Wooldridge, 2005; Gujarati; Porter, 2011). O modelo econométrico foi inicialmente concebido em três modelos primários através do software Gretl (Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library v. 2023): modelo pooled (modelo de Mínimos Quadrados Ordinários-MQO), o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios.

Para a escolha do modelo que melhor se ajustava aos dados e expressava o seu comportamento, realizou-se os testes de Chow, Breusch-Pagan e Hausman conforme descrito por Gujarati e Porter (2011) à 5% de significância. Foi realizada análise de

multicolinearidade através da análise dos Fatores de Inflacionamento da Variância (VIF), onde valores >10 poderiam indicar um problema de colinearidade (Wooldridge, 2005; Gujarati; Porter, 2011), e da construção da matriz de correlação entre as variáveis analisadas. A análise de heterocedasticidade foi realizada pelo teste de White à 5% de significância. Vale ressaltar que, por ser modelo log-log, os coeficientes das variáveis independentes representam a inclusão % que a produtividade irá apresentar para cada aumento de 1% na variável independente proposta (Gujarati; Porter, 2011).

Para auxiliar no entendimento da cadeia produtiva do cupuaçu no que tange a sua estruturação, fluxo de produção, territórios-chave, processo produtivo padrão utilizado e mercados-alvo (alcance comercial), como complemento, também foram consultados dados junto a relatórios técnicos de instituições como Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Amazonas (FAEA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados anuais da produção de cupuaçu no Amazonas (Tabela 1; Figura 2) evidencia uma expressiva diferenciação regional, que constitui um dos principais achados empíricos deste estudo. A produção concentrou-se fortemente nas microrregiões de Rio Negro/Solimões e Madeira, responsáveis conjuntamente por mais de 60% da produção estadual entre 2010 e 2023, configurando-se como polos estratégicos do agronegócio regional, com a microrregião do Madeira também apresentando uma participação considerável na produção de cupuaçu amazonense nos anos avaliados.

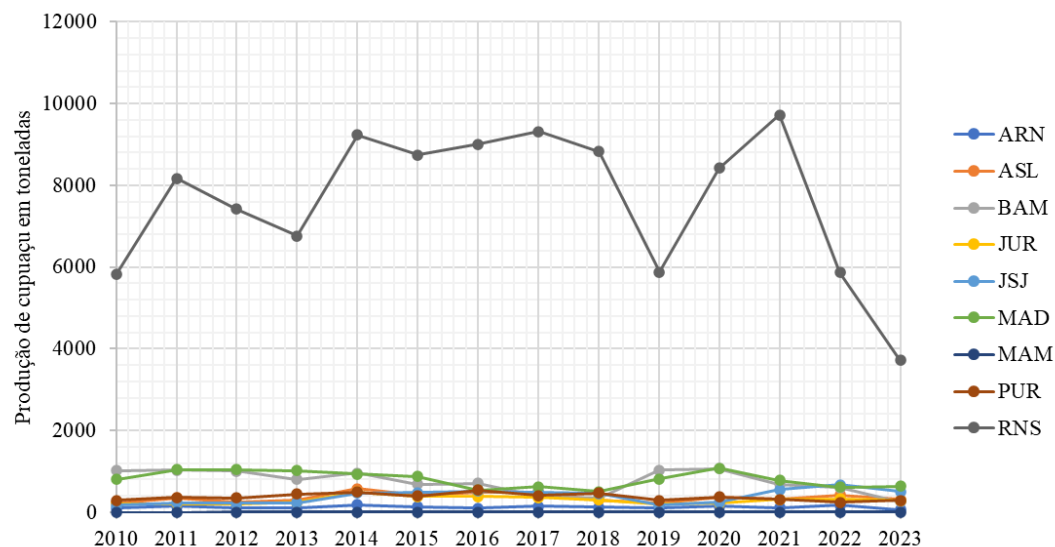
Estes resultados podem ser atribuídos a três fatores fundamentais: 1) a geolocalização estratégica dessas microrregiões, que oferece condições ambientais favoráveis, como solos férteis, elevada umidade e clima estável, o que favorece o cultivo do cupuaçu, especialmente em áreas de várzea (Lima *et al.*, 2021; Said *et al.*, 2021); 2) a proximidade com Manaus e a rede fluvial estruturada, que reduzem custos logísticos e garante melhor aquisição de insumos e escoamento da produção, além de melhor acessibilidade a assistência técnica e programas governamentais (Said *et al.*, 2021; Rosa *et al.*, 2024); 3) a tradição cultural e o conhecimento acumulado pela população local sobre o manejo do cupuaçu, transmitidos ao longo de gerações nas comunidades tradicionais, que constituem elementos fundamentais para o fortalecimento dessa cadeia produtiva nesses territórios (Rosa *et al.*, 2024).

Outro ponto a ser destacado nos resultados foi o crescimento contínuo e substancial da produção da microrregião de Juruá/Solimões/Juruá ao longo do período avaliado. De acordo com Said *et al.* (2021), o crescimento de cadeias produtivas de produtos nativos da Amazônia na última década encontra-se bastante associado a fatores como maior organização da cadeia produtiva local, fortalecimento de associações de produtores e à implementação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento agrícola em áreas antes pouco exploradas.

