



**INSTITUTO FEDERAL GOIANO, CAMPUS URUTAÍ - GO
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**OCORRÊNCIA E RESPOSTAS ESTRUTURAIS DE UMA PLANTA DO
CERRADO EM RELAÇÃO AO EFEITO DE BORDA E EXPOSIÇÃO
SOLAR**

**ALUNA: ALEXIA FERREIRA HUTRA
ORIENTADOR: ESTEVAO ALVES SILVA**

**Urutaí, GO
2022**

ALEXIA FERREIRA HUTRA

**OCORRÊNCIA E RESPOSTAS ESTRUTURAIS DE UMA PLANTA DO
CERRADO EM RELAÇÃO AO EFEITO DE BORDA E EXPOSIÇÃO
SOLAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso em Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí como parte dos requisitos para conclusão do curso de graduação, sob orientação do Prof. Dr. Estevao Alves Silva

**Urutaí, GO
2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

H981o Hutra, Alexia Ferreira
 OCORRÊNCIA E RESPOSTAS ESTRUTURAIS DE UMA PLANTA
DO CERRADO EM RELAÇÃO AO EFEITO DE BORDA E EXPOSIÇÃO
SOLAR / Alexia Ferreira Hutra; orientador Estevão
Alves Silva. -- Urutaí, 2022.
 24 p.

 TCC (Graduação em Licenciatura em Ciências
Biológicas) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Urutaí, 2022.

 1. Altura. 2. Fragmentação. 3. Malpighiaceae. 4.
Reflorestamento. 5. Transectos. I. Silva, Estevão
Alves, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Alexia Ferreira Hutra

Matrícula:

2016101220530308

Título do trabalho:

OCORRÊNCIA E RESPOSTAS ESTRUTURAIS DE UMA PLANTA DO CERRADO EM RELAÇÃO AO EFEITO DE BORDA E EXPOSIÇÃO SOLAR

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 10 /03 /2023

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutaí GO

Local

10 /03 /2023

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


Estevão Alves da Silva - orientador



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 1280/2022 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

ANEXO III

ATA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

Às 14:10 horas do dia 07 de dezembro de 2022,

a Banca Examinadora do Trabalho de Curso intitulado “Ocorrência e respostas estruturais de uma planta do Cerrado em relação ao efeito de borda e exposição solar” composta pelos professores:

1 Orientador: Estevão Alves da Silva

2* Daniel de Paiva Silva () Presencial (X) Remoto

3* Rafael Barbosa Pinto () Presencial (X) Remoto

4* _____ (suplente, _____ quando _____ necessário)

se reuniu para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito parcial para a obtenção do Grau de **Licenciada em Ciências Biológicas**. O Presidente da Banca Examinadora, Prof. Estevão Alves da Silva, passou a palavra à licencianda **Alexia Ferreira Hutra** para apresentação de seu trabalho. Após a arguição pelos membros da Banca Examinadora e respectiva defesa do(a) discente, a Banca Examinadora se reuniu, sem a presença da discente e do público, para expedição do resultado final. A Banca Examinadora considerou que o(a) discente foi

(X) APROVADO / () REPROVADO, tendo sido atribuído a nota (9.05) ao seu trabalho. O resultado foi comunicado publicamente ao(a) discente pelo Presidente da Banca Examinadora. Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Banca Examinadora deu por encerrada a defesa.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora

Notas

| | |
|---------------------------|------|
| 1. Estevao Alves da Silva | 8.8 |
| 2. Daniel Paiva Silva | 9.15 |
| 3. Rafael Barbosa Pinto | 9.2 |
| Média final: | 9.05 |

Urutaí-GO, 07 de dezembro de 2022

Documento assinado eletronicamente por:

- Daniel de Paiva Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2022 11:54:16.
- Rafael Barbosa Pinto, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 16/12/2022 11:16:43.
- Estevao Alves da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/12/2022 16:40:13.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 451004
Código de Autenticação: ee2f2f4ac0



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Urutaí
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, None, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000
(64) 3465-1900

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à minha mãe Nilza Aparecida Ferreira, que fez ser possível a minha morada em Urutaí e fez de tudo para que eu chegasse até aqui.

Ao meu pai Gelson Roberto Hutra, pelo apoio e ajuda em me manter fora.

