

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais

Jacqueson Azevedo de Souza

**O SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE POLINIZAÇÃO E O EXTRATIVISMO DE
FRUTOS NO NORTE DE MINAS GERAIS E VALE DO JEQUITINHONHA**

Montes Claros
2024

Jacqueson Azevedo de Souza

O SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE POLINIZAÇÃO E O EXTRATIVISMO DE FRUTOS NO NORTE DE MINAS GERAIS E VALE DO JEQUITINHONHA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientadora: Rúbia Santos Fonseca

Montes Claros
2024

Souza, Jacqueson Azevedo de

S729o
2024

O serviço ecossistêmico de polinização e o extrativismo de frutos no norte de Minas e Vale do Jequitinhonha [manuscrito]/ Jacqueson Azevedo de Souza. Montes Claros, 2024.

32 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Ciências Florestais. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientadora: Rúbia Santos Fonseca

Banca examinadora: Fausto Makishi, Mário Marcos do Espírito Santo.

Inclui referências: f. 26-33.

1. Plantas dos cerrados -- Teses. 2. Sistema IBGE de Recuperação Automática -- Teses. 3. Pequi -- Teses. 4. Biodiversidade -- Teses. 5. Ecologia -- Aspectos econômicos -- Teses. I. Fonseca, Rubia Santos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 338.43

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO


Aos 23 dias do mês de abril do ano de dois mil e vinte e quatro, às 8:30 horas, sob a Presidência da Professora Rubia Santos Fonseca, D. Sc. (Orientadora – UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Fausto Makishi, D. Sc. (UFMG/ICA) e Mário Marcos do Espírito Santo, D. Sc. (Unimontes), reuniu-se, presencialmente, a Banca de Defesa de Dissertação de **Jacqueson Azevedo de Souza**, aluno do Curso de Mestrado em Ciências Florestais. Após a avaliação do referido aluno, a Banca Examinadora procedeu à publicação do resultado da defesa da Dissertação intitulada: "O Serviço Ecológico de polinização e o extrativismo de frutas no Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha",

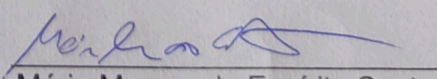
sendo o aluno considerado (aprovado(a)/reprovado(a)) Aprovado. E, para constar, eu, Professora Rubia Santos Fonseca, Presidente da Banca, lavrei a presente ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

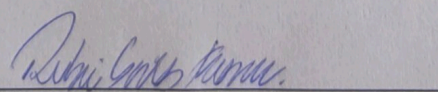
OBS.: O aluno somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 74 do regulamento do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, conforme apresentado a seguir:

Art. 74 – Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do colegiado do Curso, com a anuência do orientador, no mínimo 3 (três) exemplares impressos e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação, no prazo de 60 (sessenta) dias.

Montes Claros, 23 de abril de 2024.


Fausto Makishi
Membro


Mário Marcos do Espírito Santo
Membro


Rubia Santos Fonseca
Orientadora

RESUMO

Serviços ecossistêmicos são processos pelos quais o meio ambiente promove, sustenta e realiza a vida humana. A polinização é considerada um serviço ecossistêmico que garante o fornecimento de frutos, sementes, mel, entre outros. Objetivou-se elucidar a influência do extrativismo de frutos nativos junto à economia do Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha, bem como caracterizar a contribuição dos serviços ecossistêmicos de polinização na produção e rentabilidade. Foram obtidos os dados produtividade e rentabilidade das safras de mangaba, pequi e umbu de 2016 a 2021 para todos os municípios das mesorregiões avaliadas. Os dados foram retirados do banco de dados do IBGE sobre PEVS (Produção da Extração Vegetal), acessado por meio do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática). O serviço ecossistêmico de polinização foi obtido pela multiplicação da produção e rentabilidade financeira de cada espécie pela razão de dependência do polinizador (RD). Variáveis representantes do rendimento financeiro do extrativismo (PEVS, três frutos e pequi), o serviço ecossistêmico de polinização, a cobertura vegetal e índices socioeconômicos, foram correlacionados com o uso do teste de Spearman (R). A produção em toneladas dos três frutos foi 32,9 maior na mesorregião do Norte de Minas Gerais (134.967 ton.) em relação ao Vale do Jequitinhonha (4093 ton.). O rendimento monetário durante o mesmo período foi 37 vezes maior no Norte de Minas Gerais (R\$ 92.555,00 x1000) em relação ao Vale do Jequitinhonha (R\$ 2.474,00 x1000). O valor monetário proveniente dos três frutos foi responsável por 50,17% (R\$ 92.555,00 x 1000) do PEVS do Norte de Minas Gerais, o remanescente é atribuído a carvão vegetal, lenha, madeira e oleaginosos. No Vale do Jequitinhonha o rendimento dos três frutos corresponde a 10% do PEVS (R\$ 2.474,00 x 1000). Nesta região, o carvão e a lenha de origem nativa representam a maior proporção do PEVS. O pequi foi o principal produto extrativista do norte de Minas Gerais e fruto extraído no Vale do Jequitinhonha em todos os anos analisados. O serviço ecossistêmico de polinização foi responsável por 80% de toda produção (106.689 ton.) durante o período analisado (2016 a 2021). Foram registradas correlações positivas e significativas entre o PIB (Produto Interno Bruto), o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) e a cobertura vegetal com variáveis do extrativismo; também foram registradas fortes correlações das variáveis do extrativismo entre si e com o serviço ecossistêmico de polinização. Mesmo analisando apenas três frutos nativos, os resultados demonstraram importante contribuição do serviço ecossistêmico de polinização na renda das comunidades e povos tradicionais que dependem da cadeia extrativista. Os municípios mais dependentes do serviço ecossistêmico de polinização na composição do PEVS na região Norte de Minas Gerais foram Espinosa, Gameleiras, Guaraciama, Josenópolis, Mamonas, Monte Azul, Mato Verde, Padre Carvalho, Ponto Chique e Vargem Grande do Rio Pardo. No Vale do Jequitinhonha, foram Jenipapo de Minas, Araçuaí, Gouveia e Presidente Kubitschek. Esses municípios são os mais vulneráveis à perda dos polinizadores. De forma geral, o serviço ecossistêmico de polinização contribuiu significativamente para a produção dos PEVS nos municípios, viabilizando a cadeia extrativista e a conservação de áreas nativas e da biodiversidade associada.

Palavras-chave: PEVS; SIDRA; pequi; biodiversidade; bioeconomia.

ABSTRACT

Ecosystem services are essentially the ways in which nature supports and sustains human life. In the case of pollination, it is a crucial ecosystem service that ensures we have fruits, seeds, honey, and so forth. Our goal was to explore how the extraction of native fruits impacts the economy of Northern Minas Gerais and the Vale do Jequitinhonha, and to outline the role of pollination ecosystem services in production and profitability. We gathered data on the productivity and profitability of mangaba, pequi, and umbu crops from 2016 to 2021 across all municipalities in the evaluated regions. This data came from the IBGE database on Vegetal Extraction Production (PEVS), accessed through the IBGE Automatic Recovery System (SIDRA). To evaluate the contribution of pollination services, we multiplied the production and financial returns of each species by the pollinator dependency ratio (RD). Our analysis revealed that the production of the three fruits was 32.9 times higher in Northern Minas Gerais (134,967 tons) than in Vale do Jequitinhonha (4,093 tons). Similarly, monetary returns were 37 times higher in Northern Minas Gerais (R\$ 92,555,000 x1000) than in Vale do Jequitinhonha (R\$ 2,474,000x1000). In fact, revenue from the three fruits accounted for significant 50.17% (R\$ 92.555,000 x1000) of the PEVS in Northern Minas Gerais, with the remainder attributed to charcoal, firewood, wood, and oilseeds. Contrastingly, in Vale do Jequitinhonha, the yield of the three fruits only made up 10% of the PEVS (R\$ 2.474,000 x 1000), with charcoal and firewood of native origin dominating the scene. Pequi stood out as the most significant extractive product in Northern Minas Gerais, while also being the primary fruit extracted in Vale do Jequitinhonha throughout the study period. Notably, pollination services accounted for 80% of the total production (106,689 tons) during the study period (2016–2021). Additionally, we observed significant positive correlations between GDP, HDI, vegetation cover, extraction variables, and pollination services. These findings underscore the vital role of pollination services in sustaining the income of communities and traditional populations reliant on the extraction industry. Moreover, we identified the municipalities that may be most dependent on pollination ecosystem services for their PEVS composition. In Northern Minas Gerais, these include Espinosa, Gameleiras, Guaraciama, Josenópolis, Mamonas, Monte Azul, Mato Verde, Padre Carvalho, Ponto Chique, and Vargem Grande do Rio Pardo. Meanwhile, in the Vale do Jequitinhonha, they were Jenipapo de Minas, Araçuaí, Gouveia, and Presidente Kubitschek. These areas are particularly vulnerable to the loss of pollinators. Overall, pollination services prove to be a critical factor in driving PEVS production across municipalities, supporting the extraction industry and contributing to the conservation of native areas and their associated biodiversity.

Keywords: PEVS; SIDRA; pequi; biodiversity; bioeconomy.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	7
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	9
2.1.	Área de estudo	9
2.2.	Extrativismo, valoração dos frutos e aspectos socioeconômicos.....	10
2.3.	Espécies avaliadas e dependência do polinizador.....	10
2.4.	Valoração do serviço ecossistêmico de polinização	12
2.5.	Relação do extrativismo com variáveis ambientais e socioeconômicas.....	12
3.	RESULTADOS	12
3.1.	Produção do Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha	12
3.2.	Serviço ecossistêmico de polinização.....	17
3.3.	Relação do extrativismo com variáveis ambientais e socioeconômicas	20
4.	DISCUSSÃO.....	21
5.	CONCLUSÕES.....	24
	REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos são processos pelos quais o meio ambiente promove e sustenta a vida humana, provendo diversos benefícios (Braat e De Groot, 2012; Costanza *et al.*, 1997; Ricketts, 2004). Esses benefícios são significativos e mensuráveis (Kremen *et al.*, 2004). Estudos demonstram o grande impacto desses serviços e da conservação ambiental na economia mundial (Costanza *et al.*, 1997; Reader *et al.*, 2022; Reader *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2020); estes associados a processos como purificação da água, controle e regulação de enchentes, recreação, polinização de culturas e outros recursos gerados com a biodiversidade (Brockerhoff *et al.*, 2017; Ricketts, 2004).