Tabela 1. Participação percentual de cada microrregião na produção de cupuaçu do Amazonas no período de 2010 e 2023

Microrregião	Participação percentual em cada ano													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Alto Rio Negro	1,16	1,23	1,01	1,06	1,39	1,12	0,78	1,18	1,07	1,16	1,23	0,91	1,91	1,06
Alto Solimões	2,69	3,01	2,43	2,95	4,29	3,43	3,94	4,00	2,68	2,69	3,01	2,42	4,67	5,24
Baixo Amazonas	11,84	8,97	9,46	8,13	7,18	5,64	5,81	3,19	3,10	11,84	8,97	5,38	6,73	4,13
Juruá	2,34	1,83	2,00	2,46	3,68	3,17	3,12	3,01	2,67	2,34	1,83	2,44	3,63	4,75
Jutaí/Solimões/Juruá	1,97	2,01	2,02	2,38	3,48	3,94	4,23	4,02	4,04	1,97	2,01	4,31	7,57	8,40
Madeira	9,34	9,07	9,84	10,25	7,03	7,25	4,42	5,15	4,44	9,34	9,07	6,10	6,91	10,51
Médio Amazonas	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Purus	3,33	3,12	3,30	4,50	3,67	3,30	4,39	3,37	4,11	3,33	3,12	2,50	2,78	4,73
Rio Negro/Solimões	67,31	70,74	69,92	68,25	69,26	72,13	73,29	76,06	77,87	67,31	70,74	75,92	65,78	61,15
Total (em mil toneladas)	8,65	11,55	10,61	9,91	13,33	12,13	12,30	12,24	11,33	8,73	11,90	12,80	8,91	6,09

Fonte: IDAM (2024).

**Figura 2.** Produção anual (em números absolutos) de cupuaçu nas microrregiões do Amazonas de 2010 à 2023. Legenda: ARN = Alto Rio Negro. ASL = Alto Solimões. BAM = Baixo Amazonas. JUR = Juruá. JSJ = Jutaí/Solimões/Juruá. MAD = Madeira. MAM = Médio Amazonas. PUR = Purus. RNS = Rio Negro/Solimões. Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IDAM (2024).

Por outro lado, a microrregião do Baixo Amazonas apresentou redução expressiva em sua participação na produção estadual de cupuaçu ao longo do período avaliado, refletindo limitações de infraestrutura, entraves logísticos e menor competitividade em relação às regiões mais produtivas (Garrett *et al.*, 2017; Fearnside, 2018; Said *et al.*, 2021). Conforme apontam Garrett *et al.* (2017) e Fearnside (2018), a concentração de investimentos nas cadeias produtivas localizadas em microrregiões com melhor estrutura pode ter reduzido os recursos destinados ao Baixo Amazonas, contribuindo para a diminuição de sua representatividade.

Embora originário da Amazônia, o cupuaçu mantém seu foco de cultivo no Amazonas, transicionando de um modelo rudimentar e pouco tecnificados para uma cadeia produtiva baseada em práticas agrícolas organizadas, refletindo esforços para melhorar a produtividade (Schroth *et al.*, 2001; Sousa *et al.*, 2022; Rosa *et al.*, 2024). Essa adaptação alia-se às condições ambientais locais e à busca por práticas sustentáveis, consolidando o cupuaçu como uma cultura integrada a sistemas agroflorestais (Souza *et al.*, 2019; Alves *et al.*, 2021; Rosa *et al.*, 2024). Entretanto, ao contrário de outras cadeias de produtos nativos da Amazônia que conseguiram expandir para outras regiões do Brasil e do mundo ao longo dos séculos, o cupuaçu ainda é predominantemente cultivado em seu bioma de origem para atendimento da demanda local (Lopes; Silva, 1998; Homma, 2012; Dias; Carvalho, 2017). Todavia, o mercado para esse fruto tem se mostrado promissor, atraindo a atenção de consumidores devido às desejadas propriedades do cupuaçu, como seu alto valor nutricional, potencial antioxidante e aplicação em indústrias como a alimentícia, cosmética e farmacêutica (Ferreira *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2020; Barbosa-Carvalho *et al.*, 2024).

Outro ponto a destacar é que a produção total de cupuaçu no Amazonas apresentou crescimento estável ao longo do período avaliado, mantendo-se acima dos dois dígitos em mil toneladas produzidas na maioria dos anos. Contudo, nos dois últimos anos avaliados, verificou-se uma redução significativa, atribuída principalmente aos impactos da pandemia de COVID-19, que trouxe restrições logísticas, redução da força de trabalho devido às medidas sanitárias e aumento dos custos de insumos agrícolas, decorrentes de problemas na cadeia de suprimentos globais (Diderichsen *et al.*, 2023; Dutra *et al.*, 2024; Mahmood *et al.*, 2024).

Esse cenário da cadeia do cupuaçu, com um modal que tem se direcionado mais ao cultivo e com uma produção oscilante, também afeta o número de produtores envolvidos nesta cadeia (Tabela 2) que, além de acompanhar as oscilações de produção, apresenta um número de produtores envolvidos bem expressivo, estando acima de 4000 pessoas em todos os anos avaliados. Vale ainda ressaltar que as microrregiões com maior produção, Rio Negro/Solimões e Madeira, também são aquelas que concentram o maior número de produtores.