À minha avó Maria Arlete, pelo apoio e pela moradia em Cassilândia-MS. Sem isso eu jamais estaria aqui hoje.

Aos meus irmãos Christian e Rafaela, por me motivarem a ser exemplo.

Ao meu companheiro Walerf, por todo apoio e suporte durante o meu trajeto até aqui.

Às minhas colegas de classe, Andressa e Juliany, que se tornaram minhas amigas e sempre me motivaram da melhor forma.

Aos pais da Andressa, Silvana e Enivaldo, que sempre me acolheram com carinho e foram para mim, uma segunda família.

Aos programas PIBID e Residência Pedagógica, por toda experiência que me permitiram vivenciar.

Ao professor Estevão, pela paciência e orientação neste trabalho.

E por fim, agradeço ao Instituto Federal Goiano - campus Urutaí, desde os professores aos demais funcionários, que sempre estiveram de prontidão fazendo a diferença na formação de cada discente.

O professor Estevão agradece à professora Dra. Cecília Lomônaco (Universidade Federal de Uberlândia), por lecionar a disciplina de PCA – Principal Component Analyses – que foi a ocasião em que os dados presentes neste estudo foram coletados.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. Introdução..... | 6 |
| 2. Materiais e Métodos..... | 8 |
| 2.1. Área de estudo..... | 8 |
| 2.2. Planta de estudo | 9 |
| 2.3. Coleta de dados | 10 |
| 2.4. Análises estatísticas | 12 |
| 3. Resultados | 13 |
| 4. Discussão..... | 17 |
| 5. Referências..... | 20 |

OCORRÊNCIA E RESPOSTAS ESTRUTURAIS DE UMA PLANTA DO CERRADO EM RELAÇÃO AO EFEITO DE BORDA E EXPOSIÇÃO SOLAR

Resumo: A fragmentação de habitat é considerada uma das maiores ameaças à diversidade biológica, capaz de gerar impactos no ecossistema ao aumentar drasticamente a quantidade de borda em paisagens. Este fato é associado à redução da qualidade de habitat, principalmente, para espécies nativas. Ao se tratar das plantas, o efeito de borda pode afetar sua abundância, distribuição, fenologia e morfologia, podendo resultar em impactos significativos sobre a estrutura e composição das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a abundância e complexidade estrutural de *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae), de acordo com a distância de borda e incidência solar em um fragmento. A área de estudo foi um reserva de Cerrado, com predominância de cerrado sentido restrito. Delimitamos quatro transectos a partir de uma borda da reserva, e indo em direção ao interior do fragmento. Cada transecto iniciava na borda reserva, em direção ao centro do fragmento, possuía 200 m de comprimento, e era espaçado 50 m do transecto adjacente. Todas as plantas dentro dos transectos foram numeradas, e os dados de distância da borda e altura foram coletados. A incidência solar foi avaliada para cada planta, seguindo uma categorização de 1 a 5, indicando respectivamente sombreamento total, e planta completamente exposta ao sol. Os resultados mostram que *B. malifolia* é mais abundante nas bordas do fragmento estudado, e de fato a distância da borda explicou 50% da variação na quantidade de plantas. Não encontramos relação significativa entre a incidência solar e a quantidade de plantas. A luz, no entanto, influenciou de forma bastante expressiva o crescimento das plantas, pois os maiores indivíduos de *B. malifolia* foram aqueles que recebiam luz solar direta. Em suma, nosso estudo traz evidências de que *B. malifolia* é tolerante ao efeito de borda, se mostrando persistente e com capacidade para se manter neste ambiente. A tolerância de *B. malifolia* ao efeito de borda, aliada à suas características intrínsecas (rápido crescimento, persistência após perturbações, alta produção de estruturas reprodutivas, gama de artrópodes associados) pode colocar esta planta como espécie potencial em reflorestamentos.

