



Conversão de cerrado em pastagens e suas consequências para a reprodução do pequizeiro (*Caryocar brasiliense*)

Conversion of cerrado into pastures and its consequences for the reproduction of pequizeiro
(*Caryocar brasiliense*)

Pedro Henrique Azevedo Morais¹
Luiz Alberto Dolabela Falcão²
Iaciara Geórgia Silveira Cardoso³
Priscila Santos Oliveira⁴
Mário Marcos do Espírito Santo⁵

RESUMO

Objetivo: Verificar se os efeitos da transformação do Cerrado preservado em ambiente degradado, afetam a produção e qualidade dos frutos de *C. brasiliense* no norte de Minas Gerais. **Método:** O estudo foi conduzido nesses dois ambientes do Cerrado e em cada área, mediu-se diâmetro altura do peito e altura dessa espécie. Os frutos foram coletados, pesados e abertos para a contagem de sementes viáveis e abortadas. Todas as sementes foram pesadas e a porcentagem de sementes abortadas e frutos predados foi calculada. **Resultados:** Foram abertos 1.723 frutos e 5.025 sementes foram avaliadas. O peso dos frutos, das sementes e a sua quantidade foi maior em ambientes degradados. A proporção de sementes abortadas e frutos predados não diferiram entre os ambientes. Por fim, a altura e a área basal também foram maiores em ambientes degradados. **Conclusão:** Antropização de áreas do Cerrado pode modificar a qualidade dos frutos do pequizeiro, sendo frutos mais pesados em áreas degradadas. Entretanto, estudos futuros devem avaliar o potencial de germinação dessa espécie.

Palavras-chave: Cerrado; Degradação do habitat, Produção de Frutos, Sucesso Reprodutivo

- 1 Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Uso dos Recursos Naturais, Departamento de Biologia Geral, Montes Claros- MG. Email: pedrohazevedo@yahoo.com.br, <https://orcid.org/0009-0009-8662-6744>.
2 Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Uso dos Recursos Naturais, Departamento de Biologia Geral, Montes Claros- MG. Email: luizdolabelafalcao@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5268-684X>.
3 Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Uso dos Recursos Naturais, Departamento de Biologia Geral, Montes Claros- MG. Email: iaciara.cardoso@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1302-295X>.
4 Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Uso dos Recursos Naturais, Departamento de Biologia Geral, Montes Claros- MG. Email: priscilaoliveira12366@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5409-977X>.
5 Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Uso dos Recursos Naturais, Departamento de Biologia Geral, Montes Claros- MG. Email: mario.marcos@unimontes.br, <https://orcid.org/0000-0001-8274-3075>.

Recebido em

30-06-2024

Aceito em

26-08-2024

Publicado em

26-10-2024

ABSTRACT

Objective: To verify whether the effects of the transformation of the preserved Cerrado into a degraded environment affect the production and quality of *C. brasiliense* fruits in northern Minas Gerais. **Method:** The study was conducted in these two Cerrado environments and in each area, the diameter, breast height and height of this species were measured. The fruits were collected, weighed and opened to count viable and aborted seeds. All seeds were weighed and the percentage of aborted seeds and predated fruits was calculated. **Results:** 1,723 fruits were opened and 5,025 seeds were evaluated. The weight of the fruits, seeds and their quantity were greater in degraded environments. The proportion of aborted seeds and predated fruits did not differ between environments. Finally, height and basal area were also greater in degraded environments. **Conclusion:** Anthropogenic changes in Cerrado areas may modify the quality of pequi fruits, with fruits being heavier in degraded areas. However, future studies should evaluate the germination potential of this species.

Keywords: Cerrado; Habitat Degradation, Fruit Production, Reproductive Success

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é o segundo bioma mais extenso do Brasil^{1,2}, cobrindo cerca de um quarto do território nacional³ e estando presente em estados de todas as regiões do país^{4,5}. Este bioma é composto por um mosaico de diferentes vegetações^{6,7}, que vão desde florestas densas de savana até áreas de vegetação aberta⁸, favorecendo assim, uma alta diversidade de espécies. Somente este bioma, abriga 30% da riqueza de espécies brasileiras⁹, além de apresentar um elevado nível de endemismo¹⁰⁻¹². Devido a esses fatores, o Cerrado pode ser considerado um dos mais importantes *hotspots* de biodiversidade¹⁰ sendo um provedor de vários serviços ecossistêmicos^{13,14} e fundamental na manutenção da biodiversidade e no abastecimento de água doce no Brasil¹⁵. No entanto, nos últimos 30 anos, o Cerrado passou por intensas mudanças no uso e cobertura da terra¹⁶.