É importante também destacar que as microrregiões de Alto Rio Negro e Juruá apresentam uma contribuição inexpressiva tanto na produção quanto no número considerável de produtores ativos na atividade. Já a microrregião do Purus, apesar de apresentarem um volume inexpressivo de produção, acabam apresentando um número considerável de produtores ativos na atividade produtiva de cupuaçu, com esse fenômeno podendo estar associado preponderantemente ao alto número desses produtores que se encontram vinculados à produção extrativista, que segundo Homma (2012), exige um

elevado volume de mão-de-obra para conseguir produzir um volume expressivo de produção, porém, ineficiente devido à baixa tecnologia utilizada nesse processo de aquisição da matéria-prima nativa.

A análise dos rendimentos produtivos da cadeia do cupuaçu (Tabela 3) demonstra uma eficiência considerável em diversas microrregiões do Amazonas, destacando-se Baixo Amazonas, Juruá e Médio Amazonas, que apresentaram rendimentos médios acima de 85% ao longo do período avaliado. Esses resultados sugerem que o modelo produtivo predominante, baseado no cultivo, tem contribuído para a estabilidade e o aumento da produtividade. A disponibilidade de pacotes tecnológicos e o manejo agrícola eficiente são fatores determinantes para essa performance (Gonçalves *et al.*, 2010; Vegro *et al.*, 2014).

Apesar da eficiência apresentada, a microrregião de Rio Negro/Solimões, maior produtora do estado, mostrou um rendimento médio de 78,88%, inferior a outras regiões menores, o que pode indicar desafios relacionados à sobrecarga de áreas cultivadas e maior pressão sobre os recursos. Por outro lado, regiões como Madeira e Purus apresentaram aumentos expressivos no rendimento produtivo nos últimos anos, refletindo possível adoção de melhores práticas e suporte técnico (Said *et al.*, 2021; Sousa *et al.*, 2022). Esses altos rendimentos registrados podem ser um atrativo para novos produtores ingressarem na cadeia, contribuindo para a expansão da produção estadual. No entanto, o crescimento sustentável depende de estratégias para diversificar os mercados, especialmente com foco em exportações, e de investimentos em infraestrutura e políticas públicas que incentivem o uso de tecnologias agrícolas mais eficientes (Dias; Carvalho, 2017; Rosa *et al.*, 2024).

Por outro lado, a cadeia produtiva do cupuaçu no Amazonas, voltada predominantemente para atender à demanda interna, enfrenta limitações em seu potencial de crescimento. Isso ocorre porque, ao alcançar um ponto em que o mercado doméstico está plenamente abastecido, o crescimento depende da criação de novas demandas para mercados externos (Varian, 2023). A baixa participação do cupuaçu amazonense em mercados externos demonstra restrição no escoamento dessa produção, gerando assim oscilações no volume produzido e na mão de obra envolvida, o que explica a variação no número de produtores nos anos avaliados (Dias; Carvalho, 2017).

Ao analisar o modelo econométrico (Tabela 4) obtido a partir dos dados da cadeia produtiva em conjunto com os dados de renda per capita em cada município presente em cada microrregião (que considerou os dados de Produto Interno Bruto (PIB) per capita) e os dados de preço médio pago ao produtor, observa-se que este modelo foi significativo no geral ($p < 0,05$), com as variáveis integrantes construindo um modelo que expressa a realidade da cadeia produtiva do cupuaçu no Amazonas.

Neste modelo, rejeitou-se a hipótese nula ($p < 0,01$) para todos os testes aplicados, indicando que o melhor modelo de dados em painel foi o de efeitos fixos. Além disso, pode-se perceber que o modelo estimado não possui heterocedasticidade identificada, e nem autocorrelação positiva ou negativa.

Tabela 2. Participação percentual dos produtores de cupuaçu de cada microrregião no total do Amazonas no período de 2010 e 2023

Microrregião	Número de produtores em cada ano													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Alto Rio Negro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,14	0,14	0,12	0,14	0,14	0,00	0,00	0,01	0,00
Alto Solimões	1,32	1,12	1,84	1,21	1,05	1,05	0,60	0,55	0,58	0,58	1,07	1,29	0,67	0,99
Baixo Amazonas	2,81	1,90	3,32	3,00	2,29	1,54	1,92	1,81	1,30	1,30	3,09	1,74	3,26	3,56
Juruá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,31	0,33	0,10
Jutaí/Solimões/Juruá	2,69	5,61	1,88	1,89	1,55	2,29	2,43	2,29	1,17	1,17	3,97	2,72	3,00	1,97
Madeira	47,27	40,83	53,26	49,95	51,09	41,53	48,38	48,89	42,25	42,25	34,33	40,29	36,01	50,17
Médio Amazonas	9,07	22,99	20,66	26,72	19,62	30,08	25,66	23,82	31,08	31,08	36,66	31,31	30,44	25,42
Purus	10,45	12,97	2,77	1,89	1,47	2,19	2,79	2,79	4,95	4,95	4,59	6,06	3,54	2,50
Rio Negro/Solimões	26,39	14,58	16,27	15,34	22,84	21,18	18,08	19,73	18,53	18,53	16,22	16,28	22,74	15,29
Total de produtores	4903	5208	4880	4891	6447	6121	5758	6112	5624	4950	5361	4781	4200	4090

Fonte: IDAM (2024).

