

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**

**Campus de Três Lagoas
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas**

Isabela Oliveira Ferreira

**Efeito de borda em espécies arbóreas de fragmentos
de Cerrado**

Três Lagoas - MS

2024

Isabela Oliveira Ferreira

Efeito de borda em espécies arbóreas de fragmentos de Cerrado

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado à banca examinadora do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para a obtenção do título de licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: **Prof.º Dr.º Climbiê Ferreira Hall**

Três Lagoas - MS

2024

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	03
METODOLOGIA.....	07
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
CONCLUSÃO.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

Este artigo foi redigido de acordo com as normas da Revista Rodriguésia, que podem ser consultadas em: <https://rodriguesia.jbrj.gov.br/>.

RESUMO

Apesar de abranger cerca de 22% do território brasileiro e ser considerado como um *hotspot* para a conservação da biodiversidade, o Cerrado vem sofrendo um processo intenso de fragmentação de habitats devido pressões antrópicas. Ocupando a maior parte em área do estado de Mato Grosso do Sul, esse bioma têm sido o principal foco do agronegócio, economia forte do estado. Suas características fitofisionômicas contribuem para práticas como monocultura, pecuária, as quais alteram e agridem o ecossistema como um todo, tendo como resultado a fragmentação florestal e de habitats. O presente estudo investiga o efeito de borda em espécies arbóreas de fragmentos florestais desse bioma tão ameaçado pelas pressões antrópicas, enfatizando as alterações na composição e densidade da vegetação entre áreas marginais e interiores. Análises estatísticas revelaram que a borda é composta por árvores de menor porte e maior densidade, o que favorece espécies pioneiras devido à maior penetração de luz, enquanto o interior preserva condições mais estáveis, com indivíduos maiores e menor densidade, devido a presença de espécies clímax que competem por espaço, o que resulta no desaparecimento daquelas espécies que não são adaptadas à sombra.

Palavras-chave: Cerrado. Fragmentação de habitat. Fitofisionomia. Efeito de borda.

ABSTRACT

Despite covering around 25% of the Brazilian territory and being considered a hotspot for biodiversity conservation, the Brazilian Savannah as been undergoing an intense process of habitat fragmentation, due to anthropogenic pressures. Occupying the largest area in the state of Mato Grosso do Sul, this biome has become the primary focus of agribusiness, a strong pillar of the state's economy. Its phytophysionomic characteristics favor practices such as monoculture and livestock farming, which disrupt and degrade the ecosystem as a whole, resulting in forest and habitat fragmentation. The present study investigates the edge effects on tree species in forest fragments of this highly threatened biome, emphasizing changes in vegetation composition and density between marginal and interior areas. Statistical analyses revealed that edge zones are characterized by smaller trees and favor pioneer species due to increased light penetration and reduced vegetation cover density. Conversely, the interior preserves more stable conditions, benefiting shade-adapted species and exhibiting higher overall density.

Key-words: Brazilian Savannah. Habitat fragmentation. Phytophysionomy. Edge effect.

INTRODUÇÃO

O Brasil abriga em seu extenso território, seis biomas principais, sendo eles Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Estes foram descritos de acordo com as características climáticas e edafológicas presente em cada região em que o bioma se manifesta (Mello 2011). O estado de Mato Grosso do Sul, localizado na porção centro-oeste do país,

abrange três importantes biomas brasileiros: Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica (Figura 1). Além disso, esses biomas são fortemente influenciados pelas diversas formações florestais e fitofisionomias provenientes de outras regiões brasileiras, resultando em uma rica biodiversidade que, além do mais, é banhada pelas bacias hidrográficas dos rios Paraguai e Paraná (Silva 2010). O clima predominante no estado é o tropical semiúmido, caracterizando-se por verões chuvosos e invernos secos, porém com variações para tropical de altitude em algumas áreas (Sano 2008; Mello 2011).