Entre 2000 e 2017 mais de 14 mil km² de vegetação nativa desse bioma foram convertidos para agricultura e pecuária¹⁷, sendo estes, os principais impulsionadores da perda de vegetação nesse ambiente^{13,18}. A criação de gado também pode afetar o recrutamento e a densidade das plantas^{19,20}, convertendo assim, as paisagens em sistema estrutural e funcionalmente degradados²¹. Essa conversão do habitat pode levar a alterações nas condições

ideais, influenciando na persistência de plantas a longo prazo²²⁻²⁴. A conversão do habitat também pode afetar negativamente o sucesso reprodutivo de muitas espécies de plantas²⁵⁻²⁸, como a espessura dos frutos, relatado para a espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae)²⁹ e perdas na viabilidade das sementes de *Polylepis australis* (Rosaceae)³⁰. Além disso, pode reduzir a germinação das sementes^{22,31} e a diminuição da predação de sementes^{32,33}. De Lima et al., (2023)³⁴ também observou que a densidade da palmeira-chave *Syagrus coronata* (Fabaceae) vai ser menor quando encontrada em locais com altos níveis de perturbação. Apesar dos impactos negativos, não há uma indicação que essa mudança do uso da terra irá diminuir²¹. Assim, para se ter estratégias de conservação e gestão, é preciso compreender como as populações de plantas respondem a esses ecossistemas degradados^{35,36}, principalmente em espécies nativas, como é o caso do *Caryocar brasiliense*.

Caryocar brasiliense Camb. (Caryocaraceae), chamada comumente de pequizeiro, está presente em ampla distribuição no planalto central do Cerrado³⁷, sendo uma das espécies mais representativas economicamente deste bioma³⁸. Esta espécie pode atingir 180 plantas/ha ou ter 43 plantas/ha que estarão espalhadas a 15m de distância entre si³⁹. A sua floração ocorre após a queda de suas folhas velhas, com uma produção de novos brotos durante a estação seca, a partir de agosto³⁹. O pequizeiro é de grande importância ecológica, econômica e social para os habitantes da região⁴⁰. Essa sua importância, juntamente com o seu declínio severo e a destruição de suas populações que é causado pela degradação da terra, contribui para tornar ilegal a sua exploração madeireira em alguns estados¹⁹. Em Minas Gerais, o *Caryocar brasiliense* está protegido pela lei estadual 20.308/2012, determinando essa espécie em preservação permanente e imune ao corte. Apesar de várias estratégias para preservar o pequizeiro, é comum observar as suas árvores em matrizes totalmente modificadas²³ e isso acaba afetando também as populações de animais que interagem com essa planta⁴¹.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo verificar se os efeitos da transformação do Cerrado nativo (ambientes preservados) em pastagens (ambientes degradados) afetam a produção e qualidade dos frutos de *Caryocar brasiliense* no norte de Minas Gerais. Para isso, testamos as seguintes hipóteses (i) o peso dos frutos e sementes difere entre ambientes preservados e degradados, sendo maior em ambientes preservados, uma vez que, a atividade de agentes polinizadores seja maior, aumentando a eficiência da polinização

cruzada e, por consequência, a qualidade de frutos e sementes; (ii) o número de sementes por fruto e a porcentagem de sementes abortadas é maior em ambientes preservados, devido à maior eficiência da polinização cruzada; (iii) a predação de sementes é maior em ambientes degradados, devido à ausência de inimigos naturais dos predadores; (iv) altura e área basal do *Caryocar brasiliense* diferem entre ambientes preservados e degradados, sendo menor em ambientes degradados devido à menor fertilidade do solo.

MÉTODO

Área de estudo

O estudo foi conduzido em Bonito de Minas, Montezuma, Cônego Marinho, Japonvar e Mirabela, municípios localizados no norte do estado de Minas Gerais (Figura 1). Essas áreas são unidades de conservação (Parque Estadual Veredas do Peruaçu, em Bonito de Minas; e Parque Estadual de Montezuma, em Montezuma) e reservas legais de propriedades privadas (Cônego Marinho, Japonvar, Mirabela). O clima predominante na região é o semiárido (Aw, segundo a classificação de Köppen)⁴².

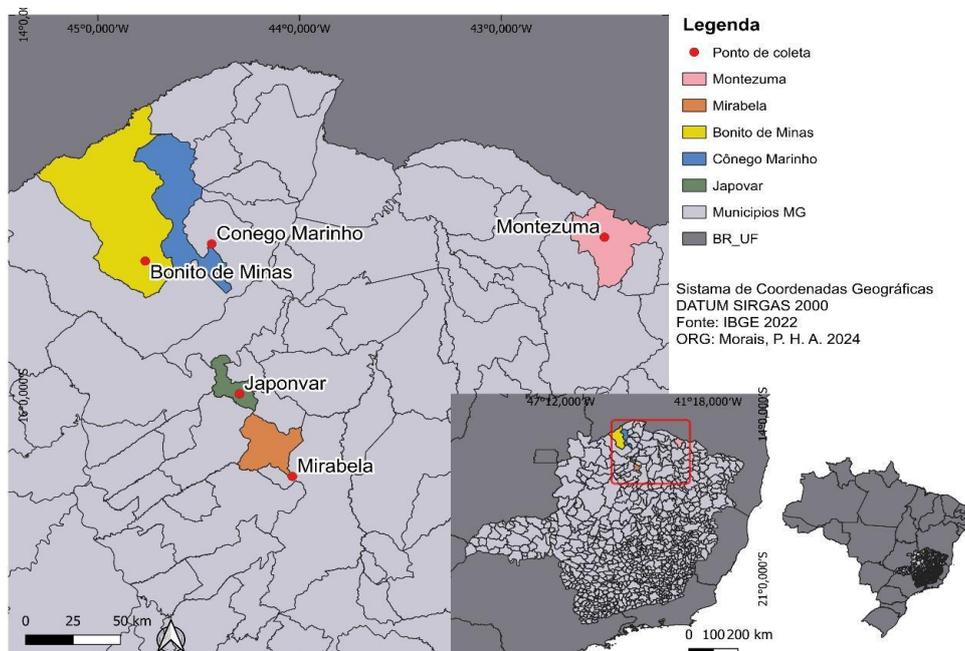


Figura 1. Localização dos ambientes estudados nos cinco municípios no norte de Minas Gerais, Brasil, inseridos no bioma Cerrado.