Tabela 3. Rendimento produtivo em % da cadeia do cupuaçu em cada microrregião do Amazonas no período de 2010 e 2023

Microrregião	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Média
Alto Rio Negro	69,44	78,69	54,92	50,77	55,81	53,13	44,44	56,25	61,54	69,44	78,69	69,05	100,00	39,79	63,00
Alto Solimões	71,27	93,55	71,24	78,10	90,49	83,07	87,52	91,77	85,00	71,27	93,55	91,48	94,73	93,15	85,44
Baixo Amazonas	89,20	89,00	74,26	92,01	100,00	97,16	97,15	80,91	117,53	89,20	89,00	98,29	97,72	100,00	93,67
Juruá	94,12	86,89	86,89	103,39	100,00	93,20	96,97	91,09	87,85	94,12	86,89	82,11	66,12	96,24	90,42
Jutaí/Solimões/Juruá	66,61	82,86	88,43	72,39	95,43	94,09	97,22	95,72	98,13	66,61	82,86	93,56	93,81	94,81	87,32
Madeira	66,89	70,43	76,76	77,20	77,55	124,29	83,69	97,52	107,29	66,89	70,43	94,31	92,85	97,57	85,98
Médio Amazonas	86,80	91,51	82,77	85,01	89,29	85,63	86,69	75,73	84,60	86,80	91,51	94,05	90,18	98,61	87,80
Purus	75,79	86,96	98,87	90,65	26,69	63,90	66,88	66,24	82,49	75,79	86,96	86,49	83,73	95,90	77,67
Rio Negro/Solimões	68,07	86,76	85,95	84,12	85,83	89,26	90,61	85,73	86,50	68,07	86,76	0,00	90,91	95,76	78,88
Média	76,47	85,18	80,01	81,52	80,12	87,08	83,47	82,33	90,10	76,47	85,18	78,81	90,00	90,20	83,35

Fonte: IDAM (2024).

Tabela 4. Modelo econométrico referente a produção geral de cupuaçu no Amazonas considerando o período de 2010 a 2023

Variável	Coefficientes	Erro padrão	p-valor	VIF
Constante (β_1)	7,85081	1,39341	<0,01	-
Nº de produtores	0,58710	0,08651	<0,01	1,730
Rendimento produtivo	0,47155	0,16267	<0,01	1,170
PIB per capita/Renda	0,05010	0,15053	0,73	3,671
Preço médio pago ao produtor	-0,18847	0,09865	0,05	2,527
p-valor do modelo		<0,01		
R ²		0,96		
p-valor do Teste de Chow ¹		<0,01		
p-valor do Teste de Breusch-Pagan ²		<0,01		
p-valor do Teste de Hausman ³		<0,01		
p-valor do Teste de White ⁴		0,30		
p-valor do Teste de Durbin-Watson - positivo ⁵		0,77		
p-valor do Teste de Durbin-Watson - negativo ⁵		0,77		

¹ H₀: modelo pooled é melhor que o de efeitos fixos; ² H₀: modelo pooled é melhor que o de efeitos aleatórios; ³ H₀: modelo de efeitos aleatórios é melhor que efeitos fixos; ⁴ H₀: não há heterocedasticidade no modelo; ⁵ H₀: não há autocorrelação no modelo. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IDAM (2024) e SEDECTI-AM (2024).

Os resultados obtidos demonstram que, dentre as variáveis consideradas para a formação do modelo econométrico, o número de produtores ativos foi a que apresentou maior impacto sobre a produção de cupuaçu no Amazonas, com um coeficiente de 0,59, implicando que um aumento de 10% no número de produtores gera um crescimento de 5,9% na produção. Esse resultado reflete uma característica marcante das cadeias produtivas amazônicas, onde há uma dependência considerável de mão-de-obra devido à baixa mecanização em grande parte dos processos (Gomes, 2018), o que torna essa produção relativamente ineficiente do ponto de vista produtivo em alta escala, limitando a possibilidade de expansão da sua fronteira de produção e, consequentemente, suas possibilidades de atingir novos mercados (Varian, 2023).

Os resultados obtidos demonstram que, dentre as variáveis consideradas para a formação do modelo econométrico, o número de produtores ativos foi a que apresentou maior impacto sobre a produção de cupuaçu no Amazonas, com um coeficiente de 0,59, implicando que um aumento de 10% no número de produtores gera um crescimento de 5,9% na produção. Esse resultado reflete uma característica marcante das cadeias produtivas amazônicas, onde há uma dependência considerável de mão-de-obra devido à baixa mecanização em grande parte dos processos (Gomes, 2018), o que torna essa produção relativamente ineficiente do ponto de vista produtivo em alta escala, limitando a possibilidade de expansão da sua fronteira de produção e, consequentemente, suas possibilidades de atingir novos mercados (Varian, 2023).

Nesse contexto, o rendimento produtivo foi a segunda variável que mais impacta a produção de cupuaçu na Amazônia, com um coeficiente de 0,47, o que significa que um aumento de 10% no rendimento produtivo eleva a produção em aproximadamente 4,7%, mantendo as demais variáveis constantes. Esses dados reforçam a importância de investimentos em tecnologias agrícolas e práticas de manejo mais eficientes, capazes de melhorar a produtividade e, consequentemente, aumentar a atratividade da cadeia produtiva para novos produtores (Gonçalves *et al.*, 2010). Contudo, é essencial que esses

avanços estejam alinhados a estratégias de preservação ambiental, considerando a vulnerabilidade dos ecossistemas amazônicos e a necessidade de práticas produtivas sustentáveis (Dias; Carvalho, 2017; Willerding *et al.*, 2020).