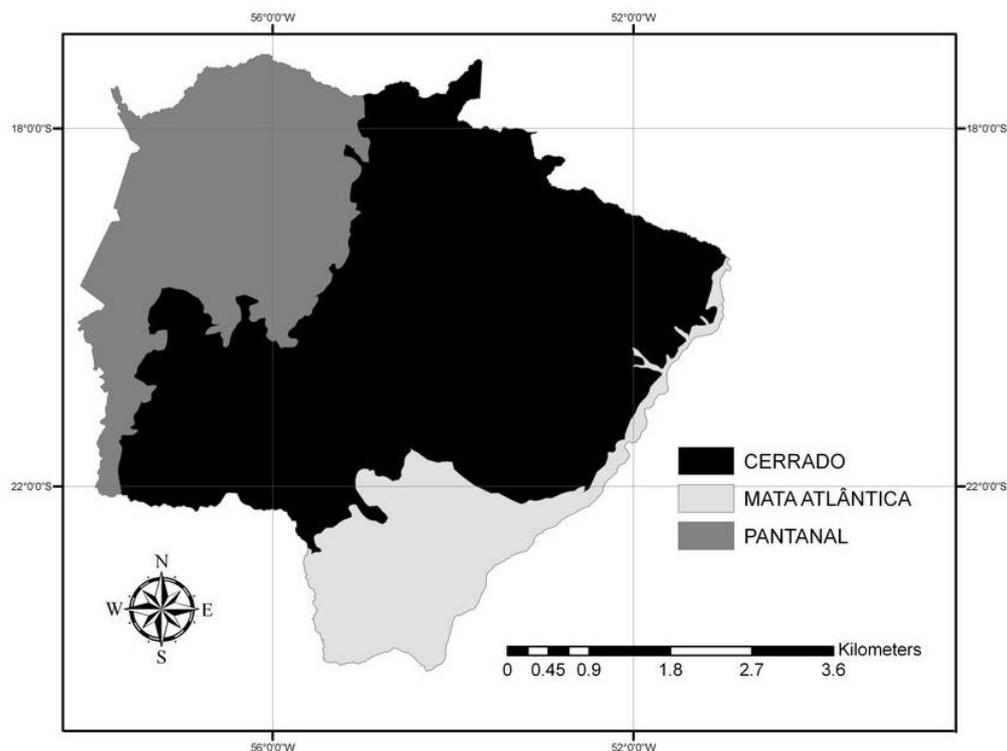


Figura 1 - Biomas ocorrentes no estado de Mato Grosso do Sul. Fonte: ResearchGate. (https://www.researchgate.net/figure/Mapa-dos-biomas-ocorrentes-no-estado-do-Mato-Grosso-do-Sul_fig4_308021733)

O Cerrado, maior bioma em extensão no estado, é também o segundo maior bioma brasileiro, ocupando cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados de área contínua e nuclear (Ribeiro & Walter 1998; Sano 2008; Nascimento 2020). Esse bioma possui uma área tão vasta que se estende de forma contínua pelos estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, parte dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia, São Paulo e ocorre em áreas isoladas ao norte, nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e ao sul, em pequenas "ilhas" no Paraguai. Além disso, o bioma Cerrado pode ser encontrado em partes menores (cerca de 1%) da Bolívia e do Paraguai (Ribeiro & Walter 1998; Sano 2008). Conhecido como o “berço das águas”, o Cerrado abriga oito das doze regiões hidrológicas presentes no Brasil, sendo uma delas o Aquífero Guarani, segunda maior reserva subterrânea de água doce do planeta (Reis et al. 2017).

A vegetação do Cerrado apresenta diversas fitofisionomias, as quais são classificadas, de acordo com Ribeiro & Walter (1998), em três tipos de formações: as florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), com maior quantidade de espécies arbóreas, e com formação de dossel, contínuo ou descontínuo; as savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) com um misto de árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo; e as campestres (Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo), áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, com poucas ou quase nenhuma espécie arbórea (Ribeiro & Walter 1998). Ainda se tratando de vegetação, o Cerrado possui uma enorme riqueza de plantas, contando com 12.669 espécies confirmadas, onde 4.125 são endêmicas (Forzza et al. 2012).

Devido sua extensão, ocupando 22% da área do território brasileiro (Ferreira & Lino 2021), e nível de ameaça, o bioma Cerrado é considerado um *hotspot* para a conservação da biodiversidade (Myers et al. 2000), com índices de endemismo superiores a 44% (Simon et al. 2009) é reconhecido como a savana mais rica do mundo (Bayma & Sano 2015). Apesar de sua extrema importância para a conservação de espécies e risco associado, o Cerrado perdeu 46% de sua cobertura vegetal nativa e apenas 19,8% ainda estão intocados (Strassburg et al. 2017). O bioma sofre constantes pressões e alterações antrópicas ao mesmo tempo em que apenas 8,21% de seu extenso território é legalmente protegido, e 2,85% destes são referentes a Unidades de Conservação de Proteção Integral (Oliveira 2020).