Palavras-chave: altura, fragmentação, Malpighiaceae, reflorestamentos, transectos

1. Introdução

As maiores ameaças à diversidade biológica resultam de ações antrópicas, como destruição, fragmentação e degradação do habitat, poluição, superexploração das espécies, introdução de espécies exóticas e aumento de ocorrência de doenças (LAURANCE et al., 2007; VAUGHN; ASNER; GIARDINA, 2014). A fragmentação é o processo em que uma área contínua é convertida em fragmentos diferenciados e separados por uma matriz distinta da original (TABARELLI; GASCON, 2005); em outras palavras, compreende a perda da conectividade estrutural entre fragmentos (FAHRIG, 2003). A fragmentação de habitats pode impactar, direta e indiretamente no ecossistema, provocando modificações profundas e deletérias na biodiversidade e ao ecossistema (FISCHER; LINDENMAYER, 2007; CHRISTIANINI; OLIVEIRA, 2013, ATHAYDE; MORELLATO, 2014; MENDONÇA et al. 2015). Tais modificações podem alterar a abundância e distribuição das espécies devido ao aparecimento de barreiras geográficas, propiciando o isolamento, redução e perda de diversidade genética, além de afetar as interações entre espécies (SHIDA; PIVELLO, 2005; STRASSBURG et al., 2017). As alterações no ecossistema, provocadas devido à expansão urbana (WALT et al., 2015), a agricultura e pecuária (CARVALHO; DE MARCO JR.; FERREIRA et al., 2009), são fatores causadores da fragmentação.

A fragmentação aumenta drasticamente a quantidade de borda em paisagens, levando ao que chamamos de efeito de borda (RIES et al., 2004). O efeito de borda influencia fatores abióticos (e.g., radiação solar, temperatura e vento, umidade, entre outros) (DAVIES-COLLEY; PAYNE; VAN ELSWIJK, 2000; REDDING et al. 2003) e bióticos (e.g., abundância, distribuição e interação entre as espécies) (LIMA-RIBEIRO, 2008). Apesar do efeito de borda ter efeito neutro ou positivo para algumas espécies, de forma geral, o surgimento de bordas, de forma inesperada, afeta a grande maioria das espécies negativamente (RIES et al., 2004).

O efeito de borda em áreas fragmentadas está associado à redução da qualidade de habitat, principalmente para espécies nativas (RIES et al., 2004). As bordas podem, ou não, ter um efeito prejudicial sobre o tamanho da população geral, dependendo da proporção da população que tenta se reproduzir e dispersar em habitats com menor qualidade e paisagens dominadas por bordas (THOMPSON, 1993; DONOVAN et al., 1997). Além disto, espécies nativas tolerantes à sombra são, conseqüentemente, eliminadas pela fragmentação de habitat, levando a mudanças na composição das espécies da comunidade. Em geral, o processo de

fragmentação e efeito de borda podem causar um desequilíbrio ambiental, e levar muitas espécies à extinção, devido à mudança inesperada entre a matriz e os fragmentos (HARPER et al., 2005; PAGLIA et al. 2006; OLIFIERS; CERQUEIRA, 2006).

Ao se tratar das plantas, o efeito de borda pode afetar sua abundância, distribuição, fenologia e morfologia, podendo resultar em impactos significativos sobre a estrutura e composição das plantas (MENDONÇA et al. 2015). Os principais impactos estão relacionados ao aumento da taxa de mortalidade, e mudanças na densidade e composição das espécies (LAURANCE et al. 2001). O tamanho das folhas, assimetria foliar e arquitetura das plantas (por exemplo, tamanho, dimensão da copa) são características bastante usadas para prever mudanças nas condições ambientais (MILLIGAN; KREBS; MAL, 2008; SHI; CAI, 2009). Plantas que habitam as bordas de habitats fragmentados podem experimentar altos níveis de estresse e apresentar alterações morfológicas e bioquímicas se comparadas às plantas encontradas no interior (ISHINO; SIBIO; ROSSI, 2012). O estresse, além de modificar a morfologia, pode também alterar as concentrações de compostos químicos em plantas que são responsáveis por mudanças morfológicas (MILLIGAN; KREBS; MAL, 2008).