Por outro lado, o preço médio pago ao produtor apresentou um impacto negativo e marginal na produção, com um coeficiente de -0,18. Isso sugere que aumentos no preço pago ao produtor não resultam em aumentos substanciais de produção, como é observado em outras cadeias do setor primário. Esse comportamento pode ser explicado pela baixa elasticidade da oferta de cupuaçu em curto prazo e pela predominância de pequenos produtores que enfrentam limitações estruturais e econômicas para expandir sua capacidade produtiva, mesmo com preços mais elevados (Mankiw, 2013a,b; Varian, 2023).

A renda per capita dos municípios, representada no modelo econométrico, apresentou um impacto praticamente nulo na produção, o que reflete a realidade socioeconômica do Amazonas, onde a distribuição desigual de renda e os baixos níveis de riqueza nas áreas rurais limitam o acesso dos produtores a insumos e tecnologias agrícolas (Homma, 2012; Gomes, 2018). Além disso, nas microrregiões com maior renda per capita, há uma tendência de migração da mão-de-obra para atividades com maior valor agregado, o que reduz o foco em atividades agrícolas tradicionais, como o cultivo de cupuaçu.

Os resultados apresentados na Tabela 5, que analisa as correlações entre as variáveis do modelo econométrico, corroboram e complementam as conclusões da Tabela 4, destacando os fatores mais influentes na cadeia produtiva do cupuaçu no Amazonas. A forte correlação positiva entre o número de produtores e a produção de cupuaçu (0,93) reflete a importância da mão-de-obra na sustentação da cadeia produtiva. Para alavancar esse potencial, a literatura aponta que é necessário investir na organização de cooperativas e no fortalecimento da assistência técnica aos produtores, além de buscar meios de incorporar tecnologias que reduzam a dependência exclusiva de mão-de-obra (Schroth *et al.*, 2001; Said *et al.*, 2021; Sousa *et al.*, 2022).

Tabela 5. Matriz de correlação das variáveis integrantes do modelo econométrico referente a produção geral de cupuaçu no Amazonas no período de 2010 e 2023

Produção	Produtores	Rendimento produtivo	Renda	Preço	Variáveis
1,00	0,93	0,24	0,47	0,03	Produção
	1,00	0,10	0,50	0,06	Produtores
		1,00	0,35	0,21	Rendimento produtivo
			1,00	0,70	Renda
				1,00	Preço

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IDAM (2024) e SEDECTI-AM (2024).

A moderada correlação positiva entre o rendimento produtivo e a produção (0,24) também é consistente com os resultados do modelo econométrico, confirmando o papel crucial do rendimento produtivo no aumento da eficiência da produção de cupuaçu no Amazonas. Essa relação evidencia a necessidade de adotar práticas agrícolas modernas visando maximizar a produtividade das áreas cultivadas (Hampf *et al.*, 2020; Said *et al.*, 2021). Além disso, políticas que incentivem o uso de insumos de alta qualidade e práticas sustentáveis podem ampliar os benefícios desse fator sem comprometer os ecossistemas amazônicos (Ferreira *et al.*, 2020).

Por outro lado, a correlação entre renda per capita e produção (0,47) contrasta com o impacto quase nulo dessa variável observado no modelo econométrico. Isso sugere que, embora o aumento da renda possa criar condições favoráveis para investimentos em tecnologias e insumos, sua influência sobre a produção é limitada por barreiras estruturais, como a distribuição desigual de renda e a migração da força de trabalho para atividades de maior valor agregado em regiões mais urbanizadas (Zhang; Hu, 2020). Assim, é essencial garantir que as áreas rurais tenham melhor acesso a recursos, independentemente do nível de renda local.

Já a correlação quase nula entre o preço pago ao produtor e a produção (0,03), em conjunto com o coeficiente negativo obtido no modelo, reforçam que aumentos no preço não estimulam proporcionalmente a produção. Isso pode ser atribuído à limitada elasticidade de oferta da cadeia produtiva, restrita pelas dificuldades logísticas e estruturais enfrentadas pelos pequenos produtores (Said *et al.*, 2021; Rosa *et al.*, 2024). Esse cenário reforça que o rendimento produtivo, mais do que os preços praticados, é o principal determinante da expansão da produção do cupuaçu no Amazonas.

É importante destacar aqui que a análise das relações entre o rendimento produtivo e as outras variáveis também revela insights importantes sobre a dinâmica da cadeia produtiva do cupuaçu. A correlação moderada entre rendimento produtivo e preço (0,21) indica que aumentos no rendimento não necessariamente refletem em preços ou potenciais ganhos mais elevados. Isso pode ocorrer devido à estrutura de mercado, onde a valorização do produto depende mais da qualidade e da demanda externa do que exclusivamente do volume produzido (Mankiw, 2013a,b; Varian, 2023).