Apesar da importância fundamental dos serviços ecossistêmicos para a vida humana e o bem-estar social, estimar seu valor econômico é ainda um desafio. No entanto, todas as aproximações mostram grande impacto desses serviços na economia (Costanza *et al.*, 1997), principalmente associado à produção de alimentos. Para o serviço de polinização, Costanza *et al.* (1997) apontaram um montante de US\$ 70 bilhões/ano; posteriormente, Gallai *et al.* (2009) propuseram cerca de US\$153 bilhões. Esse valor foi aperfeiçoado no Relatório de Avaliação sobre Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da IPBES, que sugerem o montante financeiro gerado anualmente pelos serviços ecossistêmicos de polinização esteja entre US\$ 235 bilhões e US\$ 577 bilhões/ano (Potts *et al.*, 2016).

O Brasil abriga a maior diversidade vegetal do planeta (Forzza *et al.*, 2010). Esse ativo é fonte potencial de alimentos, medicamentos e novos produtos (Ribeiro *et al.*, 2024; Valli *et al.*, 2018). O extrativismo vegetal é uma prática tradicional em comunidades rurais brasileiras, principalmente em regiões com maior vulnerabilidade social, em que o extrativismo provém ou complementa a renda anual, além de contribuir para a soberania alimentar das famílias (Brasil, 2006; Avocevou-Ayiso *et al.*, 2009; Santos e Gomes, 2009; Medeiros, 2011; Travassos e Souza, 2014; Melo, 2017; Martins *et al.*, 2018). Por isso, é essencial o entendimento do papel econômico e os benéficos provenientes dos serviços ecossistêmicos de polinização, para o planejamento de uma produção sustentável de alimentos, sendo indispensável à compreensão da interação animal-planta e as implicações do declínio progressivo de insetos polinizadores na produção de alimentos (Abson e Termansen, 2011).

A polinização é o processo de transferência de grãos de pólen das flores entre órgãos masculinos e femininos das mesmas, resultando na formação de frutos e sementes (Wolowski *et al.*, 2019). A polinização, realizada predominantemente por insetos, é de suma importância

para a produção de alimentos em todo o planeta, principalmente para aquelas culturas que são dependentes desse serviço. Segundo Wolowski *et al.* (2019) a polinização é considerada um serviço ecossistêmico regulatório, de provisão e cultural. Além disso, sua interação ecológica provém diversos benefícios às pessoas, tais como a manutenção e possibilidade de variação genética de diversos grupos de plantas nativas, da biodiversidade e funções ecossistêmicas (serviço ecossistêmico regulatório). Desse modo, é garantindo o fornecimento íntegro e variado de frutos, sementes, mel, entre outros (serviço ecossistêmico de provisão) e a promoção de valores culturais relacionados ao conhecimento tradicional (serviço ecossistêmico cultural) (Costanza *et al.*, 1997).

Nos ambientes tropicais, cerca de 94% das plantas dependem de animais para a polinização e para a produção de frutos e sementes (Ollerton *et al.*, 2011). Estudos com espécies nativas e cultivadas, incluindo espécies que se autopolinizam, demonstraram a influência positiva da atuação de polinizadores na produtividade, tamanhos dos frutos, aroma e composição nutritiva (Bommarco *et al.*, 2012; Borges *et al.*, 2020; Garratt *et al.*, 2014; Giannini *et al.*, 2015; Junqueira e Augusto, 2017; Klatt *et al.*, 2014; Novais *et al.* 2016). Como exemplo, está a cadeia produtiva do açaí, na qual cerca de 65% da produção é atribuída à atuação dos polinizadores (Campbell *et al.*, 2018). Estima-se que os serviços ecossistêmicos de polinização sejam responsáveis por cerca de 35% da produção mundial e por 40% do provimento de nutrientes que a humanidade precisa (Porto *et al.*, 2021). No Brasil, calcula-se que a polinização relacionada à produção agrícola tem um valor anual de US\$ 12 bilhões (Giannini *et al.*, 2015b), valores provavelmente subestimados em função dos muitos frutos e sementes comercializados apenas localmente em mercados informais.

Entre os recursos vegetais explorados, estão os produtos florestais não madeireiros (PFNM), que incluem folhas, resinas, látex, raízes, cascas, flores e, principalmente, frutos e sementes (Stanley *et al.*, 2012). O extrativismo dos PFNM proporciona maior sustentabilidade à atividade, por explorar recursos que não alteram diretamente a estrutura e o funcionamento das áreas nativas (Lawrence, 2003; Stanley *et al.*, 2012), promovendo a manutenção dessas áreas (Arnold e Ruiz-Perez, 2001; Panayatou e Ashton, 1992) por meio da geração de renda aliada à conservação ambiental. No Brasil, a comercialização de PFNM gerou cerca de US\$ 365 milhões em 2020 (Afonso, 2022). Desse montante, mais de 50% são relativos à comercialização de frutos e sementes, destacando-se as cadeias do açaí, castanha-do-brasil, babaçu e pequi (Afonso, 2022).

A porção norte do estado de Minas Gerais é caracterizada por uma zona ecotonal, onde ocorre o encontro dos domínios do Cerrado, da Mata Atlântica e da Caatinga (Arruda *et*

al., 2013; Ab'Saber, 2003), com predomínio de formações de cerrado *sensu stricto* e floresta estacional decidual. Nas mesorregiões Norte e Vale do Jequitinhonha estão os municípios com os menores valores de IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) e de renda *per capita* do estado de Minas Gerais (Caon *et al.*, 2012; Pinto; Costa; Marques, 2013; Rodrigues *et al.*, 2020), nos quais muitas comunidades dependem do extrativismo para a sobrevivência, destacando-se as cadeias produtivas de frutos nativos (Afonso, 2012; De Oliveira; Silva; Makishi, 2019; Ribeiro, 2014; Fonseca; Dos Santos; de Almeida, 2017). Nesse contexto, compreender a importância econômica do extrativismo de frutos e a influência dos serviços de polinização na produção desses recursos alimentares é essencial para o planejamento da exploração sustentável e proposição de políticas para conservação das nativas a longo prazo. Diante disso, objetiva-se determinar a influência dos serviços ecossistêmicos de polinização na produção de frutíferas nativas, avaliando qual o impacto para a economia do Norte de Minas Gerais e do Vale do Jequitinhonha.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estado de Minas Gerais é dividido em doze mesorregiões e 66 microrregiões (IBGE, 2022), na porção norte estão as mesorregiões Norte e Vale do Jequitinhonha, representando 30% da área e 11% da população do estado. O Norte de Minas Gerais é a maior mesorregião do estado em extensão territorial, apresentando uma área de 126.117 km², composta por sete microrregiões e 89 municípios, com população de, aproximadamente, 1.640.801 habitantes e densidade populacional de 13,0 hab/km² (IBGE, 2022). O Vale do Jequitinhonha tem extensão de 49.316 km², composto por cinco microrregiões e 51 municípios, com população de 664.034 habitantes e densidade populacional de 13,4 hab/km² (IBGE, 2022). A maior parte dos municípios das regiões Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha tem índices de desenvolvimento humano abaixo dos 0,650 (IBGE, 2010). Ambas as mesorregiões estão incluídas na área da SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste), em função dos longos períodos de estiagem e menores índices de desenvolvimento social (Brasil, 1998; Cavalcante e Feitosa, 2019).

Em relação ao clima, na região Norte de Minas Gerais, conforme a classificação de Köppen, predomina o tipo AW-tropical quente, que é caracterizado por inverno seco e verão chuvoso. Por sua vez, o clima tipo BSH-semiárido quente, caracterizado por escassez de

chuvas e grande irregularidade em sua distribuição, é registrado no município de Espinosa, já na divisa com o estado da Bahia (Arruda *et al.* 2013; Antunes, 1994). O Vale do Jequitinhonha apresenta cinco classes climáticas, isto é, AW- tropical quente, AM-tropical úmido ou subúmido, BSH- semi-árido quente, Cwa – clima temperado úmido e Cwb – temperado úmido seco. A classe climática AW é a que possui maior representatividade nessa mesorregião (Sá Júnior, 2009).

As mesorregiões Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha compõem uma área de tensão ecológica, com formações vegetais típicas dos domínios do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, além de vegetações transicionais. Nessa região, predominam as formações cerrado *sensu stricto* e floresta estacional decidual (Arruda *et al.* 2013; Ab’Saber, 2003; IBGE, 2004).

2.2. Extrativismo, valoração dos frutos e aspectos socioeconômicos

Para a obtenção das informações de produção anual dos frutos nativos, foram analisados os valores das safras (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS) de 2016 a 2021 para as microrregiões Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha. Foram pormenorizados os dados dos frutos nativos disponíveis: mangaba, pequi e umbu. Além disso, foram usadas informações obtidas do banco de dados do IBGE sobre PEVS, acessado com o uso do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática). Essas informações geraram o padrão de produção de mangaba, pequi e umbu de cada município, microrregião e mesorregião de 2016 a 2021.

Os dados do PIB (Produto Interno Bruto) foram obtidos do IBGE (2020) e o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), do IBGE (2010). A cobertura vegetal de cada município foi obtida junto ao MapBiomas Brasil (MAPBIOMAS, 2024).

2.3. Espécies avaliadas e dependência do polinizador

Para a determinação da razão de dependência do polinizador (RD) foram realizados levantamentos de literatura sobre o sistema reprodutivo das espécies com dados disponíveis no SIDRA. A taxa de dependência do polinizador foi calculada pela relação entre o número de frutos formados espontaneamente (na ausência do polinizador) e o número de frutos

formados com a ação dos polinizadores. A razão de dependência equivale à proporção relativa à atividade do polinizador no quantitativo final de frutos.

O pequizeiro, *Caryocar brasiliense* Cambess. (Gribel e Hay, 1993), é uma árvore que apresenta flores grandes, alvas, hermafroditas, de antese noturna e polinização por morcegos (Gribel e Hay, 1993). Em relação ao sistema reprodutivo, foram encontrados os estudos desenvolvidos por Gribel e Hay (1993) no Distrito Federal e por Roque *et al.* (2023) no município de Januária, Norte de Minas Gerais. Em função da pesquisa realizada por Roque *et al.* (2023) na região do presente estudo, esse trabalho foi selecionado como modelo para o sistema reprodutivo.