Práticas como a ocupação desordenada, exploração irracional, uso indiscriminado do fogo e a expansão urbana e agropecuária (Fiedler et al. 2004; Sano et al. 2010) são as principais alterações antrópicas que o Cerrado vem sofrendo desde 1970 quando a ocupação do bioma se intensificou devido à produção de carnes e grãos (Sano et al. 2010; Bernardes 2015). As pastagens cultivadas e as culturas agrícolas ocuparam 26,5% e 10,5%, respectivamente, do que corresponde 39,5% da área total do Cerrado sob diferentes usos (Sano et al. 2008). Dados mostram que, até 2002 cerca de 541.495 km² do bioma Cerrado foram convertidos em pastagens, 215.868 km² em áreas de agricultura e 31.654 km² em áreas de silvicultura (Sano et al. 2009). Como se não bastasse, 95% do algodão, 54% da soja, 55% da carne e 41% do leite, produzidos no Brasil, originaram-se do bioma Cerrado, entre 2009 e 2010 (Lahsen et al. 2016).

Como consequência das alterações antrópicas de ecossistemas naturais tem-se a fragmentação florestal e a redução de habitats, que tem como principal efeito a origem de um aglomerado composto por ambientes menores, resultando em diversas disfunções ecológicas (Ferreira et al. 2019). Dentro desse contexto, fragmentos são definidos como sendo áreas de

vegetação contínua que se transformam em pequenos remanescentes florestais, isolados um dos outros e com grandes alterações na paisagem, podendo reduzir-se a um habitat de borda (Haddad et al. 2015). Essa fragmentação de habitats gera consequências importantes para a dinâmica ecológica das espécies vegetais e animais, com destaque para o que é conhecido como efeito de borda.

Os efeitos de borda podem ser do tipo abióticos ou físicos e biológicos diretos e indiretos. As principais características dos efeitos de borda abióticos são mudanças nos fatores climáticos do ambiente, onde a borda do fragmento apresenta mais exposição ao vento, altas temperaturas, baixa umidade e alta radiação solar. Já os efeitos de borda biológicos envolvem mudanças na distribuição e na abundância de espécies, sendo consequência de fatores abióticos próximos às bordas de fragmentos, um exemplo disso é o aumento da densidade de indivíduos devido à maior produção primária causada pelos altos níveis de radiação solar. E por fim, os efeitos de borda indiretos estão relacionados às mudanças na relação interespecíficas, como predação, parasitismo, herbivoria, competição e polinização (Murcia 1995).

Em suma, efeito de borda é definido como sendo uma alteração na estrutura, na composição e/ou na abundância relativa de espécies na parte marginal de um fragmento (Forman & Gordon 1986), e, conforme esse efeito se estende para o interior do fragmento, é possível prever o quanto de área conservada ainda existe no interior, que é a área que não sofre o efeito de borda. Dessa forma, pode-se supor que quanto mais irregular e menor for o fragmento, maior será a área de contato com o interior, e maior o efeito de borda (Magnago et al. 2016).

Dentro deste contexto surge a necessidade de estudos sobre a estrutura do Cerrado e de diferentes fragmentos desse bioma, onde a análise do efeito de borda entra como principal objeto de compreensão de como a dinâmica do ecossistema está sendo influenciada pelas pressões antrópicas. Com esse trabalho espera-se contribuir com a identificação de padrões na comunidade arbórea, tais como densidade e estatura (altura e DAP), para que, com essas informações seja possível planejar a conservação e manejo do Cerrado fragmentado em Três Lagoas e Brasilândia.

Dessa maneira, a partir dos pontos supracitados, o presente trabalho teve como objetivo geral investigar e analisar as comunidades de espécies arbóreas, e os possíveis efeitos de borda que incidem sobre elas em três fragmentos de cerrado.

E para isso foram testadas três hipóteses:

- 1) A comunidade arbórea seria menos densa no interior do fragmento;

- 2) A comunidade arbórea seria mais alta no interior do fragmento;
- 3) A comunidade arbórea teria maior diâmetro na altura do peito (DAP) no interior do fragmento.