Desenho Amostral

As amostragens foram realizadas entre novembro de 2022 e janeiro de 2023, período de frutificação do pequizeiro. Em cada município foi determinado dois ambientes do Cerrado: um ambiente degradado, que foi convertido em pastagem e um ambiente preservado, onde os impactos antrópicos eram relativamente baixos. Para a amostragem do *Caryocar brasiliense* foram selecionados 40 indivíduos em Japonvar, Bonito de Minas e Cônego Marinho (20 indivíduos no ambiente preservado e 20 no ambiente degradado). Em Montezuma e Mirabela foram selecionados 30 indivíduos (15 indivíduos no ambiente preservado e 15 indivíduos no ambiente degradado). Totalizando 180 indivíduos de *Caryocar brasiliense* amostrados nos cinco pontos de amostragem. Para cada indivíduo mediu-se o diâmetro à altura do peito (DAP), para obtenção da área basal e a sua altura (m) foi estimada de forma visual.

Em cada indivíduo, 10 frutos foram selecionados aleatoriamente, totalizando 1800 frutos nas dez áreas. Após a coleta, esses frutos foram conduzidos ao laboratório, onde foram pesados e abertos para a contagem das sementes viáveis (completamente desenvolvidas - tamanho) e abortadas (visivelmente menores)⁴³. Posteriormente, essas sementes também foram pesadas. As sementes abortadas por fruto também tiveram a sua porcentagem calculada. Foi verificado também, os frutos que apresentaram algum sinal de dano, considerando que ocorreu uma predação, mesmo não havendo sinal aparente de danos às sementes. Sendo calculado assim, a porcentagem de frutos predados.

Análises de dados

A fim de verificarmos se o peso dos frutos e sementes, o número de sementes por fruto e porcentagem de sementes abortadas e frutos predados (variáveis respostas) são influenciados pelo ambiente preservado e degradado (variável explicativa), foram realizados modelos lineares generalizados (GLM). Para essas análises, construímos os modelos com base nos valores médios de cada indivíduo amostrado. Todas essas análises foram construídas com base nos valores médios para cada indivíduo. Por fim, para determinar se a altura e a área basal (πr^2) do *Caryocar brasiliense* também eram afetadas por esse ambiente, um novo GLM foi realizado. Análises de resíduos foi utilizado em alguns modelos para a adequação de distribuição de erros⁴⁴ e todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa R versão 4.4.1⁴⁵.

RESULTADOS

No total, foram abertos e pesados 1.723 frutos de *Caryocar brasiliense*, sendo 886 em ambientes preservados e 837 em ambientes degradados. Verificamos que o peso dos frutos variou de $93,5 \pm 42,7$, sendo significativamente maior ($p < 0,05$) em ambientes degradados (Figura 2A). Destes frutos, 5.025 sementes foram avaliadas (2.386 em ambientes preservados e 2.639 em ambientes degradados). O número de sementes por fruto também diferiu entre os ambientes ($p < 0,05$), sendo maior nos ambientes degradados (Figura 2B, Anexo 2).

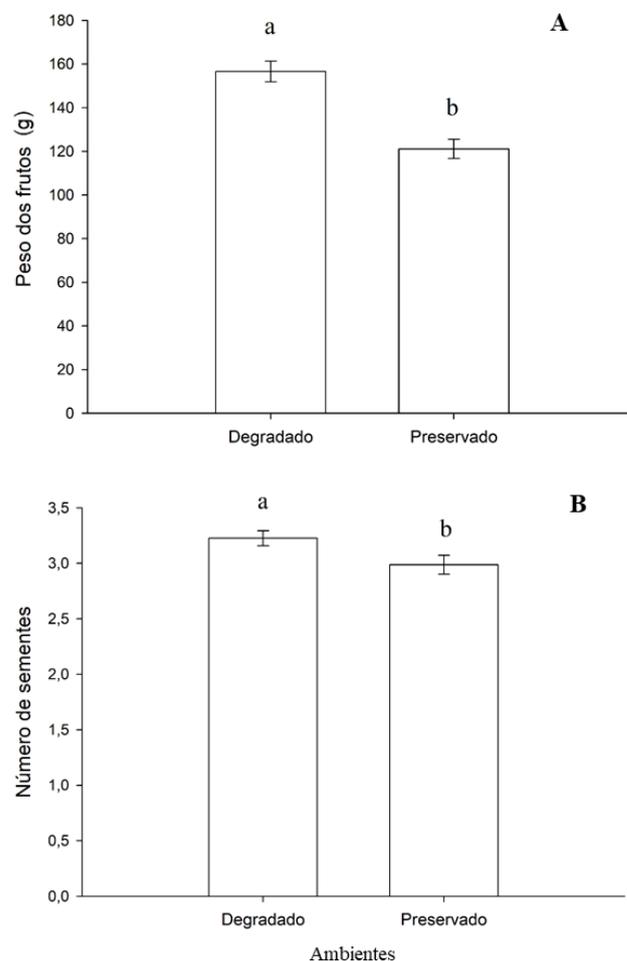


Figura 2: Peso médio dos frutos em gramas (A) e número médio de sementes por fruto (unidade) (B) de *C. brasiliense* em ambiente degradados e preservados de cerrado no norte de Minas Gerais. Letras distintas sobre as barras indicam diferenças estatisticamente significativas.