O estudo desenvolvido por Roque *et al.* (2023) encontrou sistemas reprodutivos divergentes em duas populações avaliadas. Diante disso, foi calculada a capacidade média de frutificação autônoma entre as duas populações, pela proporção entre a média de frutos formados nos tratamentos de frutificação autônoma e de atividade do polinizador. Para o pequizeiro, a ação dos polinizadores foi responsável por 77% dos frutos formados, sendo a razão de dependência dos polinizadores (RD) equivalente a 0,77.

O umbuzeiro, *Spondias tuberosa* Arruda, é uma espécie andromonóica, isto é, com flores hermafroditas e unissexuadas masculinas no mesmo indivíduo (Nadia *et al.*, 2007). Essa espécie apresenta flores pequenas, alvas e polinizadas por diversos pequenos insetos, principalmente por abelhas e vespas (Almeida *et al.* 2011). Em relação ao sistema reprodutivo, o único estudo que caracteriza, por meio de cruzamentos, a estratégia reprodutiva dessa espécie, é o realizado por Leite e Machado (2010), em população natural de umbu no estado da Paraíba. Esse estudo demonstrou que a espécie é autoincompatível e, por isso, dependente da ação de polinizadores para a formação de frutos. Considerando que todos os frutos dependem da ação dos polinizadores, a razão de dependência dos polinizadores (RD) equivale a um.

A mangabeira, *Hancornia speciosa* Gomes, é uma espécie com flores hermafroditas, hercogâmicas, brancas e de floração em massa (Darrault e Schlindwein 2005; Pinto *et al.* 2008). Essa espécie apresenta antese noturna e polinização por mariposas. Estudos realizados por Darrault e Schlindwein (2005), em população natural na Paraíba, desmontaram que a espécie é autoincompatível, dependendo, portanto, da ação dos polinizadores para a formação de frutos. Considerando que todos os frutos dependem da ação dos polinizadores, a razão de dependência dos polinizadores (RD) equivale a um.

2.4. Valoração do serviço ecossistêmico de polinização

A estimativa do valor econômico da ação dos polinizadores na produção de mangaba, pequi e umbu foi obtida pela multiplicação do total de produção e do rendimento financeiro dos municípios em cada ano pela razão de dependência dos polinizadores (RD), conforme sugerido por Gallai *et al.* (2009) e Borges *et al.* (2020). Por se tratar de espécies nativas, as informações sobre RD não estão consolidadas ou disponíveis em literaturas (como Giannini *et al.* 2015a para plantas cultivadas). Com essas informações, foi possível analisar a influência da ação dos polinizadores na produção anual e na economia local dos municípios, microrregiões e mesorregiões Norte de Minas Gerais e do Vale do Jequitinhonha.

2.5. Relação do extrativismo com variáveis ambientais e socioeconômicas

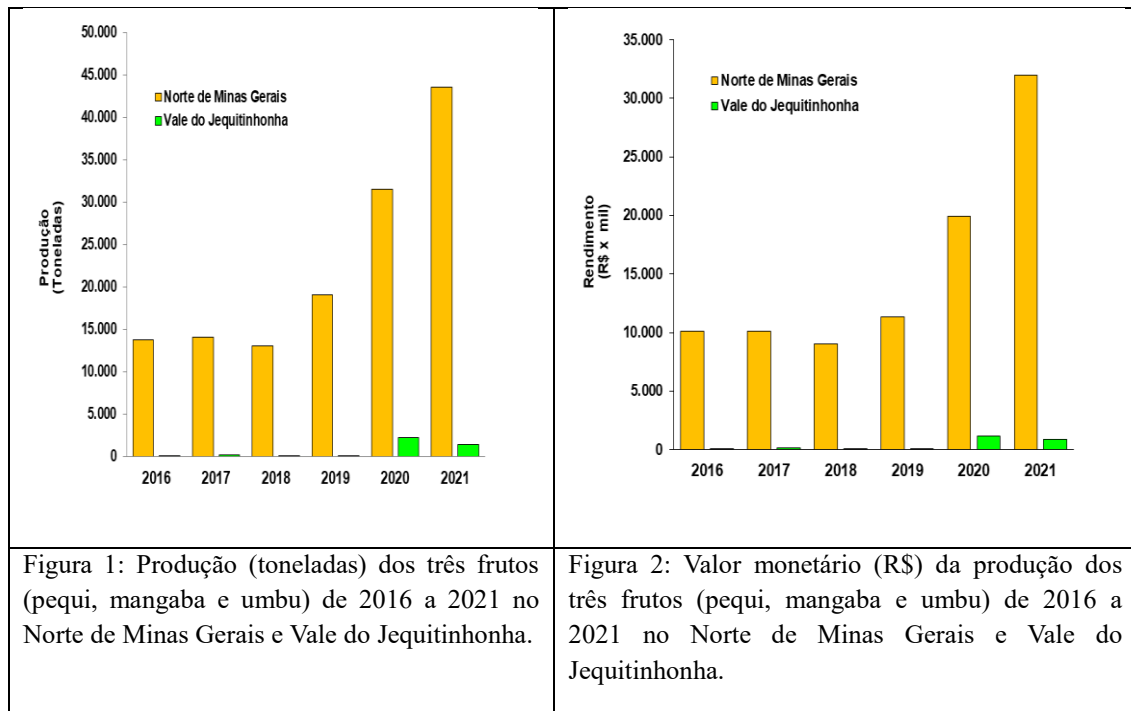
Os dados de rendimento financeiro de cada município do Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha entre 2016 e 2020 foram correlacionados com variáveis nas categorias: extrativismo, ambientais (uso do solo) e socioeconômicas. As variáveis representantes do extrativismo foram: PEVS (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura); Extrativismo frutos (relativa ao extrativismo dos três frutos - pequi, mangaba e umbu); Pequi (rendimento financeiro apenas do pequi); Serviço ecossistêmico de polinização (rendimento multiplicado por razão de dependência). A variável ambiental analisada foi o Índice de cobertura da vegetação nativa (MAPBIOMAS, 2024), e as socioeconômicas foram PIB (Produto Interno Bruto) e IDH (Índice de Desenvolvimento Humano). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov (KS) e como não seguiram a normalidade, foram realizadas análises de correlação de Spearman.

3. RESULTADOS

3.1. Produção do Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha

A produção em toneladas para mangaba, pequi e umbu no período de 2016 a 2021 foi 32,9 vezes maior no Norte de Minas Gerais (134.967 ton.) em relação ao Vale do Jequitinhonha (4093 ton.) (Figura 1). Foi observada tendência de crescimento na produção ao

longo dos anos, com salto de produção entre 2019 e 2020, este sendo 1,6 vezes maior no Norte de Minas Gerais e cerca de 25 vezes maior no Vale do Jequitinhonha. O rendimento monetário total somado de 2016 a 2021 foi 37 vezes maior no Norte de Minas Gerais (R\$ 92.555,00 x1000) em relação ao Vale do Jequitinhonha (R\$ 2.474 x1000). Para ambas as regiões, o rendimento apresentou padrão ascendente, sendo 1,7 vezes maior em 2021 em relação a 2020 no Norte de Minas Gerais e 12,6 vezes maior no Vale do Jequitinhonha (Figura 2). O valor monetário resultante da produção dos três frutos no Norte de Minas corresponde a 50,17% (R\$ 92.555x1000) do PEVS (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura) da região, que também conta com carvão vegetal, lenha, madeira e oleaginosos. O rendimento dos três frutos no Vale do Jequitinhonha corresponde a cerca de 10% do PEVS (R\$ 2.474 x 1000).



A produção do pequi na região do Norte de Minas foi superior à dos demais frutos em todos os anos avaliados, seguida da produção do umbu e da mangaba, respectivamente. Em relação ao valor em toneladas acumuladas entre 2016 e 2021, o pequi produziu cerca de onze vezes o peso total do umbu e 144 vezes o da mangaba (Figura 3), enquanto o umbu produziu cerca de 13 vezes os valores para a mangaba. No que diz respeito ao montante financeiro, os rendimentos do pequi no Norte de Minas Gerais representaram cerca de seis vezes o do umbu, e de 58 vezes o da mangaba; enquanto o umbu gerou rendimento cerca de nove vezes maior que o mangaba (Figura 4). No Vale do Jequitinhonha o pequi apresentou maior produção e

rendimento financeiro, seguido de mangaba e umbu, respectivamente. A produção em toneladas do pequi foi cerca de 816 vezes maior que a da mangaba e mais de 1000 vezes maior que a do umbu; enquanto a produção da mangaba foi 1,25 vezes maior que o umbu (Figura 5). Em relação ao valor monetário, a produção de pequi rendeu cerca de 140 vezes maior que a da mangaba e 490 vezes maior que a do umbu, enquanto o rendimento da mangaba foi 3,4 vezes maior que o do umbu (Figura 6).

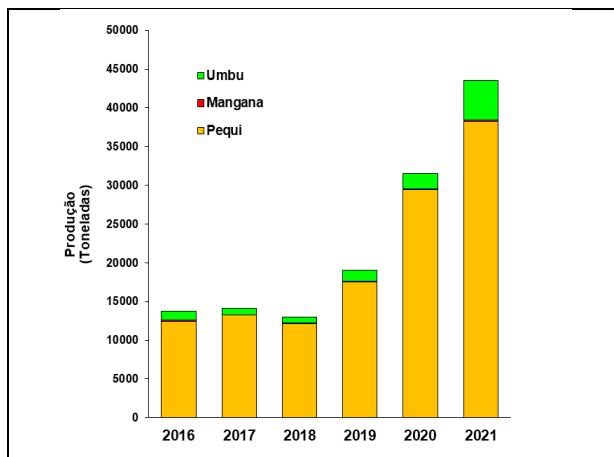


Figura 3: Produção (toneladas) de pequi, mangaba e umbu de 2016 a 2021 no Norte de Minas Gerais.

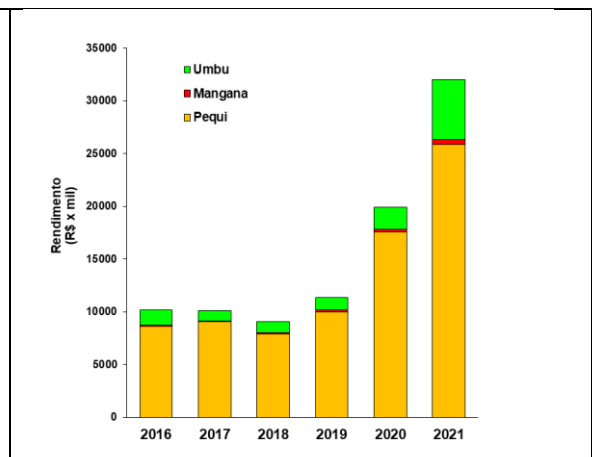


Figura 4: Valor monetário (R\$) da produção de pequi, mangaba e umbu de 2016 a 2021 no Norte de Minas Gerais.