METODOLOGIA

Foram selecionados três fragmentos de cerrado denso para a realização do estudo (Figuras 2 e 3): um na Fazenda Duas Marias, situado em Brasilândia/MS (-21.001469, -52.350208); um no Horto do Matão localizado em Três Lagoas/MS (-20.433371, -51.859058); e um na fazenda Rio Verde A, também localizado em Três Lagoas/MS (-20.905945, -52.208363). Em cada fragmento foram abertas duas trincheiras de 700 m cada (Figura 2), sendo uma na borda em uma no interior, com um mínimo de 500 m da borda. Em cada trincheira foram distribuídos 14 pontos com 50 m de distância entre si, onde selecionamos alguns para realização do estudo.



Figura 2 – Fragmentos amostrados com os transectos demarcados - a) Duas Marias; b) Horto do Matão; c) Rio Verde A. Fonte: Avenza Maps.



Figura 3 – Fragmentos amostrados - a) Interior do fragmento Duas Marias; b) Borda do Fragmento Duas Marias; c) Borda do fragmento Horto do Matão; d) Interior do fragmento Horto do Matão; e) Borda do fragmento Rio Verde A; f) Interior do fragmento Rio Verde A

Dos 28 pontos presentes em cada fragmento, foram analisados: 7 pontos na borda e 4 pontos no interior do fragmento Horto do Matão; 5 pontos na borda e 4 pontos no interior do fragmento Duas Marias; e 4 pontos na borda e 4 pontos no interior do fragmento Rio Verde A. Totalizando, para este trabalho, 16 pontos analisados na borda e 12 pontos analisados no interior dos três fragmentos. Tanto para chegar aos fragmentos quanto para definir os transectos e localizar os pontos, foi utilizado o aplicativo de mapas e GPS “Avenza Maps”.

Em cada ponto amostral os dados da comunidade arbórea foram coletados através do método de ponto quadrante. Para isso, foi escolhida uma árvore central (diâmetro a altura do peito - $DAP > 5$) próxima ao ponto no transecto, a qual foi denominada “Árvore x” (A_x), e em seguida traçado um plano cartesiano com a mesma no centro. Em cada quadrante foi amostrada a árvore mais próxima do centro do plano (com $DAP > 5$), as quais foram denominadas “Árvore 1, Árvore 2, Árvore 3, Árvore 4” (A_1, A_2, A_3, A_4). Assim, em cada ponto foram amostradas cinco árvores (Figura 4). O método de amostragem em Ponto Quadrante foi escolhido por conta da grande quantidade de pontos que devemos amostrar. Para cada espécie arbórea amostrada foi anotado a espécie, altura, diâmetro a altura do peito (DAP), e distância para o ponto central (DC) do plano cartesiano.

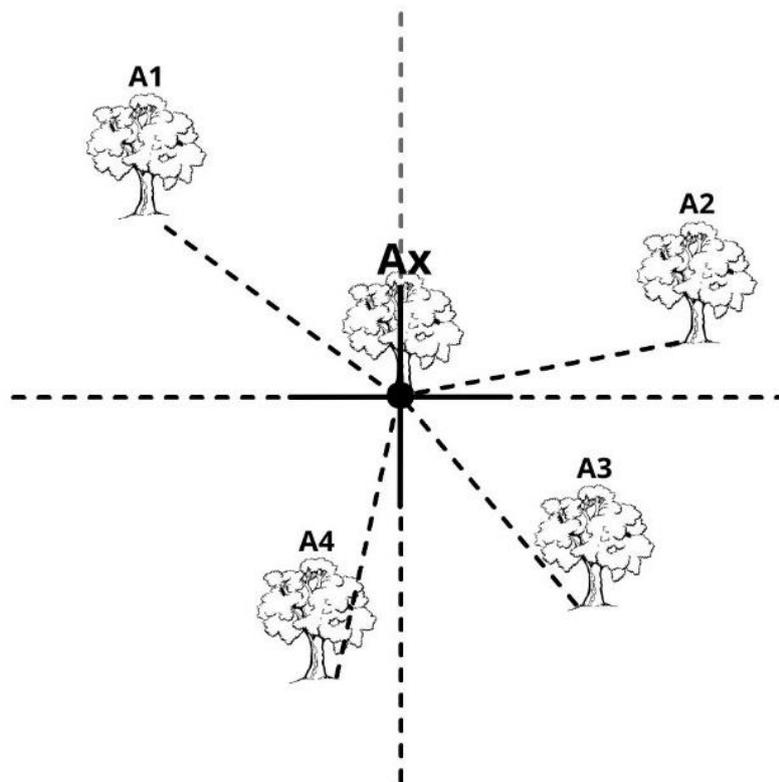


Figura 4 – Esquema gráfico do método de amostragem em Ponto Quadrante. Fonte: autoral.