A correlação moderada entre rendimento produtivo e renda (0,35) indica que melhorias na eficiência produtiva podem influenciar a capacidade econômica das comunidades produtoras, mas de forma limitada (Ferreira *et al.*, 2020; Saiki *et al.*, 2024). Esse impacto restrito reflete desafios estruturais do contexto amazônico, como o acesso desigual a recursos e a concentração de renda nas áreas urbanas, que dificultam a distribuição dos benefícios da produtividade para regiões rurais (Rosano-Peña *et al.*, 2018; Saiki *et al.*, 2024). Estratégias que ampliem o acesso a insumos e tecnologias e incentivem diretamente os produtores em áreas isoladas mostram-se assim essenciais para transformar melhorias produtivas em impactos econômicos e sociais mais sustentáveis (Rosano-Peña *et al.*, 2018; Rosano-Peña *et al.*, 2021).

Por fim, a relação entre renda e número de produtores é moderada e positiva (0,50), indicando que regiões com maior renda tendem a atrair mais produtores devido ao melhor acesso a recursos e ambiente econômico favorável. No entanto, a migração da mão-de-obra para atividades de maior valor agregado em áreas com maior PIB per capita pode reduzir o foco no cultivo de cupuaçu (Zhang *et al.*, 2020). Já a relação entre renda e preço (0,70) sugere que regiões com maior renda apresentam preços mais altos, possivelmente pela demanda por produtos de maior qualidade (Mankiw, 2013b; Varian, 2023). Contudo, limitações estruturais e a falta de elasticidade da oferta dificultam que esses preços se traduzam em ganhos significativos para os produtores, o que naturalmente indica que estratégias que integrem a valorização de preços com melhorias no acesso a mercados externos e maior eficiência produtiva são fundamentais para fortalecer a cadeia do cupuaçu no Amazonas (Mankiw, 2013a,b).

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo revelam que a produção de cupuaçu no Amazonas apresenta forte concentração nas microrregiões de Rio Negro/Solimões e Madeira, responsáveis conjuntamente por mais de 60% da produção estadual entre 2010 e 2023. Esse predomínio está associado às condições ambientais favoráveis, à proximidade logística com Manaus e à presença de políticas públicas de incentivo que consolidaram essas áreas como polos produtivos estratégicos. Observou-se, contudo, o crescimento expressivo da microrregião de Jutai/Solimões/Juruá, reflexo do fortalecimento institucional, da maior organização de produtores e da adoção de políticas regionais específicas voltadas à agricultura familiar e à bioeconomia amazônica. Em contrapartida, o declínio da produção no Baixo Amazonas evidencia limitações logísticas, gargalos de infraestrutura e menor competitividade frente às microrregiões de maior dinamismo produtivo.

A análise econométrica confirmou a relevância do número de produtores e do rendimento produtivo como os principais fatores que impulsionam a produção estadual, indicando a dependência da cadeia produtiva em relação à mão de obra e ao aprimoramento técnico no campo. Por outro lado, o preço médio pago ao produtor mostrou impacto negativo e a renda per capita apresentou influência insignificante, demonstrando que o desempenho da cadeia ainda é condicionado por fatores estruturais e não apenas de mercado.

Esses achados reforçam a importância econômica e social da cadeia produtiva do cupuaçu no Amazonas, que representa uma fonte de renda essencial para milhares de famílias rurais e um vetor de desenvolvimento regional vinculado à bioeconomia amazônica. Entretanto, a baixa elasticidade da oferta e os desafios de eficiência produtiva indicam a necessidade de políticas públicas integradas que promovam inovação tecnológica, acesso a mercados e melhoria da infraestrutura logística. O fortalecimento dessas dimensões é fundamental para transformar o potencial produtivo do cupuaçu em ganhos sustentáveis de competitividade e inclusão socioeconômica.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. M.; FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O. Aspectos socioeconômicos do cupuaçuzeiro na Amazônia: do extrativismo a domesticação. *In*: SANTANA, A.C. **Mercado, cadeias produtivas e desenvolvimento rural na Amazônia**. 1. Ed. Belém, PA: UFRA, p. 197-223, 2014.
- ALVES, R. M.; CHAVES, S. F. S.; ALVES, R. S.; SANTOS, T. G.; ARAÚJO, D. G.; RESENDE, M. D. V. Cupuaçu tree genotype selection for an agroforestry system environment in the Amazon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, e02139, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02139>.
- BARBALHO, G. N.; MATOS, B. N.; SILVA BRITO, G. F.; CUNHA MIRANDA, T.; ALENCAR-SILVA, T.; SODRÉ, F.F.; GELFUSO, G. M.; CUNHA-FILHO, M.; CARVALHO, J.

L.; SILVA, J. K. D. R.; GRATIERI, T. Skin regenerative potential of cupuaçu seed extract (*Theobroma grandiflorum*), a native fruit from the Amazon: development of a topical formulation based on chitosan-coated nanocapsules. **Pharmaceutics**, v. 14, p. 207, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14010207>.

BARBOSA-CARVALHO, A. P. P.; SILVA PENA, R.; CHISTÉ, R. C. Oven-Dried cupuaçu and bacuri fruit pulps as Amazonian food resources. **Resources**, v. 13, p. 153, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources13110153>.

BEZERRA, J. A.; CORRÊA, R. F.; SANCHES, E. A.; LAMARÃO, C. V.; STRINGHETA, P. C.; MARTINS, E.; CAMPELO, P. H. “Cupuaçu” (*Theobroma grandiflorum*): A brief review on chemical and technological potential of this Amazonian fruit. **Food Chemistry Advances**, v. 5, p. 100747, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100747>.