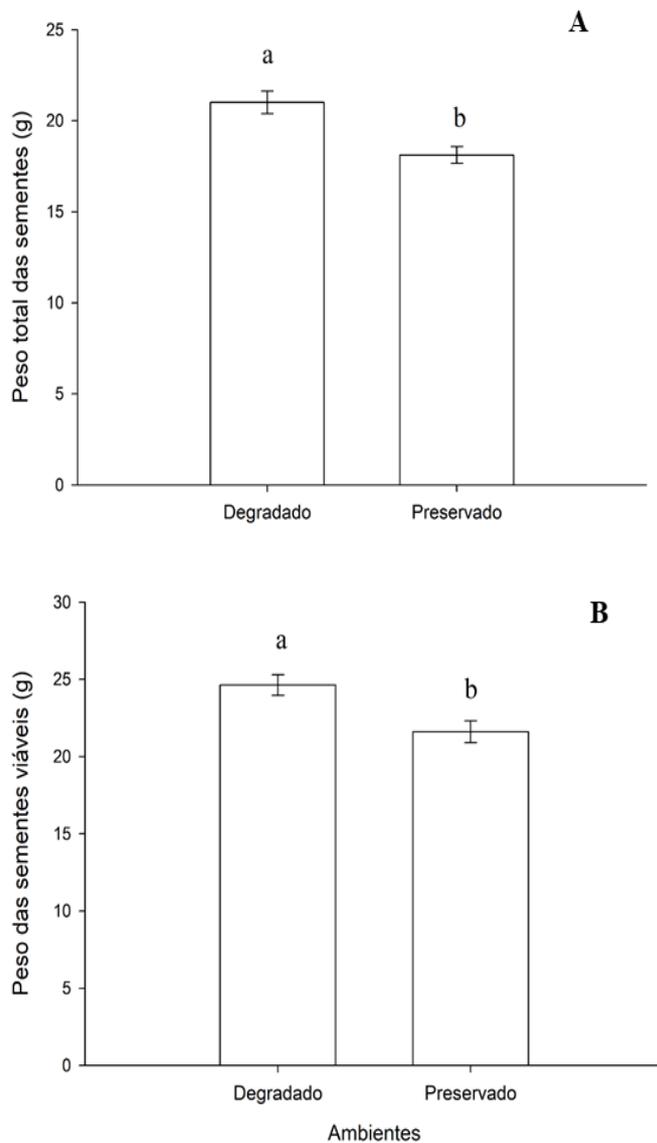


Figura 3: Peso médio das sementes (abortadas e viáveis) (A) e somente das sementes viáveis (B) de *C. brasiliense* em ambientes degradados e preservados de cerrado no norte de Minas Gerais. Letras distintas sobre as barras indicam diferenças estatisticamente significativas.

Em relação ao peso das sementes, ela também foi maior em ambientes degradados ($p < 0.05$) (Figura 3, Anexo 2). Entretanto, os ambientes preservados e degradados não afetaram a proporção de sementes abortadas e frutos predados (Figura 4, Anexo 2). Por fim, a altura e área basal do *Caryocar brasiliense* também diferiram entre os ambientes ($p < 0,05$), sendo maiores nos ambientes degradados (Figura 5, Anexo 2).