Para a medição do DAP foi utilizada uma trena manual, e para medir a altura da espécie arbórea e a DC foi utilizada uma trena digital a laser (Figura 5). As coletas de exemplares e herborização seguiram as técnicas usuais da botânica (Mori *et al.* 1989). Para a coleta foram utilizados, em campo, podão, prensa botânica, jornal, papelão e tesoura de poda, após isso, os exemplares coletados foram prensados em campo com auxílio da prensa botânica. Posteriormente, foram levados à estufa para secagem e depositados no herbário de Três Lagoas (HTL), onde estão identificados e preservados em exsicata. Os materiais herborizados foram analisados com o auxílio de microscópio estereoscópico, para observação de estruturas pequenas importantes taxonomicamente, e identificados por meio da comparação com os materiais já depositados em herbários virtuais e bibliografias específicas.



Figura 5 – Coleta de dados - a) Prensagem de exemplar coletado em campo; b) Coleta do DAP com trena manual; c) Coleta de altura com trena digital à laser; d) Exemplar de espécie arbórea coletado com inflorescência (*Eriotheca pubescens*); e) Processo de identificação e herborização dos exemplares coletados; f) Processo de análise de estruturas reduzidas com microscópio estereoscópico.

Para a análise dos parâmetros fitossociológicos foi utilizado um teste t , onde comparamos as médias entre a borda e o interior das áreas amostradas, para as variáveis DAP, DC e altura. Para a utilização do teste t foi analisada a normalidade dos dados através de um teste de Shapiro. Para realizar a análise estatística de dados e gerar gráficos comparativos foi utilizado o software R, versão R - 3.2.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dos 28 pontos amostrais, foram coletados os dados para um total de 140 espécimes arbóreos (e.g Figura 6). A espécie *Copaifera langsdorffii* Desf., foi a mais abundante nesses fragmentos, com 14 exemplares identificados. Em se tratando de família, a mais abundante foi a Fabaceae, com 20 exemplares identificados, incluindo as espécies *C. langsdorffii*, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Dipteryx alata* Vogel.



Figura 6 – Espécies coletadas na área de estudo - a) Tronco da espécie *Copaifera langsdorffii*; b) Folha da espécie *Copaifera langsdorffii*; c) *Anadenanthera colubrina*; d) Tronco da espécie *Anadenanthera colubrina*; e) Inflorescência de um exemplar da família Rubiaceae; f) Sementes da espécie *Pseudobombax marginatum*

Os resultados obtidos a partir da análise do DAP (diâmetro à altura do peito) da comunidade arbórea indicam que a borda e o interior foram estatisticamente diferentes ($t = -2.8642$, $df = 129.06$, $p\text{-value} = 0.004$), sendo que o diâmetro médio foi maior no interior do fragmento (16 cm), do que na borda (12,4 cm), como mostra a Figura 7.

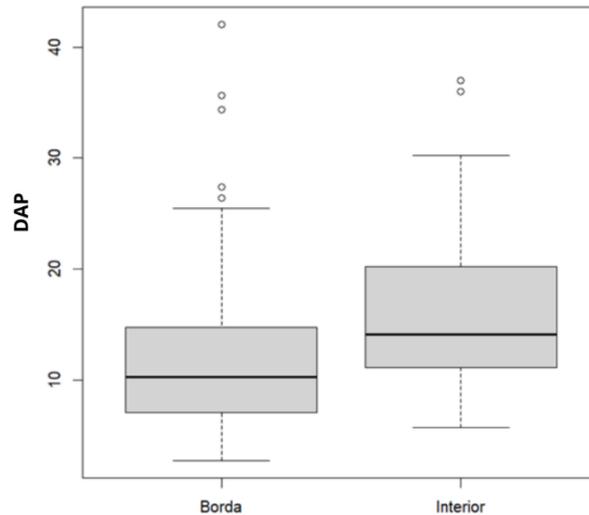


Figura 7 - Comparação do DAP da comunidade arbórea da borda e do interior de fragmentos de Cerrado.