O objetivo deste trabalho é compreender o desenvolvimento de uma planta do Cerrado sob um possível efeito de borda. A planta escolhida para o estudo é *Banisteriopsis malifolia* (Ness Mart.) B. Gates (Malpighiaceae). Esta espécie é comum em ambiente de cerrado sentido restrito e cresce tanto em bordas quanto no interior de fragmentos. Estudos sugerem que esta espécie possui características de tolerância à borda, como rápido crescimento em áreas com incidência solar direta e alta produção de estruturas reprodutivas (BÄCHTOLD; ALVES-SILVA; DEL-CLARO, 2016). Porém, ainda não temos evidências concretas sobre isso. Caso encontremos indicações que *B. malifolia* é tolerante a bordas, esta espécie poderia ser considerada para fins de reflorestamento de áreas em processo de sucessão secundária, pois muitos artrópodes são atraídos pelos recursos desta planta, o que aumentaria a biodiversidade local (ALVES-SILVA, 2011; ALVES-SILVA et al. 2013a, b; ALVES-SILVA et al. 2014; BÄCHTOLD; ALVES-SILVA; DEL-CLARO, 2016; ALVES-SILVA; BÄCHTOLD; DEL-CLARO, 2018).

O estudo acerca do desenvolvimento de plantas em bordas e interior é importante para tornar possível a antecipação da sua reprodução e persistência ao longo do tempo, e sabermos se elas conseguem se manter em diferentes ambientes. Nossa hipótese é que o efeito de borda afete a estrutura da população de *B. malifolia* em uma área fragmentada no Cerrado, como sua distribuição na área e sua complexidade estrutural. Especificamente, nós buscamos responder

as seguintes perguntas: (i) a distância da borda tem relação com a quantidade de plantas?; (ii) dentro do fragmento, as plantas se localizam em ambientes mais iluminados ou mais sombreados?; (iii) existe relação entre a distância de borda e incidência solar?; (iv) existe uma relação entre a incidência de luz, distância da borda e a abundância de plantas?; (v) a complexidade estrutural (altura, diâmetro da copa, número de folhas) de *B. malifolia* é influenciada pela distância da borda e pela incidência de luz?

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

A coleta de dados foi realizada em maio de 2009 em uma área de cerrado sentido restrito localizada na cidade de Uberlândia, MG (48°18'29" W; 18°59'42" S). A Reserva Particular do Patrimônio Natural usada no estudo possui aproximadamente 230 ha de vegetação de cerrado sentido restrito, com vegetação rasteira, arbustos e árvores espaçadas que raramente alcançam quatro metros de altura. O clima da região é caracterizado por um período seco (maio a setembro) e outro chuvoso (outubro a abril).

A reserva é trespassada por uma trilha de aproximadamente dois metros de largura, e que subdivide o fragmento em uma parte leste e oeste da trilha. A parte oeste da trilha possui vegetação do tipo cerrado sentido restrito e uma extensão de aproximadamente 800 m até a outra borda, que é uma estrada. A parte leste abriga a fitofisionomia de vereda (**Figura 1**).



Figura 1. Área de estudo evidenciando a trilha que serviu de ponto de partida para os transectos. Ao lado esquerdo, se encontra a vegetação utilizada no estudo, caracterizada pelo cerrado sentido restrito. Ao lado direito, a vegetação encaminha para uma vereda.

2.2. Planta de estudo

Banisteriopsis malifolia é um arbusto bem ramificado que pode chegar a até dois metros de altura (ALVES-SILVA et al. 2013a; BÄCHTOLD et al. 2016). Suas folhas têm até 15 cm de comprimento e 10 cm de largura (BÄCHTOLD et al. 2016), com pequenos tricomas em ambos os lados e apresentam um par de nectários extraflorais na base, próximo ao pecíolo (ALVES-SILVA et al. 2013a). Os botões florais são redondos e rosados, com cerca de seis mm de diâmetro; a floração ocorre no ápice dos ramos, e as flores têm coloração rósea e cinco pétalas livres (ALVES-SILVA et al. 2013a) (**Figura 2a**). As inflorescências possuem também folhas jovens com nectários extraflorais ativos (BÄCHTOLD et al. 2016) (**Figura 2b**). Seus frutos são do tipo sâmara (ANDERSON, 2004) A planta cresce principalmente em locais perturbados/abertos, mas também pode ser encontrada em áreas não perturbadas (BÄCHTOLD et al. 2016).