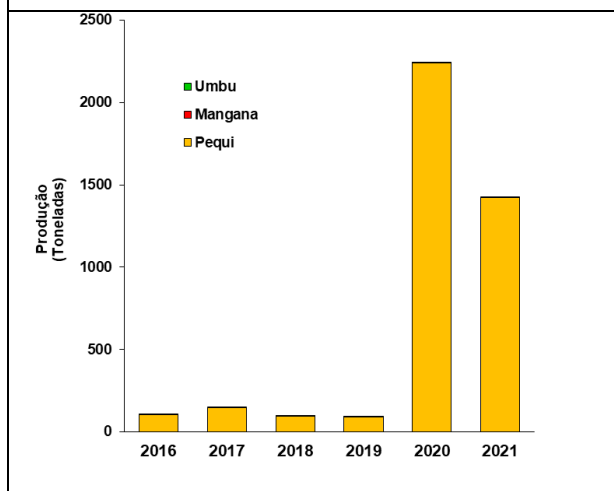


Figura 5: Produção (toneladas) de pequi, mangaba e umbu de 2016 a 2021 no Vale do Jequitinhonha.

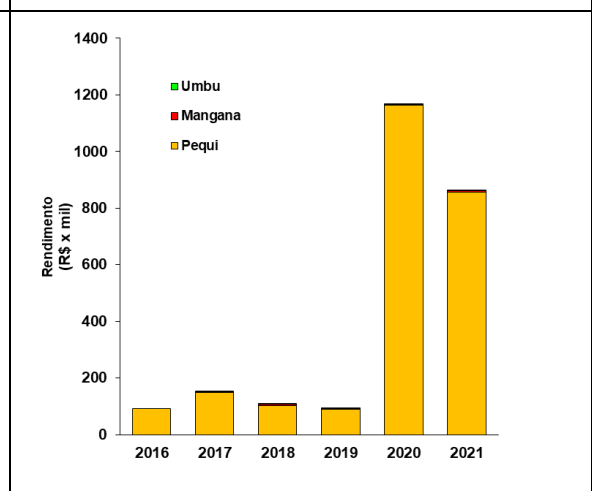
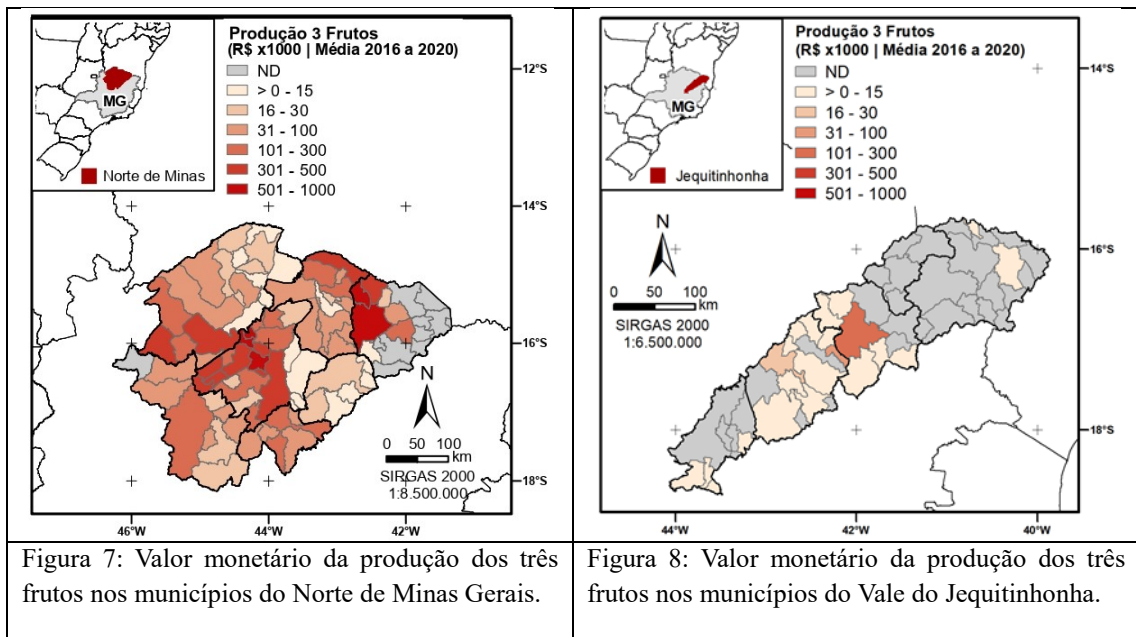


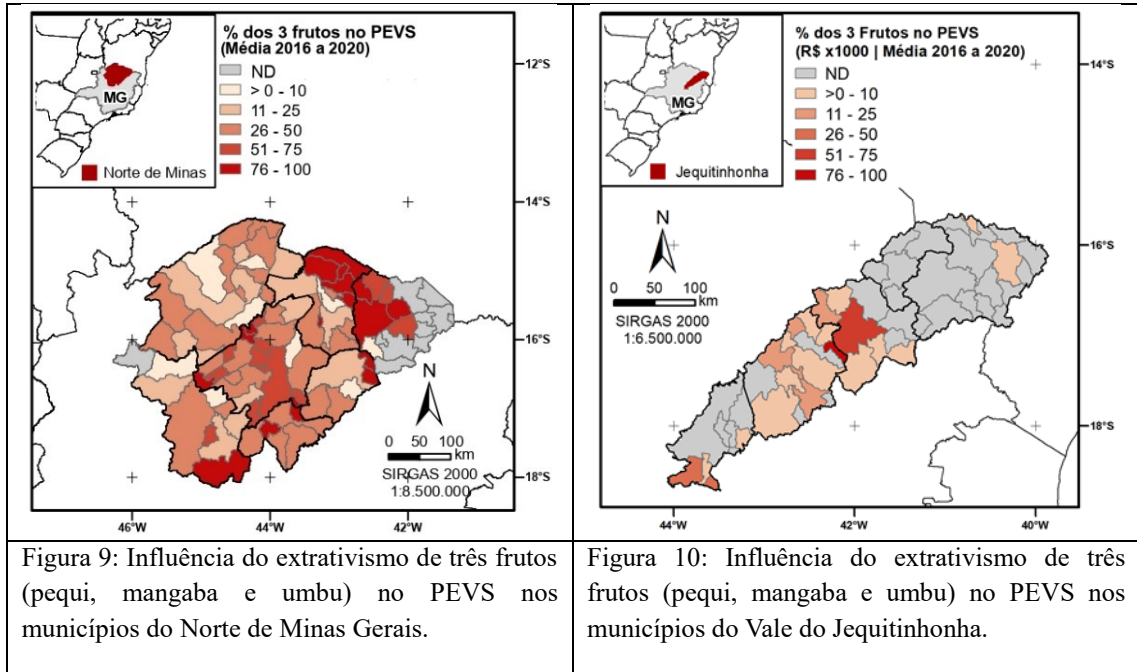
Figura 6: Valor monetário (R\$) da produção de pequi, mangaba e umbu de 2016 a 2021 no Vale do Jequitinhonha.

Considerando a produção acumulada dos três frutos, existem dois pontos de destaque na região Norte de Minas Gerais (Figura 7), um situado no extremo norte, composto pelos municípios de Espinosa, Rio Pardo de Minas e Montezuma, e outro na região central, representado pelos municípios de Mirabela, Montes Claros, Brasília de Minas e São

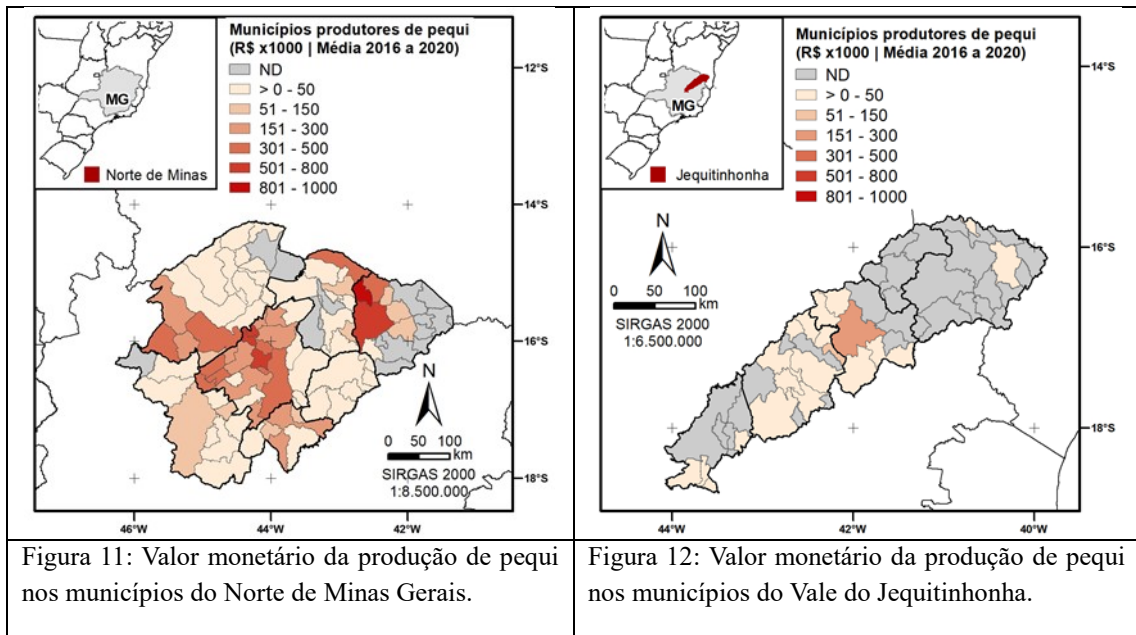
Francisco. Considerando a produção acumulada dos três frutos no Vale do Jequitinhonha, o município mais produtor foi Araçuaí, no centro da região, seguido dos municípios Jenipapo de Minas e Turmalina (Figura 8).