CABRAL, M. V. A.; BITENCOURT, E. B.; CARIPUNA, L. A.; COSTA, R. A. S.; LEAL, M. V. S.; SOUSA, A. M.; AVELAR, M. C.; DIAS, M. C.; ARAÚJO, J. A. C. O desenvolvimento da bioeconomia no estado do Pará: potencialidades, desafios e perspectivas. **REASE-Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação**, v. 9, n. 11, p. 4211-4224, 2023. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v9i11.12713>.

CLEMENT, C. R.; LLERAS, P. E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais do Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociências**, v. 9, n. 1/2, p. 67-71, 2005.

CLEMENT, C. R.; DE CRISTO-ARAÚJO, M.; COPPENS D’EECKENBRUGGE, G.; ALVES PEREIRA, A.; PICANÇO-RODRIGUES, D. Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. **Diversity**, v. 2, p. 72-106, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3390/d2010072>.

COLLI-SILVA, M.; RICHARDSON, J. E.; NEVES, E. G.; WATLING, J.; FIGUEIRA, A.; PIRANI, J. R. Domestication of the Amazonian fruit tree cupuaçu may have stretched over the past 8000 years. **Communications, Earth & Environment**, n. 4, v. 1, p. 401. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01066-z>.

DIAS, R. F.; de CARVALHO, C. A. A. Bioeconomia no Brasil e no mundo: panorama atual e perspectivas. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 410-430, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170023>.

DIDERICHSEN, F.; FRIEDRICH, K.; SILVA GIRALDO, L. A. Agribusiness and the COVID-19 syndemic: The unsustainable pathways. **Scandinavian Journal of Public Health**, v. 51, n. 5, p. 822-828, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1177/14034948231168175>.

DUTRA, A. S. S.; PASSOS, C. R. S.; GOMES FILHO, T. A.; NASCIMENTO, W. C.; MELLER, G. S.; MARQUES, F. R. V.; SOUSA JUNIOR, F. S.; GURGEL, G. P.; LUCENA, R. O.; SANTOS, P. H. S. COVID-19 Pandemic and Impacts on the Environment in Brazil. **Revista de Gestão Socioambiental - RGSA**, v. 18, n. 4, e07045, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n4-102>.

FERREIRA, M. D. G. R.; SOUSA, N. R.; FERRO FRAZÃO, J. M.; PEREIRA, E. D. Mapping and characterization of cupuaçu occurrence areas in communities of familiar farmers in the municipality of Anajatuba, Maranhão state, Brazil. **Journal of Geospatial Modelling**, v. 2, n. 4, p. 26-35, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22615/2526-1746-jgm-2.4-7962>.

FERREIRA, G. T. C.; MARCOVITCH, J.; QUEIROZ, M. J. Understanding the constraints on success in Brazilian Amazon production chains. **Global Journal of Flexible Systems Management**, v. 21, n. Suppl. 1, p. 95-104, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40171-020-00245-7>.

FREITAS, A. M. P.; CORCIOLI, G.; CRUZ, F.T. Retrato das agroindústrias e dos programas governamentais de apoio à agroindústria familiar no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 20, n. 2, p. 1-21, 2023. <https://doi.org/10.25070/rea.v20i2.14055>.

GARRETT, R. D.; GARDNER, T. A.; FONSECA, T.; MARCHAND, S.; BARLOW, J.; EZZINE DE BLAS, D.; FERREIRA, J.; LEES, A. C.; PARRY, L. Explaining the persistence of low income and environmentally degrading land uses in the Brazilian Amazon. **Ecology and Society**, v. 22, n. 3, p. 27, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-09364-220327>.

GOMES, C. V. A. Ciclos econômicos do extrativismo na Amazônia na visão dos viajantes naturalistas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 13, n. 1, p. 129-146, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981.81222018000100007>.

GONÇALVES, M. F.; CARNEIRO, W. M. A.; SENA, J. V. C. A cadeia produtiva do cacau na Bahia: uma análise à luz da nova economia institucional. **Revista Fortaleza**, v. 2, n. 2, p. 55-68, 2010.

GUIMARÃES, P. V. P.; DURIGAN, M. F. B. Crescimento e desenvolvimento de frutos de cupuaçuzeiros em sistemas agroflorestais no estado de Roraima, Brasil. **Ambiente (Boa Vista)**, v. 1, p. 278-294, 2018.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2011.

HAMPF, A.; STELLA, T.; BERG-MOHNICKE, M.; KAWOHL, T.; KILIAN, M.; NENDEL, C. Future yields of double-cropping systems in the Southern Amazon, Brazil, under climate change and technological development. **Agricultural Systems**, v. 177, 102707, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102707>.

HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 167-186, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100012>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2019.

LIMA, A. F. L.; CAMPOS, M. C. C.; MARTINS, T. S.; BRITO FILHO, E. G.; CUNHA, J. M.; SOUZA, F. G.; SANTOS, E. A. N. Soil attributes and root distribution in areas under forest conversion to cultivated environments in south Amazonas, Brazil. **Bragantia**, v. 80, p. e4121, 2021. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210106>.

LOPES, C. M. D.; SILVA, N. M. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *Conotrachelus humeropictus* Field (Coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, p. 481-483, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0301-80591998000300019>.