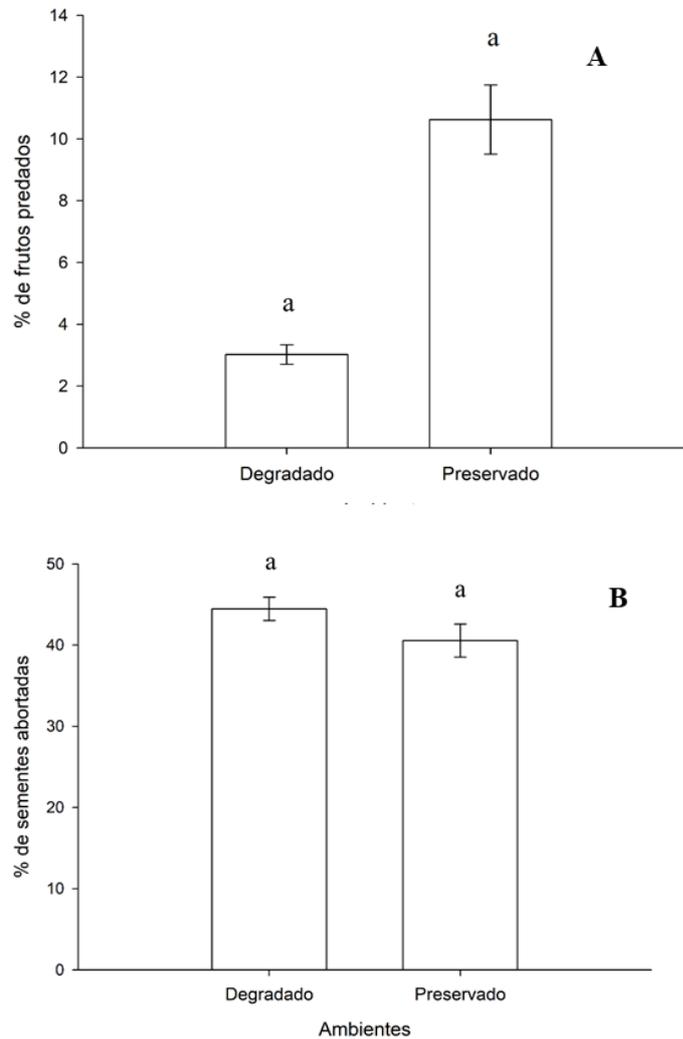


Figura 4: Porcentagem média de sementes abortadas por fruto (A) e porcentagem média de frutos predados por indivíduo de *C. brasiliense* em ambientes degradados e preservados de cerrado no norte de Minas Gerais. Não foram encontradas diferenças significativas para ambas as variáveis.

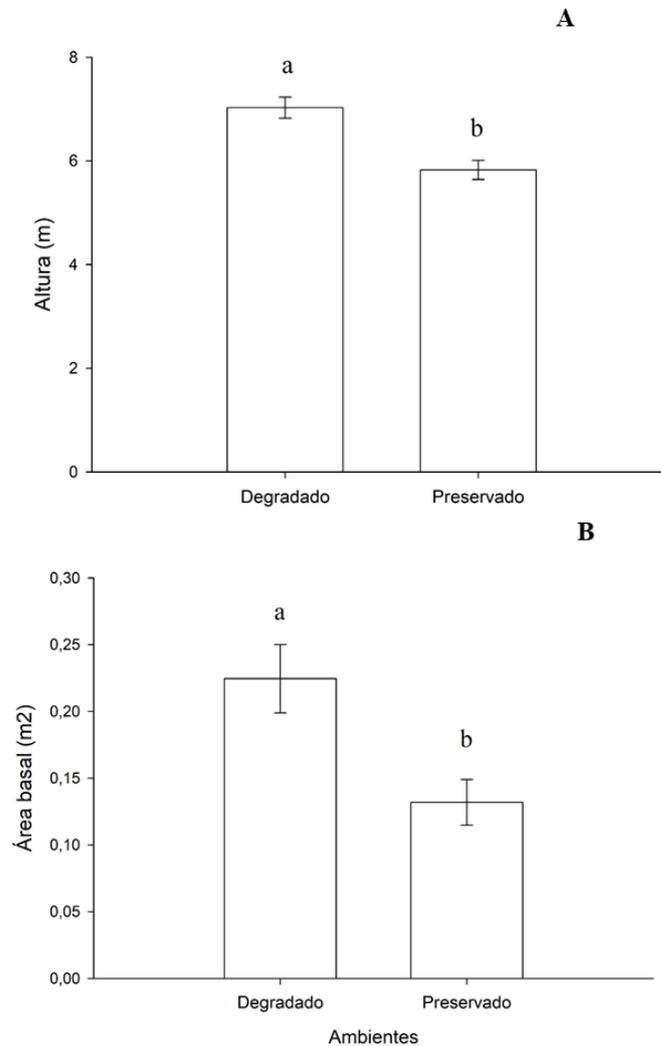


Figura 5: Área basal (A) e altura (B) médias de indivíduos de *C. brasiliense* em ambientes degradados e preservados de cerrado no norte de Minas Gerais (n = 90 por área). Letras distintas sobre as barras indicam diferenças estatisticamente significativas.

DISCUSSÃO

Neste estudo, destacamos uma influência dos ambientes degradados na produção de frutos, aborto, predação de sementes, altura e área basal do *Caryocar brasiliense* no bioma Cerrado. Somente a porcentagem de sementes abortadas e frutos predados não foram

influenciados pelo ambiente. Vale ressaltar, que as espécies vegetais podem ser impactadas de diferentes formas devido a mudança no uso da terra^{46,47}. Destacamos que o peso dos frutos e das sementes foi maior em ambientes degradados e isso pode ser explicado devido a uma redução da competição interespecífica⁴⁸ (Roque et al., 2023), uma vez que, ambientes degradados não apresentam uma alta diversidade de espécies vegetais, o que favorece cada indivíduo do pequiheiro na obtenção de recurso e com isso leva a um maior desenvolvimento e investimento nos seus frutos e sementes⁴⁹ (Park et al., 2003). A quantidade de sementes amostradas, também foi maior em ambientes degradados e isso, devido a diminuição na cobertura vegetal que acontece com o aumento da degradação, no caso das pastagens, o que implica na diminuição do estresse competitivo para os componentes das plantas, favorecendo assim, a alocação de mais energia na produção de sementes^{50,51}.

Em relação a porcentagem de sementes abortadas, observamos que ela não difere entre os ambientes, sendo assim, nossos resultados sugerem que a polinização não se restringe devido a degradação da área²⁹. Os principais polinizadores do *C. brasiliense* são os morcegos⁵² e embora a degradação possa afetar a disponibilidade de recursos e a estrutura do habitat, os morcegos são suscetíveis a uma gama mais ampla de perturbações ambientais⁵³. A predação de frutos também não foi influenciada pelos ambientes, o que pode estar relacionado a baixa quantidade de frutos predados, (apenas 2,4%) contrariando nossa terceira predição.