Em relação à influência do extrativismo dos três frutos no PEVS no Norte de Minas Gerais (Figura 9), os municípios com maior dependência encontram-se distribuídos por diferentes microrregiões, no entanto foi observada concentração na região extremo norte, com destaque para os municípios de Espinosa, Gameleira, Mamonas e Rio Pardo de Minas, nos quais mais de 76% do PEVS é relacionado ao extrativismo desses frutos; outros municípios de destaque foram Lassance, Engenheiro Navarro, Ponto Chique, Japonvar e Lontra, todos com mais de 50% do PEVS oriundo desse extrativismo. No Vale do Jequitinhonha os municípios com maior influência do extrativismo dos três frutos no PEVS foram Jenipapo de Minas, com mais de 76% do PEVS a esse extrativismo, seguido de Araçuaí, com mais de 51%, e de Gouveia e Presidente Juscelino, com mais de 26% do valor do PEVS atribuído às frutíferas (Figura 10).





Em relação à produção média de pequi na região Norte de Minas Gerais de 2016 a 2021, a microrregião e Montes Claros é a maior produtora, correspondendo a 60.890 toneladas e ao montante financeiro de R\$ 37.794 (x1000). O município com maior produção nessa região foi Santo Antônio do Retiro, pertencente à microrregião de Salinas, com produção estimada em 19.020 toneladas e R\$ 12.689 (x1000) (Figura 11). No Vale do Jequitinhonha, a microrregião de Araçuaí apresentou a maior produção de pequi, com 1.725 toneladas, correspondendo a R\$ 928 (x1000). O município com a maior produção de pequi foi Araçuaí, com uma produção estimada de 1.505 toneladas e R\$ 781 (x1000) (Figura 12).



Em relação à produção de mangaba de 2016 a 2021, no norte de Minas Gerais, a microrregião de Pirapora apresentou a maior produção, com 387 toneladas, correspondendo a R\$ 608 (x1000). O município com maior produção na região norte de Minas Gerais foi Buritizeiro, pertencente à microrregião de Pirapora, com uma produção estimada em 371 toneladas e R\$ 573 (x1000). Por sua vez, no Vale do Jequitinhonha, a microrregião de Capelinha apresentou a maior produção e mangaba, correspondendo a 4 toneladas e R\$ 17 (x1000). O município mais produtor foi Veredinha, pertencente à microrregião de Capelinha, com uma produção estimada em quatro toneladas e R\$ 12 (x1000).

Em relação à produção de umbu de 2016 a 2021, no norte de Minas Gerais, a maior produção foi registrada na microrregião de Janaúba, correspondendo a 6.779 toneladas e R\$ 8.077 (x1000). O município com a maior produção foi Espinosa, pertencente à microrregião de Janaúba, correspondendo a 3.342 toneladas e R\$ 3.742 (x1000). No Vale do Jequitinhonha, a microrregião com a maior produção foi Araçuaí, com 4 toneladas e R\$ 5 (x1000). O município Coronel Murta, pertencente à microrregião de Araçuaí, com uma produção estimada em 4 toneladas e R\$ 5 (x1000).

3.2. Serviço ecossistêmico de polinização

No norte de Minas Gerais, o serviço de polinização das frutíferas foi responsável pelo rendimento total de 106.689 toneladas, o que representou 80% da produção total de 2016 a 2021. Em relação ao valor monetário, cerca de R\$ 74.416,28 (x1000) são oriundos da

atividade dos polinizadores, que representam também cerca de 80% do montante financeiro total. No Vale do Jequitinhonha o serviço de polinização foi responsável pela produção de 3.153,68 toneladas, que representam 77% da produção total das frutíferas. Em relação ao valor monetário, o serviço de polinização foi responsável por R\$ 1.910,04 que representa 77% do valor total.

O serviço de polinização tem grande impacto no PEVS da região Norte de Minas Gerais, com crescente influência sobre essa variável econômica, representando, em média, 39% do PEVS, com tendência crescente, chegando a mais de 50% em 2021. Enquanto a frutificação autônoma (autopolinização) apresenta baixos índices produtivos, representando cerca de 10% do PEVS (Figura 13). No Vale do Jequitinhonha, o serviço de polinização representou cerca de 6,5% do PEVS, chegando a 17% em 2020; enquanto a frutificação autônoma representou cerca de 2,34%, chegando a 6,54 em 2020 (Figura 14).

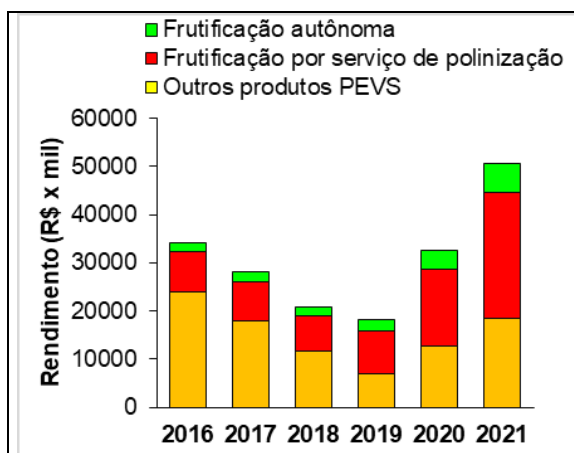


Figura 13: Composição do PEVS no Norte de Minas Gerais.

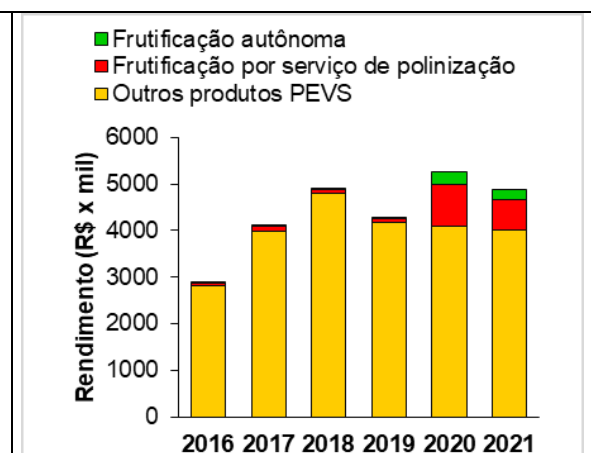
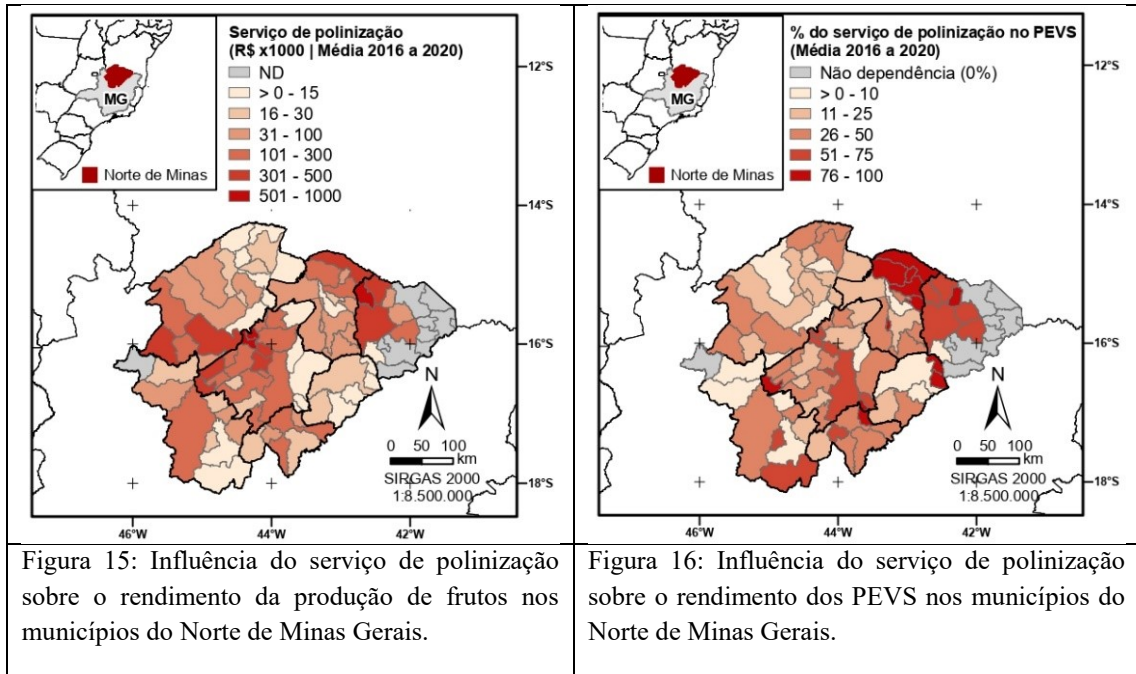


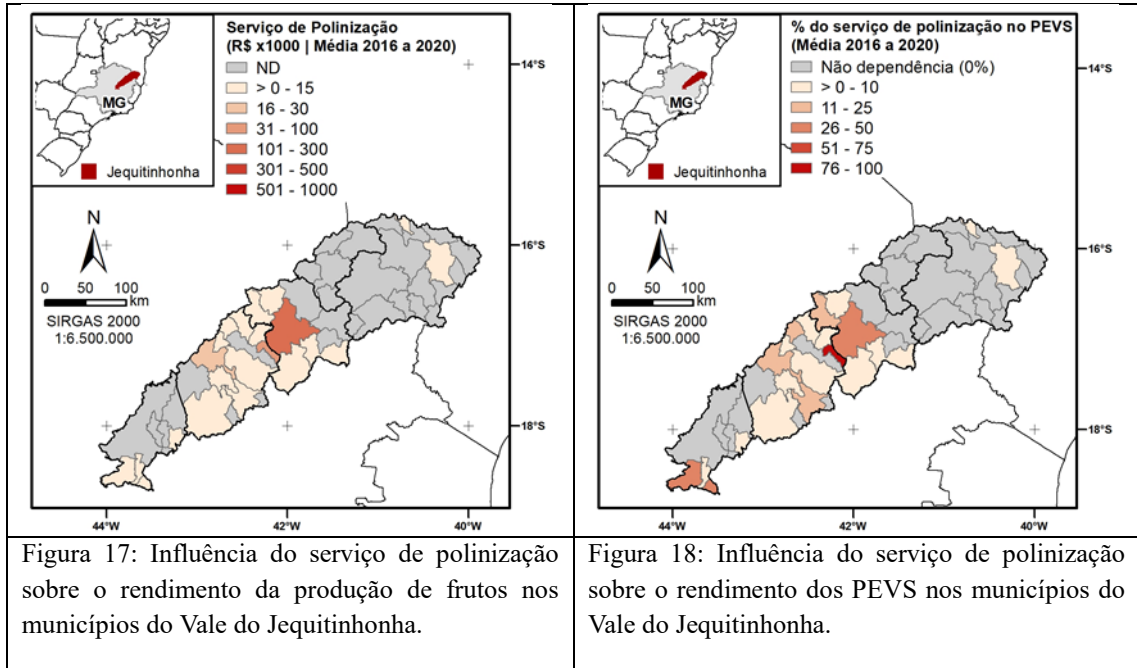
Figura 14: Composição do PEVS no Vale do Jequitinhonha