A planta de estudo, *B. malifolia*, faz parte da mesma família da acerola e do murici, e compartilha as mesmas características como guilda de polinizadores, como as abelhas da tribo Centridini, que buscam os óleos florais, pois as flores de Malpighiaceae não possuem néctar (VOGEL, 1990; SIGRIST; SAZIMA, 2004; SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007; TORENZAN-SILINGARDI, 2007). Além de abelhas, a planta também é visitada por muitas

espécies de formigas, especialmente *Camponotus* spp. e *Ectatomma* spp. (ALVES-SILVA 2011; VILELA; TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 2014) (**Figura 2c**).



Figura 2. (a) arbusto de *Banisteriopsis malifolia*; (b) parte abaxial da folha evidenciando os nectários extraflorais na base (setas); (c) flor de *B. malifolia*; (d) formiga do gênero *Camponotus*, que visita as folhas para se alimentar de néctar extrafloral. Escala: 10 mm.

2.3. Coleta de dados

Para a coleta de dados, nós fizemos quatro transectos na área de estudo, na parte oeste do fragmento (ver **Figura 1**). Cada transecto iniciava na trilha da reserva, em direção ao centro do fragmento, possuía 200 m de comprimento, e era espaçado 50 m do transecto adjacente (**Figura 3**). As plantas incluídas no estudo se localizavam a 5 m da direita e esquerda de cada transecto. Nossa área amostral total foi de 8 mil m² (200 m de comprimento de cada transecto x 10 metros de largura x 4 transectos). Na extensão de cada transecto, fizemos marcações a cada 50 m de distância da trilha/borda, para termos um referencial.

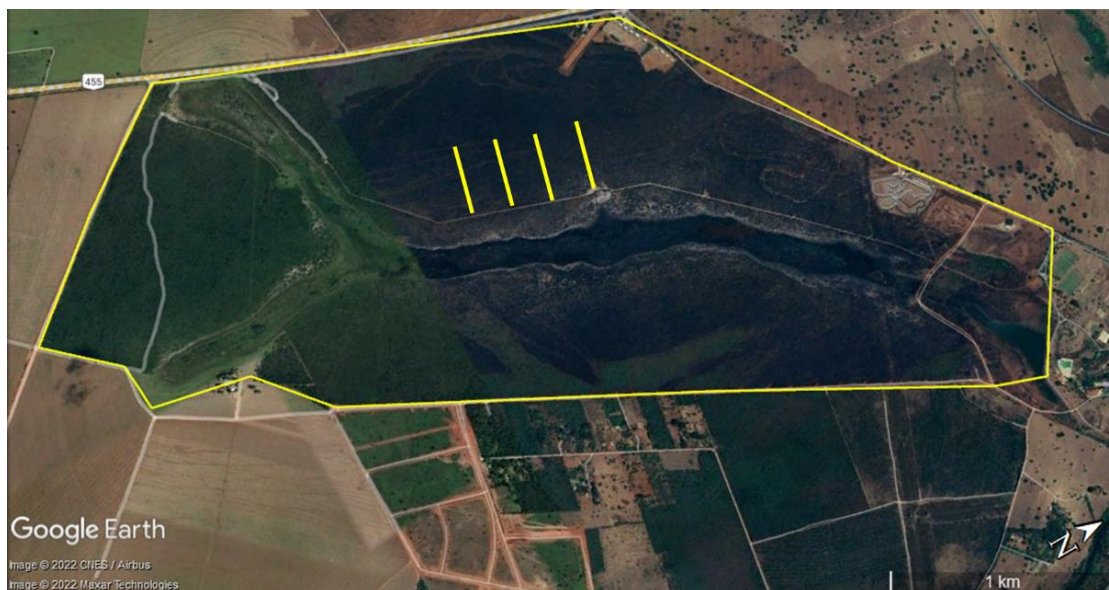


Figura 3. Delimitação da reserva utilizada para o estudo de *Banisteriopsis malifolia*. As quatro linhas adjacentes indicam os transectos, cada um com 200 m de comprimento, e iniciando na trilha da reserva. Foto: Google Earth, acesso em outubro de 2022.

As plantas encontradas dentro do limite de cada transecto eram marcadas e numeradas, utilizando-se placas de metal. Foram coletados os dados de arquitetura de cada planta individual, mostrados no **Quadro 1**. Além disso, também fizemos uma estimativa de incidência de luz de cada planta, seguindo Clark & Clark (1992) (**Quadro 2**).