Jazen (1970)⁵⁴ afirma que a taxa de ataques dos insetos, pode estar relacionado a característica morfológica do fruto, uma vez que, quanto maior a disponibilidade e a visibilidade dos recursos para os insetos, maior a chance de ataque. Até onde sabemos, existem pouquíssimos estudos sobre os efeitos da degradação de hábitat na predação de frutos de *C. brasiliense*, apesar da importância econômica dessa espécie. Em um deles, Leite et al. (2012)⁵⁵ encontrou maior porcentagem de frutos brocados em áreas de pastagem (15,2%) do que no cerrado preservado (9,8%), além de uma maior riqueza e abundância de herbívoros e seus predadores (aranhas) em pequiheiros em áreas de pastagem do que no cerrado preservado. Em contrapartida, Santos et al. (2021)⁵⁶ também encontrou baixa perda de frutos (9,44%) e sementes (6,89%), isso devido ao período pré-dispersão em que os frutos foram coletados. Dos 19 pequiheiros, pelo menos um dos frutos estava predado, 11 estavam em um ambiente preservado e 8 em um ambiente de pastagem.

Os indivíduos de *C. brasiliense* também tiveram maior altura e área basal em ambientes degradados do que em ambientes preservados, como observado em estudos similares^{48,55}. Esse padrão também foi observado em outra árvore do Cerrado, como *Anadenanthera peregrina* (Fabaceae)⁵⁷. Isso pode ser explicado, devido à baixa densidade e conseqüentemente a reduzida competição pelas árvores vizinhas^{58,59}. Além de solos de pastagem serem mais argilosos, conter pH mais ácido e maior teor de alumínio, o que contribui para pequizeiros mais saudáveis e conseqüentemente mais desenvolvidos⁶⁰. Sendo assim, as condições ambientais que áreas antropizadas apresentam, como alta incidência de radiação, extremos de temperatura e umidade podem não ser um fator estressante para as espécies de *C. brasiliense*, assim, como visto em outra Fabaceae⁶¹. Além disso, estudos demonstram que espécies que apresentam uma grande variedade de polinizadores ou dispersores de sementes podem prosperar bem em habitats perturbados^{62,63}.

CONCLUSÃO

Este estudo permitiu concluir que houve diferenciações significativas nos pequizeiros em ambientes caracterizados como preservados e degradados. Isso em relação ao peso dos frutos, número e peso das sementes e área basal, em contrapartida não houve diferença entre a porcentagem de frutos predados e sementes abortadas. Nossos resultados demonstraram que a antropização de áreas do Cerrado pode modificar a qualidade dos frutos do pequizeiro, onde frutos mais pesados podem ser encontrados em áreas degradadas. Entretanto, a preservação do habitat natural do Cerrado, continua sendo de extrema importância para a conservação da biodiversidade. Vale destacar, que a conservação do pequizeiro também precisa ocorrer de forma adequada, não apenas proibindo o seu corte, mas também preservando a vegetação ao seu redor.

Além disso, estudos futuros, devem avaliar o potencial de germinação dessa espécie, sendo que vários fatores ecológicos e evolutivos, como o tamanho do fruto e da semente podem afetar esse processo. Compreender a variabilidade genética do pequizeiro também ajudará elucidar questões acerca do seu sucesso reprodutivo. Apesar do *C. brasiliense* ser uma fonte de renda alternativa para os agricultores, o Cerrado precisa ser conservado, uma vez que, ele é o

banco natural do material genético dessa espécie, já que o pequiizeiro é uma espécie nativa desse bioma. Portanto, é recomendado que pesquisas sobre educação e planejamento agrícola em comunidades rurais sejam desenvolvidas, para que assim, ocorra uma maior preservação desta espécie em áreas do cerrado em Minas Gerais, Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (processo 308623/2021-05) e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (processos CRA-APQ-01682-18 e CRA-APQ- 03372-23) pelo financiamento, e ao IEF, CAA (Centro de Agricultura Alternativa) e Laboratório de Ecologia Evolutiva - Unimontes pelo apoio e logística.

REFERÊNCIAS

1. NÓBREGA, R. L. B. et al. Effects of conversion of native cerrado vegetation to pasture on soil hydro-physical properties, evapotranspiration and streamflow on the Amazonian agricultural frontier. *PLOS ONE*, v. 12, n. 6, p. 14, 2017.
2. SCHWAIDA, S. F. et al. Defining priorities areas for biodiversity conservation and trading forest certificates in the Cerrado biome in Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 32, n. 6, p. 1807–1820, 2023.
3. FINES, B.; CURVO, L. R. V. O uso Indevido do Cerrado Brasileiro Reduz as Chances de uma Agricultura Sustentável. *Desarrollo Local Sostenible*. v. 12, n 35, p. 1988-5245, 2019.
4. OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome. *Columbia University*. p. 91–120. 2002.
5. HUNKE, P. et al. The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. *Ecohydrology*, v. 8, n. 6, p. 1154–1180, 2015.
6. BATALHA, M. A. O cerrado não é um bioma. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 1, p. 21–24, 2011.
7. GMACH, M.-R. et al. Soil organic matter dynamics and land-use change on Oxisols in the Cerrado, Brazil. *Geoderma Regional*, v. 14, p. e00178, 2018.
8. RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. p. 89-166, 1998.
9. FRANÇOSO, R. D. et al. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. *Natureza & Conservação*, v. 13, n. 1, p. 35–40, 2015.

10. MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.
11. ESPÍRITO-SANTO, M. M. et al. 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.
12. COLLI, G. R.; VIEIRA, C. R.; DIANESE, J. C. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. *Biodiversity and Conservation*, v. 29, n. 5, p. 1465–1475, 2020.
13. STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017.
14. RESENDE, F. M. et al. Consequences of delaying actions for safeguarding ecosystem services in the Brazilian Cerrado. *Biological Conservation*, v. 234, p. 90–99, 2019.
15. OVERBECK, G. E. et al. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and Distributions*. v. 21, p. 1455-1460, 2015.
16. COLMAN, C. B. et al. Identifying priority regions and territorial planning strategies for conserving native vegetation in the Cerrado (Brazil) under different scenarios of land use changes. *Science of The Total Environment*, v. 807, p. 150998, 2022.
17. GRANDE, T. O.; AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B. Heating a biodiversity hotspot: connectivity is more important than remaining habitat. *Landscape Ecology*, v. 35, n. 3, p. 639–657, 2020.
18. NEWBOLD, T. et al. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, v. 520, n. 7545, p. 45–50, 2015.
19. GIROLDO, A. B.; SCARIOT, A. Land use and management affects the demography and conservation of an intensively harvested Cerrado fruit tree species. *Biological Conservation*, v. 191, p. 150–158, 2015.
20. SÁ, D.; SCARIOT, A.; FERREIRA, J. B. Effects of ecological and anthropogenic factors on population demography of the harvested *Butia capitata* palm in the Brazilian Cerrado. *Biodiversity and Conservation*, v. 29, n. 5, p. 1571–1588, 2020.
21. MCALPINE, C. A. et al. Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. *Global Environmental Change*, v. 19, n. 1, p. 21–33, 2009.
22. ASHWORTH, L.; MARTÍ, M. L. Forest Fragmentation and Seed Germination of Native Species from the Chaco Serrano Forest: Forest Fragmentation and Seed Germination. *Biotropica*, v. 43, n. 4, p. 496–503, 2011.
23. GALETTI, M. et al. Functional Extinction of Birds Drives Rapid Evolutionary Changes in Seed Size. *Science*, v. 340, n. 6136, p. 1086–1090, 2013.
24. ORIOLI, L.; SCARIOT, A. Land management for cattle farming affects the persistence of an important fruit tree in the Brazilian Savanna. *Flora*, v. 285, p. 151950, 2021.
25. HADDAD, N. M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advanced*. v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.
26. BROWNE, L.; KARUBIAN, J. Habitat loss and fragmentation reduce effective gene flow by disrupting seed dispersal in a neotropical palm. *Molecular Ecology*, v. 27, p. 3055-3069, 2018.

27. EMER, C. et al. Seed-dispersal interactions in fragmented landscapes. *Ecology Letters*, v. 21, p. 484-493, 2018.
28. HOOPER, E. R; ASHTON, M. S. Fragmentation reduces community-wide taxonomic and functional diversity of dispersed tree seeds in the Central Amazon. *Ecological Applications*, v. 30, n. 5, p. e02093, 2020.
29. MOREIRA, P. A; DE SIQUEIRA NEVES, F.; LOBO, J. A. Consequences of tropical dry forest conversion on diaspore fate of *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae). *Plant Ecology*, v. 222, n. 4, p. 525–535, 2021.
30. RENISON, D.; HENSEN, I.; CINGOLANI, A. M. Anthropogenic soil degradation affects seed viability in *Polylepis australis* mountain forests of central Argentina. *Forest Ecology and Management*, v. 196, p. 327-333, 2004.
31. CASCANTE, A. et al. Effects of Dry Tropical Forest Fragmentation on the Reproductive Success and Genetic Structure of the Tree *Samanea saman*. *Conservation Biology*, v. 16, n. 1, p. 137-147, 2002.
32. HERRERÍAS-DIEGO, Y. et al. Effect of forest fragmentation on fruit and seed predation of the tropical dry forest tree *Ceiba aesculifolia*. *Biological Conservation*, v. 141, n. 1, p. 241–248, 2008.
33. MENDES, C. P.; RIBEIRO, M. C.; GALETTI, M. Patch size, shape and edge distance influence seed predation on a palm species in the Atlantic forest. *Ecography*, v. 39, p. 465-475, 2016.
34. LIMA, V. V. F. D.; SCARIOT, A.; SEVILHA, A. C. Livestock and agriculture affect recruitment and the structure of a key palm for people and an endangered bird in semi-arid lands. *Journal of Arid Environments*, v. 217, p. 105036, 2023
35. HOST, G. E. et al. A Quantitative Approach to Developing Regional Ecosystem Classifications. *Ecological Applications*, v. 6, n. 2, p. 608–618, 1996.
36. NICHOLLS, A. O. How to make biological surveys go further with generalised linear models. *Biological Conservation, Australian Developments in Conservation Evaluation*. v. 50, n. 1, p. 51–75, 1989.
37. RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the Floristic Composition of the Brazilian Cerrado Vegetation III: Comparison of the Woody Vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 60, n. 1, p. 57–109, 2003.
38. GEÖCZE, K. C. et al. *Caryocar brasiliense* Camb. fruits from the Brazilian Cerrado as a rich source of carotenoids with pro-vitamin A activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 101, p. 103943, 2021.
39. DE ALMEIDA, S. P. Cerrado: espécies vegetais úteis. Embrapa-Cpac, 1998.
40. FERNANDES, L. C. et al. Abundância de insetos herbívoros associados ao pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Cambess.). *Revista Árvore*, v. 28, n. 6, p. 919–924, 2004.
41. FALCÃO, L. A. D. et al. Comunidade de murciélagos filostómidos associada a *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). *Brenesia*. v. 73, n.74, p. 150-153, 2010.
42. PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*. v. 11, p. 1633-1644, 2007.
43. ARATHI, H. S. et al. Seed abortion in *Pongamia pinnata* (Fabaceae). *American Journal of Botany*, v. 86, n. 5, p. 659–662, 1999.
44. CRAWLEY, M. J. *Statistics: An Introduction Using R*. John Wiley & Sons, 2014.