Em relação à influência do serviço de polinização sobre o rendimento financeiro do extrativismo das frutíferas no Norte de Minas Gerais, os municípios com a maior dependência da polinização encontram-na no extremo norte dessa região, com destaque para Santo Antônio do Retiro com média anual de R\$ 500.000 de rendimentos oriundos dos serviços de polinização, seguidos de Rio Pardo de Minas e Montezuma, com média anual de R\$ 300.000, resultante desse serviço (Figura 15). Com relação ao impacto do serviço de polinização no PEVS, os municípios com maior dependência da ação dos polinizadores também encontram-se concentrados na extremo norte da região, estes são Espinosa, Gameleiras, Mamonas, Montes Azul, Mato Verde e Vargem Grande do Rio Pardo, todos com serviço de polinização representando mais de 76% do PEVS; outros municípios dispersos pela região, com serviço

de polinização representando mais de 76% do PEVS foram Padre Carvalho, Josenópolis, Guaraciama e Ponto Chique (Figura 16).



Com relação ao impacto do serviço da polinização no extrativismo no Vale do Jequitinhonha, os municípios com maior rendimento oriundo desse serviço ecossistêmico são Araçuaí, com média de rendimento de mais de R\$ 101.000 anuais resultante da atuação do polinizador, seguido de Jenipapo de Minas com mais de R\$ 31.000 anuais e de Turmalina com mais de R\$ 16.000 (Figura 17). Com relação à dependência do serviço de polinização para a composição do PEVS, os municípios mais vulneráveis e dependentes do serviço de polinização fora Jenipapo de Minas, no qual mais de 76% do PEVS é resultante do serviço de polinização, seguido de Araçuaí, Gouveia e Presidente Kubitschek, no qual mais de 26% do PEVS é resultante do serviço ecossistêmico de polinização (Figura 18).



3.3. Relação do extrativismo com variáveis ambientais e socioeconômicas

Dentre as variáveis do extrativismo, o PIB apresentou correlação significativa apenas com o PEVS (Tabela 1). O IDH foi correlacionado com todas as variáveis do extrativismo e do serviço ecossistêmico, com maiores valores de correção observados com o extrativismo dos três frutos e serviço de polinização. Foi observada correlação significativa entre a cobertura de vegetação nativa e todas as variáveis do extrativismo e com o serviço ecossistêmico de polinização. Foi registrada correlação significativa entre o PEVS e as variáveis do extrativismo e serviço ecossistêmico de polinização. Em relação ao extrativismo dos três frutos, foi confirmado o impacto do extrativismo do pequi e do serviço de polinização, em função do alto valor de correlação positiva e significativa.

Tabela 1: Matriz de correlações (R de Spearman) entre variáveis do extrativismo (média de 2016 a 2020), ambientais e socioeconômicas de cada município do Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha. PIB - Produto Interno Bruto de (média de 2016 a 2020); IDH - Índice de Desenvolvimento Humano de 2010; Vegetação – Índice de Cobertura da vegetação de 2017; PEVS - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura; Extrativismo frutos – somatório da produção de pequi, mangaba e umbu; Pequi - produção do pequi; serviço ecossistêmico – produção oriunda da ação do polinizador; ns – correlação não significativa. Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Variáveis	PIB	IDH	Vegetação	PEVS	Extrativismo frutos	Pequi
PEVS	0.182*	0.198*	0.248**	-	-	-
Extrativismo frutos	ns	0.258**	0.273**	0.768***	-	-
Pequi	ns	0.198*	0.306***	0.736***	0.935***	
Serviço ecossistêmico	ns	0.265**	0.261**	0.761***	0.998***	0.926***

4. DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram a relevância do extrativismo nas microrregiões do Norte de Minas Gerais e do Vale do Jequitinhonha. Essas regiões são constituídas, predominantemente, por municípios de pequeno porte, caracterizados por baixa taxa de urbanização, com economia pouco dinâmica e limitada, sendo a agropecuária de subsistência e atividade extrativista as principais fontes de renda. O IDH médio da Norte Minas, de 0,624, e o do Vale do Jequitinhonha, de 0,616 (IBGE, 2010), indicam a vulnerabilidade social existente nessas regiões. Em áreas de maior vulnerabilidade social e com baixa oferta de empregos, o acesso aos recursos naturais representados pelo extrativismo compõe um formato popular de acesso a fontes de renda que vêm sendo historicamente usadas pelas comunidades (Travassos e Souza, 2014; Virapongse 2017; Martins *et al.*, 2018).

As regiões do estudo são habitadas por diferentes comunidades tradicionais, as quais possuem fortes laços com o território e conhecimento acumulado de uso da biodiversidade, fatores que colaboram para a relevância do extrativismo, especialmente na região Norte de Minas Gerais. Nessa região, existem as comunidades veredeiras, geraizeiras, vazanteiras,

quilombolas, entre outras, todas com profunda relação com o ambiente e a gestão dos recursos naturais (Bispo e Barbosa, 2021; Nunes *et al.*, 2009; Correia *et al.*, 2011).

Os resultados reativos à grande produção de pequi corroboram com estudos anteriores que demonstram que o Norte de Minas é um dos principais produtores nacionais do fruto. Em 2010 somente o Norte de Minas foi responsável por 73% (1.318 toneladas) do pequi comercializado no estado, seguida pela Região Metropolitana de Belo Horizonte, com 23% da produção (397 toneladas), e a Região do Vale do Jequitinhonha, com 0,6% (10 toneladas) (IBGE, 2010; Rezende, Cândido, 2014). O pequi compõe uma cadeia produtiva que gera renda para aproximadamente 2.400 famílias, que são organizadas pelas cooperativas e constituídas em sua maioria por comunidades rurais (Cândido; Malafaia; Rezende, 2012).

Além da venda do fruto *in natura*, a cadeia do pequi envolve a produção do óleo, que agrega valor ao produto (Da Silva *et al.*, 2013). Estudos demonstram que os rendimentos gerados pelo pequi extrapolam as faixas etárias das populações, gerando renda para crianças, homens, mulheres e idosos, contribuindo diretamente para a soberania alimentar das comunidades (Fonseca; Dos Santos; De Almeida, 2017). A relevância da cadeia do pequi no Norte de Minas Gerais possui semelhanças com a do açaí no estado do Para, na qual este serve de base para economia local, sendo fonte de renda e trabalho, garantindo a segurança alimentar das populações tradicionais e de baixa renda (Silva *et al.*, 2020). Dados não oficiais estimam que o comércio possa movimentar em torno de um milhão de reais por ano.

Atualmente, o fruto do pequizeiro é exportado para diversos países e sua logística de distribuição nacional abrange em torno de dez estados da federação (Oliveira e Scariot, 2010). Em um dia de jornada de trabalho de uma família constituída de um casal e o filho, pode-se atingir uma coleta de até 60 kg de caroços de pequi. Estes, quando devidamente processados para obtenção do óleo de polpa, atingem, em média, seis litros de óleo. Todo esse processo é feito, em média, durante dezessete horas de trabalho, durante um período de dois dias. O preço comercializado do óleo em feiras livres é comercializado por cerca dos R\$ 7. Já no Norte de Minas, o valor médio obtido por família com óleo do pequi por safra está na casa dos R\$ 450, e esse valor corresponde a 5,5 % da renda anual do grupo familiar (Oliveira e Scariot, 2010).

Entre os fatores que contribuem para a importância do extrativismo dos frutos, estão os empreendimentos comunitários de iniciativa popular, organizações e cooperativas, que oferecem suporte ao extrativista no beneficiamento, processamento, divulgação e comercialização dos PEVS. São, aproximadamente, 20 empreendimentos na região norte de Minas Gerais e no Vale do Jequitinhonha (Silva e Scariot, 2013; Carvalho, 2007; Lisboa,

2021). Vale ressaltar que, além do pequi, mangaba e umbu, existem muitas outras espécies nativas que são consumidas e comercializadas nessas regiões, como o coquinho-azedo, marolo, cagaita e buriti (Silva e Scariot, 2013; Carvalho, 2007; Lisboa, 2021). Esses alimentos geram um cardápio diversificado nutricionalmente, além de renda em diferentes épocas do ano. Estudos demonstram o potencial e a abertura do mercado para esses novos alimentos (Biazotto *et al.*, 2019; Harris *et al.*, 2022), cuja comercialização esbarra na organização das cadeias produtivas e na gestão ambiental.

Os municípios pertencentes à mesorregião do Norte de Minas que são mais dependentes do extrativismo em relação aos PEVS possuem IDH abaixo de 0,649 (IBGE, 2010). A exemplo de um dos maiores produtores de pequi, manga e umbu, o município de Japonvar, que apresenta um dos menores IDHs, 0,608, está entre os municípios mais dependentes da cadeia extrativista no PEVS no norte do estado de Minas. Na mesorregião do Vale do Jequitinhonha, entre os municípios que mais dependem da cadeia extrativista no PEVS, está Presidente Kubitschek, que tem IDH 0,595, o menor valor da microrregião de Diamantina. Esses resultados concordam com tendência já descrita de relação entre vulnerabilidade social e a relevância do recurso natural e do extrativismo na sobrevivência e qualidade de vida de populações de baixa renda (Travassos e Souza, 2014; Virapongse, 2017; Martins *et al.*, 2018). Adicionalmente, está o resultado da significativa relação entre a cobertura vegetal e os valores do extrativismo observados no presente trabalho. Esse fato estaria diretamente ligado à dependência da conservação de áreas coletivas de extrativismo nos pequenos municípios das regiões norte e Vale do Jequitinhonha.