Os resultados obtidos a partir da análise da altura da comunidade arbórea indicam que a borda e o interior foram estatisticamente diferentes ($t = -4.5371$, $df = 130.02$, $p\text{-value} = 1.282e-05$ ($p < 0,001$)), sendo que a altura média foi maior no interior do fragmento (8,34 m), do que na borda (6,34 m), como mostra o gráfico (Figura 8).

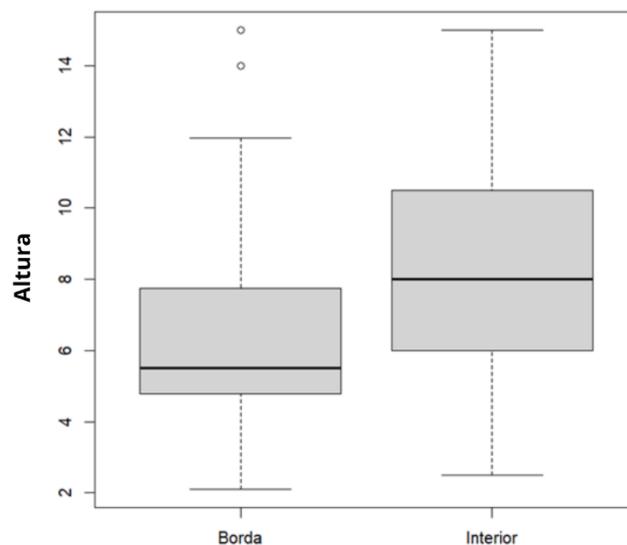


Figura 8 - Comparação da altura da comunidade arbórea da borda e do interior de fragmentos de Cerrado.

Os resultados obtidos a partir da análise da distância da árvore central (DC), que avalia a densidade da comunidade arbórea do fragmento, indicam que a borda e o interior foram estatisticamente diferentes ($t = -3.2137$, $df = 99.023$, $p\text{-value} = 0.001$), sendo que a densidade foi maior na borda do fragmento, com uma média de valores de DC menor ($DC = 1,79$ m), do que no interior ($DC = 2,75$ m), como mostra o gráfico (Figura 9).

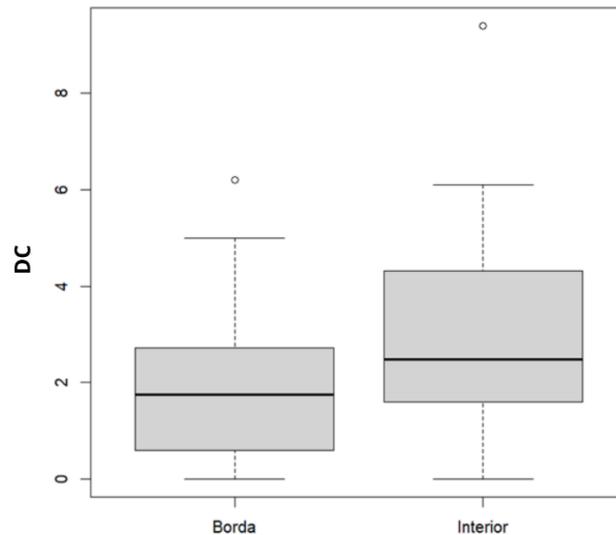


Figura 9 - Comparação da densidade da comunidade arbórea da borda e do interior de fragmentos de Cerrado.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciaram que o efeito de borda exerce uma influência significativa sobre a estrutura da comunidade de espécies arbóreas em fragmentos de Cerrado. Esses achados corroboram estudos de Harper *et al.* (2005) e Muller (2010), onde destacam que a fragmentação florestal altera as condições ambientais nas bordas de remanescentes florestais e que os efeitos abióticos dessa fragmentação incluem alterações no microclima, como mudanças na luz, umidade e temperatura, além do isolamento dessas áreas em relação a outras manchas remanescentes na paisagem. Diante do exposto, Paciencia & Prado (2004) reforçam a definição de bordas, afirmando que nelas a intensidade dos fluxos biológicos entre as unidades de paisagem se modifica de forma brusca, isso devido aos efeitos abióticos supracitados, os quais também são condições que criam um ambiente híbrido (Harper *et al.*, 2005), onde espécies menos especializadas ou mais tolerantes prosperam, enquanto espécies sensíveis à essas alterações ambientais não têm o mesmo sucesso (Landa, 2008). Essas informações reforçam o papel das bordas como ambientes ecótonos.