LOPES, A. S.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; AMAYA-FARFÁN, J. Qualidade nutricional das proteínas de cupuaçu e de cacau. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 28, n. 2, p. 263-268, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000200001>.

MAHMOOD, H.; FURQAN, M.; MERAJ, G.; SHAHID HASSAN, M. The effects of COVID-19 on agriculture supply chain, food security, and environment: a review. **PeerJ**, v. 12, p. e17281, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.17281>.

MANKIW, N. G. **Introdução à economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013a.

MANKIW, N. G. **Princípios de microeconomia**. Tradução: Allan Vidigal Hastings, Elisete Paes e Lima. São Paulo: Cengage Learning, 2013b.

MELO, F. S.; OKANEKU, B. M.; PEREIRA CARDOSO, D. N.; RODRIGUES, E. C.; SANTOS, W. G. Avaliação das características físico-químicas de polpa e concentrado de cupuaçu (*Theobroma grandiflorumschum*) da região Amazônica. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 10462-10472, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-712>.

ROSA, J. S.; OLIVEIRA MOREIRA, P. I.; CARVALHO, A. V.; FREITAS-SILVA, O. Cupuassu Fruit, a non-timber forest product in sustainable bioeconomy of the Amazon—a mini review. **Processes**, v. 12, p. 1353, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr12071353>.

ROSANO-PEÑA, C.; SERRANO, A.; BRITTO, P.; FRANCO, V.; GUARNIERI, P.; THOMÉ, K. Environmental preservation costs and eco-efficiency in Amazonian agriculture: application of hyperbolic distance functions. **Journal of Cleaner Production**, v. 197, n. 1, p. 699-707, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.06.227>.

ROSANO-PEÑA, C.; TEIXEIRA, J. R.; KIMURA, H. Eco-efficiency in Brazilian Amazonian agriculture: opportunity costs of degradation and protection of the environment. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 62378–62389, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14867-6>.

SAID, M.; RIVAS, A.; OLIVEIRA, L. Cupuassu plant management and the market situation of Itacoatiara, Manacapuru and Presidente Figueiredo counties, Amazonas State, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e15110313109, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/RSD-V10I3.13109>.

SCHROTH, G.; ELIAS, M.; MACÊDO, J.; D'ANGELO, S.; LIEBEREI, R. Growth, yields and mineral nutrition of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) in two multi-strata agroforestry systems on a ferralitic amazonian upland soil at four fertilization levels. **Journal of Applied Botany**, v. 75, p. 67-74, 2001.

SILVA, C. V. A.; SALIMO, Z. M.; SOUZA, T. A.; REYES, D. E.; BASSICHETO, M. C.; MEDEIROS, L. S.; SARTIM, M. A.; CARVALHO, J. C.; GONÇALVES, J. F. C.; MONTEIRO, W. M.; TAVARES, J. F.; MELO, G. C.; SILVA, F. M. A.; BATAGLION, G. A.; KOOLEN, H. H. F. Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*): a multifunctional Amazonian fruit with extensive benefits. **Food Research International**, v. 192, p. 114729, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114729>.

SOUSA, M. S.; PLUTA, R.A.; ALMEIDA, K. F.; SACKSER, G.A.B.; KIAHARA, L.H.; ADAM, F.A.; CARVALHO, J.A.R.; SOUSA, R.L. Cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum*) culture: main pests of economic damage. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 44, n. 5, p. 33-39, 2022. DOI: <https://doi.org/10.9734/jeai/2022/v44i530820>.

SOUZA, F. G.; CAMPOS, M. C. C.; BRITO FILHO, E. G.; CUNHA, J. M.; LIMA, A. F. L.; SALES, M. C. G.; SANTOS, L. A. C. Physical attributes of soil under Amazon forest conversion for different crop systems in southern Amazonas, Brazil. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 99, n. 4, p. 563-574, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjss-2019-0070>.

SOUZA, J. M. L.; ROCHA, J. M.; CARTAXO, C. B. C.; VASCONCELOS, M. A. M.; ÁLVARES, V. S.; NASCIMENTO, M. M.; YOMURA, R. T. B.; KAEFER, S. Monitoring and optimization of cupuaçu seed fermentation, drying and storage processes. **Microorganisms**, v. 8, p. 1314, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091314>.

VARIAN, H. R. **Microeconomia**: Uma abordagem moderna. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

VEGRO, C. L. R.; ASSUMPÇÃO, R.; SILVA, J. R. Aspectos socioeconômicos da cadeia de produção da amêndoa do cacau no eixo paraense da Transamazônica. **Informações Econômicas**, v. 44, n. 4, p. 57-72, 2014.

WILLERDING, A. L.; SILVA, L. R. D.; SILVA, R. P. D.; ASSIS, G. M. O. D.; PAULA, E. V. C. M. D. Estratégias para o desenvolvimento da bioeconomia no estado do Amazonas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 98, p. 145-166, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3498.010>.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria**: uma abordagem moderna. São Paulo: Thomson Learning, 2005.

ZHANG, C.; HU, R. Does fertilizer use intensity respond to the urban-rural income gap? Evidence from a dynamic panel-data analysis in China. **Sustainability**, v. 12, p. 430, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12010430>.

ZHANG, H.; ZHANG, Y.; WU, S.; CAI, R. The Effect of Labor Migration on Farmers' Cultivated Land Quality Protection. **Sustainability**, v. 12, p. 2953, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072953>.