O extrativismo de frutos demonstra ser uma forma sustentável de uso dos recursos naturais e conservação da “mata em pé” com geração de renda (Aquino *et al.*, 2008; Afonso, 2012). O extrativismo foi frequentemente mais rentável que muitas outras formas de uso do solo, como no exemplo do açaí, no qual 1 ha de pomares seminaturais produzem, anualmente, em média, R\$ 155, enquanto a mesma área destinada para pastagens gera cerca de R\$ 80 anuais (Yamada e Gholz, 2002). Por isso, o avanço dos desmatamentos pode comprometer os serviços ecossistêmicos essenciais para a manutenção da vida de povos e comunidades tradicionais que dependem deles (Laurance *et al.*, 2014). Como a cadeia extrativista é formada por uma rede diversa e informal, existem diversas inconsistências nas estimativas da produção extrativista do Estado de Minas Gerais, em especial para o pequi (CONAB, 2021).

Em relação ao impacto do serviço ecossistêmico na produção, a elevada dependência do polinizador para a produção média dos três frutos nativos (80%) não é uma exceção entre espécies nativas e até mesmo cultivadas. Para o açaí, que é o principal produto florestal não

madeireiro do Pará, estima-se que 65% da produção é oriunda da ação do polinizador (Campbell *et al.*, 2018). Essa produção gera, anualmente, uma receita de US\$635,6 milhões para o estado (Borges *et al.*, 2020). Para cerca de 35% espécies cultivadas no Brasil, o serviço ecossistêmico de polinização é responsável por, em média, 95% da produção de frutos, como é o caso da acerola, do cajá, do caju, da castanha-do-brasil e do cupuaçu. Além disso, para 24% das espécies, esse serviço é responsável por cerca de 65% e, para demais espécies remanescentes, até 10% da produção (Wolowski *et al.*, 2019). Em 2018, o valor monetário gerado pelo serviço de polinização para o Brasil foi estimado em R\$ 43 bilhões anuais (Wolowski *et al.*, 2019).

A expressiva contribuição do serviço ecossistêmico de polinização para a produção e rendimento econômico na região norte de Minas Gerais e no Vale do Jequitinhonha, demonstra, diretamente, a relação de importante afinidade econômica da região com a conservação ambiental. Garantir a frutificação não é apenas manter a espécie vegetal desejada, mas, também, condições ambientais que propiciem a manutenção dos serviços ecossistêmicos, incluindo os polinizadores, que demandam habitats e suprimentos alimentares diversificados ao longo do ano (Kremen *et al.*, 2004; Vanbergen *et al.*, 2013). Além disso, destaca-se o fato de que os municípios mais dependentes da ação dos polinizadores são de pequeno porte e com índices sociais baixos. A informação de dependência dos polinizadores deve dar suporte a políticas públicas, em função dos elevados índices de desmatamento atuais do cerrado no Brasil (Silva *et al.*, 2023) e dos cerrados e florestas estacionais decíduais do Norte de Minas Gerais (Espírito-Santo *et al.*, 2016; Dupin *et al.*, 2018). Essa conjuntura traz a importância da gestão ambiental, garantindo conservação de ecossistemas e da diversidade de polinizadores para proporcionar a segurança alimentar (Garratt *et al.*, 2014; Porto *et al.*, 2021).

5. CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram o expressivo impacto do extrativismo nas economias de pequenos municípios do Norte de Minas Gerais e Vale do Jequitinhonha. Além disso, a produção extrativista é majoritariamente dependente da ação de polinizadores.

A degradação dos ambientes naturais pode afetar diretamente a capacidade produtiva dessas áreas, mesmo com a manutenção das árvores frutíferas, em função da dependência de condições dos ecossistemas para manter a polinização.

Por fim, o serviço de polinização deve ser considerado em ações de planejamento socioambiental, a fim de garantir um extrativismo sustentável.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial, 2003.
- ABSON, D. J.; TERMANSEN, M. Valuing ecosystem services in terms of ecological risks and returns. **Conservation Biology**, v. 25, n. 2, p. 250-258, 2011.
- AFONSO, S. R. **A política pública de incentivo à estruturação da cadeia produtiva do pequi (Caryocar brasiliense)**. [Distrito Federal]. 2012. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL. TD-024/2012, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- AFONSO, S. R. Innovation Perspectives for the Bioeconomy of Non-Timber Forest Products in Brazil. **Forests**, v. 13, n. 12, p. 2046, 2022.
- ALMEIDA, A. L. S.; ALBUQUERQUE, U. P.; CASTRO, C. C. Reproductive biology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), an endemic fructiferous species of the caatinga (dry forest), under different management conditions in northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 75, n. 4, p. 330-337, 2011.
- ANTUNES, F. Z. Área mineira do Polígono das Secas; caracterização climática. **Informe Agropecuario**, v. 17, p. 15-19, 1994.
- AQUINO, F. G.; RIBEIRO, J. F.; GULIAS, A. P. S. M.; OLIVEIRA, M. C.; BARROS, C. J. S.; HAYES, K. M.; SILVA, M. R. Uso sustentável das plantas nativas do Cerrado: oportunidades e desafios. **Parron LM. Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Planaltina: Embrapa Cerrados**, p. 95-123, 2008.
- ARNOLD, J. M.; PÉREZ, M. R.. Can non-timber forest products match tropical forest conservation and development objectives?. **Ecological economics**, v. 39, n. 3, p. 437-447, 2001.
- ARRUDA, D. M.; FERREIRA-JUNIOR, W. G.; DUQUE-BRASIL, R.; SCHAEFER, C. E. R. Phytogeographical patterns of dry forests sensu stricto in northern Minas Gerais State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, p. 623-634, 2013.
- ATLAS BRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/acervo/atlas>. Acesso em: 15 jun. 2023.
- AVOCÈVOU-AYISSO, C.; SINSIN, B.; ADÉGBIDI, A.; DOSSOU, G.; VAN DAMME, P. Sustainable use of non-timber forest products: Impact of fruit harvesting on *Pentadesma butyracea* regeneration and financial analysis of its products trade in Benin. **Forest ecology and management**, v. 257, n. 9, p. 1930-1938, 2009.
- BIAZOTTO, K. R.; DE SOUZA MESQUITA, L. M.; NEVES, B. V.; BRAGA, A. R. C.; TANGERINA, M. M. P.; VILEGAS, W.; DE ROSSO, V. V.. Brazilian biodiversity fruits:

discovering bioactive compounds from underexplored sources. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, n. 7, p. 1860-1876, 2019.

BISPO, E. A. R. M.; BARBOSA, R. S. Processos de territorialização e efeitos da regularização fundiária rural no norte do estado de Minas Gerais: memórias de expropriação. **Revista Cerrados** (Unimontes), v. 1, 2021.

BOMMARCO, R.; MARINI, L.; VAISSIÈRE, B. E. Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. **Oecologia**, v. 169, p. 1025-1032, 2012.

BORGES, R.C.; BRITO, R.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; GIANNINI, T.C. The value of crop production and pollination services in the Eastern Amazon. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 4, p. 545-556, 2020.

BRAAT, L C.; DE GROOT, R. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. **Ecosystem services**, v. 1, n. 1, p. 4-15, 2012.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.690, de 15 de julho de 1988**. Dispõe sobre a inclusão do Vale do Jequitinhonha do Estado de Minas Gerais e de Municípios da região norte do Estado do Espírito Santo na área de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste-SUDENE. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Distrito Federal, 16 de jul. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19690.htm. Acesso em 20 fev. 2024.

BRASIL. **Lei n. 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Distrito Federal, 25 de jul. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm. Acesso em 20 jun.2023.

BROCKERHOFF, E. G.; BARBARO, L.; CASTAGNEYROL, B.; FORRESTER, D. I.; GARDINER, B.; GONZÁLEZ-OLABARRIA, J. R.; JACTEL, H. Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, p. 3005-3035, 2017.

CAMPBELL, A. J.; CARVALHEIRO, L. G.; MAUÉS, M. M.; JAFFÉ, R.; GIANNINI, T. C.; FREITAS, M. A. B.; MENEZES, C. Anthropogenic disturbance of tropical forests threatens pollination services to açai palm in the Amazon river delta. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 4, p. 1725-1736, 2018.

CÂNDIDO, P. A.; MALAFAIA, G. C.; REZENDE, M. L. A exploração do pequi na região norte de Minas Gerais: abordagem por meio do Sistema Agroalimentar Localizado. In: **IDeAS**. Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012. p. 1-21.

CAON, A. R. V.; MAGALHÃES, M. R. A.; MOREIRA, M. C. R. Situação da pobreza em Minas Gerais. **Revista do Legislativo**, Belo Horizonte, v. 44, p. 22-42, 2012.

CARVALHO, I. S. H. D. **Potenciais e limitações do uso sustentável da biodiversidade do Cerrado: um estudo de caso da Cooperativa Grande Sertão no Norte de Minas**. 2007. 165 f., il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CAVALCANTE, J. B.; FEITOSA, C. O. A importância da SUDENE para o desenvolvimento regional brasileiro. **Revista Política e Planejamento Regional**, v. 6, n. 2, p. 226-247, 2019.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Boletim da Sociobiodiversidade. Brasília: Conab, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/boletim-da-sociobiodiversidade>. Acesso em 10 maio 2024.

CORREIA, J. R.; BUSTAMANTE, P. G.; DE FÁTIMA VILELA, M.; SANO, S. M.; CAVECHIA, L. A.; DE LIMA, H. C.; FERNANDES, S. G. Um olhar sobre a relação “Geraizeiros” e pesquisadores formais na busca de alternativas de uso sustentável dos recursos naturais no norte do estado de Minas Gerais, Brasil. **Ateliê Geográfico**, v. 5, n. 2, p. 169-191, 2011.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Ecological economics**, v. 25, n. 1, pág. 3-15, 1997.

DARRAULT, R. O.; SCHLINDWEIN, C. Limited fruit production in *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) and pollination by nocturnal and diurnal insects 1. **Biotropica: The Journal of Biology and Conservation**, v. 37, n. 3, p. 381-388, 2005.

DA SILVA, M. N. S.; DOS SANTOS TUBALDINI, M. A. O ouro do cerrado: a dinâmica do extrativismo do pequi no Norte de Minas Gerais. **Revista Georaguaiá**, v. 3, n. 2, p. 293-317, 2013.

DE OLIVEIRA, W. MENDES.; SILVA, L. O.; MAKISHI, F. **Extrativismo, produção de alimentos e segurança alimentar e nutricional das famílias: um estudo sobre a cadeia produtiva do pequi**. 2019.

DE SÁ JÚNIOR, A.; DE CARVALHO, L. G.; DA SILVA, F. F.; DE CARVALHO ALVES, M. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, p. 1-7, 2012.