Quadro 1. Dados coletados de cada indivíduo de *Banisteriopsis malifolia*.

| Dados coletados de cada planta | Ferramenta utilizada |
|---------------------------------------|---|
| Distância da borda da trilha (m) | Fita métrica de 50 m de extensão, posicionada de acordo com a medida do transecto |
| Altura (cm) | Fita métrica |
| Diâmetro do caule a 20 cm do solo | Paquímetro digital |
| Número de folhas | Contagem visual |
| Diâmetro máximo e mínimo da copa (cm) | Fita métrica; dados usados para se calcular a elipse da copa |

Quadro 2. Valores e índices de iluminação de copas das árvores de acordo com Clark & Clark (1992).

| Índice ou categoria | Descrição |
|---------------------|---|
| 5 | Copa completamente exposta (à luz vertical e à luz lateral dentro de um cone invertido de 90° abrangendo a copa) |
| 4 | Luz completamente por cima (maior ou igual a 90% da projeção vertical da copa exposta à luz vertical; luz lateral bloqueada com a maior parte ou a totalidade do cone invertido de 90° abrangendo a copa) |
| 3 | Luz parcialmente vinda de cima (10-90% da projeção vertical da copa exposta à luz vertical); luz lateral (<10% da projeção vertical da copa exposta à luz vertical; copa iluminada lateralmente) |
| 2.5 | Luz lateral baixa |
| 2.0 | Luz lateral média |
| 1.5 | Luz lateral alta |
| 1 | Luz indireta (copa não iluminada diretamente, verticalmente ou lateralmente) |

2.4. Análises estatísticas

As plantas foram agrupadas em 20 categorias de acordo com a distância da borda (0 – 10 m, 10 – 20 m, ... 190 – 200 m). Este procedimento foi feito para se permitir o uso de análises estatísticas, pois assim tanto os graus de liberdade quanto a variabilidade dos dados são menores, aumentando a robustez dos modelos estatísticos.

A relação entre a quantidade de plantas e a distância da borda (m) foi analisada com uma regressão linear (**objetivo i**). A quantidade de plantas em cada categoria de iluminação foi comparada com um teste de chi-quadrado (**objetivo ii**). A relação entre a distância de borda e a incidência solar foi analisada com uma regressão linear (**objetivo iii**). A relação entre a incidência de luz (valores médios por categorias de distância da borda), a distância da borda e a quantidade de *B. malifolia* foi analisada com uma regressão múltipla (**objetivo iv**); nesta análise não houve interação entre a incidência de luz e a distância da borda, e por isso nós mostramos o modelo sem interação.

As variáveis estruturais de *B. malifolia* foram analisadas quanto à colinearidade, utilizando-se correlações de Spearman. Como todas eram positivamente relacionadas, nós utilizamos a altura como a única medida de arquitetura das plantas. A altura das plantas foi testada em uma Anova de dois fatores, para analisarmos se era influenciada pela distância da borda e incidência de luz (**objetivo v**). Uma regressão linear foi feita para vermos o quanto a incidência de luz afetava a altura de *B. malifolia*. Todas as análises e gráficos foram feitos no programa R, versão 4.1.3.

3. Resultados

Foram amostrados ao todo 590 indivíduos de *B. malifolia* na área de estudo. A relação entre a quantidade de plantas e a distância da borda foi negativa e significativa ($F_{1,18} = 18.08$, $R^2 = -0.50$, $P < 0.001$), indicando que o número de indivíduos de *B. malifolia* decresce em direção ao interior do fragmento (**Figura 4**).