Em se tratando de estatura, os resultados mostram que a vegetação próxima da borda é caracterizada por exemplares de menor porte o que, de acordo com estudos de Pscheidt *et al.* (2018), permite uma maior penetração da luz solar, vertical e horizontal, e da água da chuva no

solo, devido ao menor volume foliar, estimulando a germinação e crescimento de espécies pioneiras. Além disso, observações semelhantes de Rigueira *et al.* (2012) ressaltam que a intensidade da luz tende a diminuir à medida que se avança para o interior do fragmento, resultando em uma disponibilidade luminosa mais reduzida para as plantas de porte limitado, o que, conseqüentemente, interfere diretamente no crescimento e desenvolvimento dessas espécies arbóreas. Em complemento, Paciencia e Prado (2004) endossam que, ao mesmo tempo em que há um aumento de espécies pioneiras e tolerantes ao ambiente modificado, há também um aumento da mortalidade de espécies arbóreas de grande porte (DAP > 20 cm, ver Laurance 1991) próximo às bordas.

Os resultados da altura e DAP das árvores podem representar a melhor explicação para uma densidade menor no interior do que nas bordas dos fragmentos. No interior, as árvores geralmente são de espécies clímax, que precisam de mais espaço para crescerem até atingir a maturidade (Silva *et al.* 2021), resultando em uma maior altura e DAP, resultando em árvores com copas maiores e conseqüentemente com um espaçamento maior entre indivíduos. Por outro lado, a vegetação próxima da borda é caracterizada por exemplares de menor porte o que permite uma maior penetração da luz solar (Pscheidt *et al.* 2018). Assim, espécies pioneiras e de rápido crescimento, que competem menos por espaço e se adaptam melhor a essas condições são beneficiadas, resultando em árvores mais próximas umas das outras (Silva *et al.* 2021).

CONCLUSÃO

Com esse estudo concluímos que os resultados confirmam a ocorrência de efeitos de borda em espécies arbóreas de fragmentos de Cerrado, evidenciando, estatisticamente, diferenças significativas na composição e na estrutura da vegetação entre as áreas de borda e os interiores dos fragmentos. As bordas apresentam maior densidade e menor estatura da comunidade arbórea, com presença marcante de espécies pioneiras, enquanto os interiores foram caracterizados com uma comunidade arbórea menos densas e de maior estatura, predominando a presença de espécies primárias e secundárias. Essas diferenças podem ser atribuídas a fatores como maior exposição à radiação solar, variações na umidade do solo e maior vulnerabilidade a distúrbios antrópicos, que são mais intensos nas áreas marginais dos fragmentos florestais. Sendo assim, as descobertas deste estudo destacam a importância de considerar o efeito de borda em estratégias de manejo e conservação do bioma Cerrado fragmentado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.G. de. Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná. 2008.

AMBIENTEBRASIL. Corredor Biológico. 2000. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BAYMA, A.P.; SANO, E.E. Séries temporais de índices de vegetação (NDVI e EVI) do sensor MODIS para detecção de desmatamentos no bioma Cerrado. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 21(4): 797–813, 2015.

BERNARDES, J.A. Novas fronteiras do capital no Cerrado: dinâmica e contradições da expansão do agronegócio na região Centro-Oeste, Brasil. *Escrita Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 19: 1–19, 2015.

BROADBENT, E.M.; et al. Fragmentação florestal e efeitos de borda do desmatamento e exploração madeireira selecionada na Amazônia brasileira. *Conservação Biológica*, 141(7): 1745–1757, 2008.

COTTAM, G.; CURTIS, J.T. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3): 451–460, 1956.

DE OLIVEIRA, M.T.; et al. Mapeamento da vegetação do Cerrado – uma revisão das iniciativas de sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Cartografia*, 72: e2020, 2020.

DINIZ, J.A.F. *Geografia na agricultura*. São Paulo: Difel, 1984.

FERREIRA, I.J.M.; BRAGION, R.D.A.; FERREIRA, J.H.D.; BENEDITO, E.; COUTO, E.V.D. Mudanças no padrão da paisagem ao longo de 25 anos em uma zona de hotspot no sul do Brasil. *Florestas do Sul*, 2: 175–184, 2019.