DUPIN, M. G.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; LEITE, M. E.; SILVA, J. O.; ROCHA, A. M.; BARBOSA, R. S.; ANAYA, F.C. Land use policies and deforestation in Brazilian tropical dry forests between 2000 and 2015. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 3, p. 035008, 2018.

ESPÍRITO-SANTO, M. M.; LEITE, M. E.; SILVA, J. O.; BARBOSA, R. S.; ROCHA, A. M.; ANAYA, F. C.; DUPIN, M. G. Understanding patterns of land-cover change in the

Brazilian Cerrado from 2000 to 2015. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 371, n. 1703, p. 20150435, 2016.

FONSECA, G. L.; DOS SANTOS, M. T. P.; DE ALMEIDA, M. I. S. ASPECTOS ECONÔMICOS DA CADEIA PRODUTIVA DO PEQUI NOS MUNICÍPIOS DA MICRORREGIÃO DE MONTES CLAROS. **Revista Desenvolvimento Social**, v. 21, n. 1, p. 127-141, 2017.

FORZZA, R. C.; LEITMAN, P. M.; COSTA, A.; CARVALHO JR, A. A. D.; PEIXOTO, A. L.; WALTER, B. M. T.; SOUZA, V. C. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological economics**, v. 68, n. 3, p. 810-821, 2009.

GARRATT, M. P.; BREEZE, T. D.; JENNER, N.; POLCE, C.; BIESMEIJER, J. C.; POTTS, S. G. Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 184, p. 34-40, 2014.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of economic entomology**, v. 108, n. 3, p. 849-857, (2015a).

GIANNINI, T. C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G. D.; CARTOLANO, E. A.; VEIGA, A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, p. 209-223, (2015b).

GRIBEL, R.; HAY, J. D. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. **Journal of tropical ecology**, v. 9, n. 2, p. 199-211, 1993.

HARRIS, J.; VAN ZONNEVELD, M.; ACHIGAN-DAKO, E.G.; BAJWA, B.; BROUWER, I.D.; CHOUDHURY, D.; DE JAGER, I.; DE STEENHUIJSEN PITERS, B.; DULLOO, M.E.; GUARINO, L.; KINDT, R. Fruit and vegetable biodiversity for nutritionally diverse diets: challenges, opportunities, and knowledge gaps. **Global Food Security**, v. 33, p. 100618, 2022.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Mapa da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 2004.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo Demográfico de 2020**. Rio de Janeiro, 2020.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Sistema de recuperação automática de dados (SIDRA). **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2021>. Acesso em 17 out. 2023.

KLATT, B. K.; HOLZSCHUH, A.; WESTPHAL, C.; CLOUGH, Y.; SMIT, I., PAWELZIK, E.; TSCHARNTKE, T. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 281, n. 1775, p. 20132440, 2014.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N.M.; BUGG, R.L.; FAY, J.P.; THORP, R.W. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology letters*, v. 7, n. 11, p. 1109-1119, 2004.

LAWRENCE, A. No forest without timber?. *International Forestry Review*, v. 5, n. 2, p. 87-96, 2003.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in ecology & evolution*, v. 29, n. 2, p. 107-116, 2014.

LEITE, A. V.L.; MACHADO, I. C. Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments*, v. 74, n. 11, p. 1374-1380, 2010.

LISBOA, E. S. **Agroextrativismo e formalização da produção coletiva em unidades de beneficiamento de frutas no Norte de Minas Gerais**. 2021. 85 p. Dissertação (Mestrado Profissional Saúde, Sociedade e Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2021.

MARTINS, K.D.L.D.C.; MELQUIÁDES, T.F.; REZENDE, J. L. P. D; COELHO JUNIOR, L.M. Plant extractivism production disparity between Northeast Brazil and Brazil. *Floresta e Ambiente*, v. 25, p. e20160456, 2018.

MAPBIOMAS. Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: 10 de maio. 2024.

MEDEIROS, J. D. D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Brasília: MMA/SBF, 2011. 532 p.: il. color. ; 29 cm. (Série Biodiversidade, 43).

MELO, S. W. C. Desenvolvimento rural no Cerrado, desenvolvimento e envolvimento das famílias agroextrativistas. *Guaju*, v. 3, n. 1, p. 111-131, 2017.

NADIA, T de L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart.(Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. *Brazilian Journal of Botany*, v. 30, p. 89-100, 2007.

NUNES, Y. R. F.; AZEVEDO, I.F.P.; NEVES, W.V.; VELOSO, M.D.D.M.; SOUZA, R.; FERNANDES, G.W. Pandeiros: o pantanal mineiro. *MG Biota*, v. 2, n. 2, p. 4-17, 2009.

OLIVEIRA, W. L. D.; SCARIOT, A. O. Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do pequi. Ed 1. Brasília: ISPN, 2010. Disponível em: <<http://www.ispn.org.br/arquivos/Pequi2.pdf>>. Acesso em: nov. 2022.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals?. **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

PANAYOTOU, T.; ASHTON, P. S. Not by timber alone: economics and ecology for sustaining tropical forests. 1992.

PINTO, C. E.; OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Do consecutive flower visits within a crown diminish fruit set in mass-flowering *Hancornia speciosa* (Apocynaceae)?. **Plant Biology**, v. 10, n. 3, p. 408-412, 2008.

PINTO, D. G. C.; COSTA, M. A. C.; MARQUES, M. L. D. A. C. **O índice de desenvolvimento humano municipal brasileiro**. 2013.

PORTO, R. G.; CRUZ-NETO, O.; TABARELLI, M.; VIANA, B. F.; PERES, C. A.; LOPES, A.V. Pollinator-dependent crops in Brazil yield nearly half of nutrients for humans and livestock feed. **Global Food Security**, v. 31, p. 100587, 2021.

POTTS, S. G.; NGO, H. T.; BIESMEIJER, J. C.; BREEZE, T. D.; DICKS, L. V.; GARIBALDI, L. A.; VANBERGEN, A. Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. 2016.

READER, M. O.; EPPINGA, M. B.; DE BOER, H. J.; DAMM, A.; PETCHEY, O. L.; SANTOS, M. J. The relationship between ecosystem services and human modification displays decoupling across global delta systems. **Communications Earth & Environment**, v. 3, n. 1, p. 102, 2022.

READER, M. O.; EPPINGA, M. B.; DE BOER, H. J.; PETCHEY, O. L.; SANTOS, M. J. Consistent ecosystem service bundles emerge across global mountain, island and delta systems. **Ecosystem Services**, v. 66, p. 101593, 2024.

REZENDE, M. L.; CÂNDIDO, P. D. A. Produção e comercialização de frutos do Cerrado em Minas Gerais. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 81-86, 2014.

RIBEIRO, S. C.; SOARES FILHO, B.; CESALPINO, T.; ARAÚJO, A.; TEIXEIRA, M.; CARDOSO, J.; RAJÃO, R. Bioeconomic markets based on the use of native species (NS) in Brazil. **Ecological Economics**, v. 218, p. 108124, 2024.

RIBEIRO, A. P. Resenha: GALIZONI, F. M. A terra construída: família, trabalho e ambiente no Alto do Jequitinhonha, Minas Gerais. Fortaleza: Editora do Banco do Nordeste, 2000. **Revista Espinhaço**, 2014.

RICKETTS, T. H.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R.; MICHENER, C. D. Economic value of tropical forest to coffee production. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. 34, p. 12579-12582, 2004.

RODRIGUES, L. P. D.; DA CUNHA, F. S.; DE AGUIAR, C. C. Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) no estado de Minas Gerais. **Ciência Dinâmica**, v. 11, n. 2, p. 41-65, 2020.

ROQUE, S. Q.; FALCÃO, L. A.; RECH, A. R.; SILVA, J. O.; OLIVEIRA, P. S.; FERREIRA, K. F.; DO ESPÍRITO-SANTO, M. M. Reproductive biology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in preserved and degraded Cerrado areas in Brazil. **Botany**, v. 101, n. 9, p. 357-365, 2023.

SÁ JÚNIOR, A. D. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SANTOS, S. D. J.; GOMES, L. J. Consumo e procedência de lenha pelos estabelecimentos comerciais de Aracaju-SE. **Revista da Fapese**, v. 5, n. 1, p. 155-164, 2009.

SILVA, C. D. O. F.; MANZIONE, R. L.; CALDAS, M. M. Net water flux and land use shifts across the Brazilian Cerrado between 2000 and 2019. **Regional Environmental Change**, v. 23, n. 4, p. 151, 2023.

SILVA, L. H. P. D.; PINTO, L. C. L.; TEIXEIRA, S. A. D. M.; DRUMOND, M. A. Pequi fruit (*Caryocar brasiliense*) in Minas Gerais: commercialization and public policy. **Floresta e ambiente**, v. 27, p. e20171129, 2020.

SILVA, P. A. D. D.; SCARIOT, A. Phenology, biometric parameters and productivity of fruits of the palm *Butia capitata* (Mart.) Beccari in the Brazilian cerrado in the north of the state of Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, p. 580-589, 2013.

STANLEY, D.; VOEKS, R.; SHORT, L. Is non-timber forest product harvest sustainable in the less developed world? A systematic review of the recent economic and ecological literature. **Ethnobiology and Conservation**, v. 1, 2012.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 18, n. 2, p. 329-340, 2014.

VALLI, M.; RUSSO, H. M.; BOLZANI, V. S. The potential contribution of the natural products from Brazilian biodiversity to bioeconomy. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 763-778, 2018.

VANBERGEN, A.J.; INITIATIVE, T.I.P. Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 11, n. 5, p. 251-259, 2013.

VIRAPONGSE, A. Social mechanisms and mobility: Buriti palm (*Mauritia flexuosa*) extractivism in Brazil. **Human Ecology**, v. 45, n. 1, p. 119-129, 2017.

WOLOWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, A. R., VARASSIN, I. G.; MAUÉS, M.; FREITAS, L.; SILVA, C. I. **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. São Carlos: Editora Cubo, 2019.

YAMADA, M.; GHOLZ, H. L. An evaluation of agroforestry systems as a rural development option for the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 55, p. 81-87, 2002.

YANG, S.; ZHAO, W.; LIU, Y.; CHERUBINI, F.; FU, B.; PEREIRA, P. Prioritizing sustainable development goals and linking them to ecosystem services: A global expert's knowledge evaluation. **Geography and Sustainability**, v. 1, n. 4, p. 321-330, 2020.