45. DOBSON, A. J.; BARNETT, A. G. An Introduction to Generalized Linear Models. Chapman and Hall/CRC, v. 4, 2018.
46. HENLE, K. et al. Predictors of Species Sensitivity to Fragmentation. *Biodiversity and Conservation*, v. 13, n. 1, p. 207–251, 2004.
47. WINFREE, R.; BARTOMEUS, I.; CARIVEAU, D. P. Native Pollinators in Anthropogenic Habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 42, p. 1–22, 2011.
48. ROQUE, S. Q. et al. Reproductive biology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in preserved and degraded Cerrado areas in Brazil. *Botany*, v. 101, n. 9, p. 357–365, 2023.
49. PARK, S. E.; BENJAMIN, L. R.; WATKINSON, A. R. The theory and application of plant competition models: an agronomic perspective. *Annals of Botany*, v. 92, n. 6, p. 741–748, 2003.
50. GADGIL, M.; SOLBRIG, O. T. The Concept of r- and K-Selection: Evidence from Wild Flowers and Some Theoretical Considerations. *The American Naturalist*, v. 106, n. 947, p. 14–31, 1972.
51. NEWELL, S. J.; TRAMER, E. J. Reproductive Strategies in Herbaceous Plant Communities During Succession. *Ecology*, v. 59, n. 2, p. 228–234, 1978.
52. 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.
53. ALTRINGHAM, J.; KERTH, G. Bats and Roads. Em: VOIGT, C. C.; KINGSTON, T. (Eds.). *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Cham: Springer International Publishing, p. 35–62, 2016.
54. JANZEN, D. H. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. *The American Naturalist*, v. 104, n. 940, p. 501–528, 1970.
55. LEITE, G. L. D. et al. Habitat Complexity and *Caryocar brasiliense* Herbivores (Insecta: Arachnida: Araneae). *Florida Entomologist*, v. 95, n. 4, p. 819–830, 2012a.
56. SANTOS, R. A.; LIMA, V. O. B.; SILVA, T. G. M. Occurrence Of Insect Pests in Fruits of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in the North of Minas Gerais. *Revista Caatinga*, v. 34, n. 3, p. 631–639, 2021.
57. ATHAYDE, E. A.; MORELLATO, L. P. C. Anthropogenic edges, isolation and the flowering time and fruit set of *Anadenanthera peregrina*, a cerrado savanna tree. *International Journal of Biometeorology*, v. 58, n. 4, p. 443–454, 2014.
58. FUCHS, E. J.; LOBO, J. A.; QUESADA, M. Effects of Forest Fragmentation and Flowering Phenology on the Reproductive Success and Mating Patterns of the Tropical Dry Forest Tree *Pachira quinata*. *Conservation Biology*, v. 17, n. 1, p. 149–157, 2003.
59. BROUWER, R. G. et al. Establishment success of Brazil nut trees in smallholder Amazon forest restoration depends on site conditions and management. *Forest Ecology and Management*, v. 498, p. 119575, 2021.
60. LEITE, G. L. D. et al. The mortality of *Caryocar brasiliense* in northern Minas Gerais State, Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 34, n. 2, p. 131–137, 2012b.
61. CARDOSO, I. B. et al. Effects of landscape disturbance on seed germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae) in Brazilian seasonally tropical dry forest: Are seeds a sensitive biomarker of environmental stress? *Ecological Indicators*, v. 125, p. 107451, 2021.

62. WRIGHT, S. J.; HERNANDEZ, A.; CONDIT, R. The Bushmeat Harvest Alters Seedling Banks by Favoring Lianas, Large Seeds, and Seeds Dispersed by Bats, Birds, and Wind. *Biotropica*, v. 39, n. 3, p. 363–371, 2007.
63. DAUSMANN, K. H. et al. Improved recruitment of a lemur-dispersed tree in Malagasy dry forests after the demise of vertebrates in forest fragments. *Oecologia*, v. 157, n. 2, p. 307–316, 2008.