FERREIRA, R.M.; LINO, E.N. da S. Expansão agrícola no Cerrado: o desenvolvimento do agronegócio no estado de Goiás entre 2000 a 2019. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia-MG.

- FORZZA, R.C.; et al.** Nova lista florística brasileira destaca desafios de conservação. *Biociências*, 62(1): 39–45, 2012.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M.** *Ecologia da paisagem*. Nova York: Wiley & Sons, 1986.
- HARPER, K.A.; et al.** Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19(3): 768–782, 2005.
- LAHESEN, M.; BUSTAMANTE, M.M.C.; DALLA-NORA, E.L.** Subvalorizar e superexplorar o Cerrado brasileiro é um risco para nós. *Meio Ambiente: Ciência e Política para o Desenvolvimento Sustentável*, 6: 4–15, 2016.
- LANDA, G.G.** *Ecologia: uma ciência complexa vista sob uma linguagem simples*. Fundação Mariana Resende Costa, 2008.
- LAURANCE, W.F.; et al.** Decadência do ecossistema de fragmentos florestais amazônicos: uma investigação de 22 anos. *Biologia da Conservação*, 16(3): 605–618, 2002.
- LAURANCE, W.F.** Edge effects in tropical forest fragments: applications of a model for the design of nature reserves. *Biological Conservation*, 57: 205–219, 1991.
- MELLO, L.T.A. de; et al.** Estudo da sazonalidade e distribuição espaço-temporal das chuvas no bioma da Mata Atlântica do estado do Mato Grosso do Sul. 2011.
- MORI, S.A.** *Manual de manejo do herbário fanerogâmico*. Centro de Pesquisas do Cacau, 1989.
- MURCIA, C.** Efeitos de borda em florestas fragmentadas: implicações para a conservação. *Tendências em Ecologia e Evolução*, 10: 58–62, 1995.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; DA FONSECA, G.A.B.; KENT, J.** Hotspots de biodiversidade para prioridades de conservação. *Natureza*, 6772: 853–858, 2000.

NASCIMENTO, D.T.F.; NOVAIS, G.T. Clima do Cerrado: dinâmicas atmosféricas e características, variabilidades e tipologias climáticas. *Élisée - Revista de Geografia da UEG*, e922021: 1–10, 2020.

PACIENCIA, M.L.B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 27: 641–653, 2004.

PEREIRA, J. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba/Guarapari-ES. *II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileiro*, ACIESP.

PRIMAK, R.B.; RODRIGUES, E. *Biologia da Conservação*. Londrina: Midiografia, 2001.

PSCHEIDT, F.; et al. Efeito de borda como fonte de heterogeneidade do componente arbóreo em uma floresta com araucárias no sul do Brasil. *Ciência Florestal*, 28: 601–612, abr. 2018.

REDDING, T.E.; ESPERANÇA, G.D.; FORTIN, M.J.; SCHMIDT, M.G.; BAILEY, W.G. Padrões espaciais de temperatura e umidade do solo em bordas de florestas subalpinas desmatadas no interior do sul da Colômbia Britânica. *Jornal Canadense de Ciência do Solo*, 57: 121–130, 2003.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. 1998.

RIGUEIRA, D.M.G.; et al. Influência da distância da borda e do adensamento foliar sobre a abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana na Estação Ecológica de Wenceslau Guimarães (Bahia, Brasil). *Acta Botânica Brasileira*, 26: 197–202, 2012.

SANO, E.E.; et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43: 153–156, 2008.

SANO, E.E.; et al. Mapeamento da cobertura do solo da região de savana tropical no Brasil. *Monitoramento e Avaliação Ambiental*, 166(1–4): 113–124, 2010.

SAWYER, D.; et al. Perfil do ecossistema: hotspot de biodiversidade do Cerrado. 2018.

SILVA, V. P. G. da; et al. Estrutura da comunidade arbórea e efeito de borda em Florestas Estacionais Semidecíduais. *Ciência Florestal*, **31**(3): 1216-1239. 2021.

SIMON, M.F.; GREYER, R.; QUEIROZ, L.P.; SKEMA, C.; PENNINGTON, R.T.; HUGUES, C.E. Montagem recente do Cerrado, um hotspot de diversidade vegetal neotropical, por evolução in situ de adaptações ao fogo. *Anais da Academia Nacional de Ciências*, 106(48): 20359–20364, 2009.