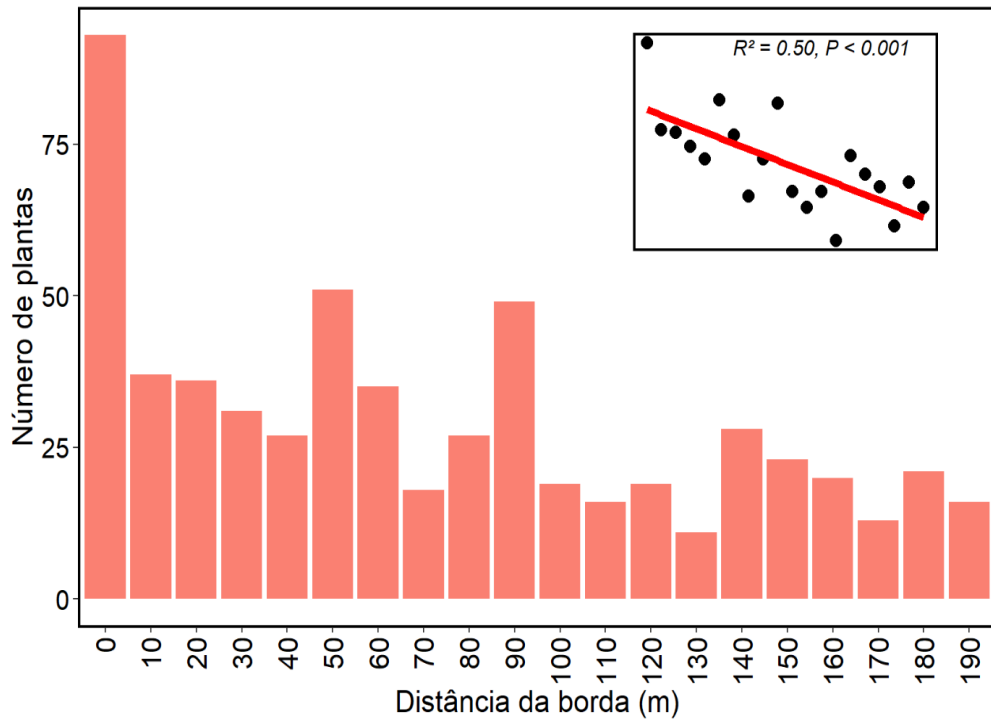


Figura 4. Número de plantas de *Banisteriopsis malifolia* em relação à distância da borda. Esta relação foi negativa e significativa.

A maior parte das plantas estava na categoria '1.5' de incidência solar, indicando baixa luz lateral, seguida pela categoria '1.0' (ausência de insolação direta). Poucas plantas estavam recebendo maior incidência solar (categorias de 3 a 5) (**Figura 5**).

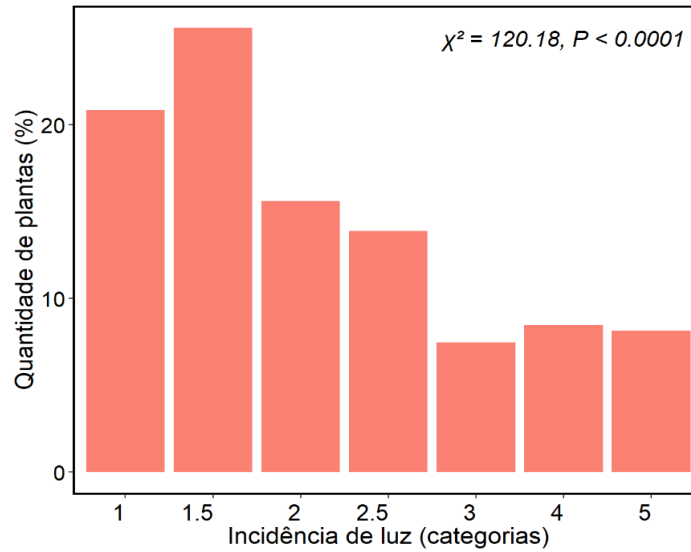


Figura 5. Quantidade de indivíduos de *Banisteriopsis malifolia* de acordo com as categorias de incidência de luz na copa. A maioria das plantas recebia pouca luz solar.

A incidência de luz variou em relação à distância da borda, e a relação entre a incidência de luz (valores médios) e a distância da borda foi negativa e significativa (**Figura 6**), porém o valor de R^2 foi baixo ($F_{1,18} = 4.95$, $R^2 = -0.22$, $P < 0.05$). Quando analisamos simultaneamente a influência da distância da borda e da incidência de luz na quantidade de plantas, notamos que a primeira afetou significativamente a distribuição das plantas, enquanto a segunda, não (**Tabela 1**).

Tabela 1. Relação entre a quantidade de plantas (*Banisteriopsis malifolia*) de acordo com a distância da borda e incidência de luz.

| Variáveis | Estimativa | Erro padrão | Valor de t | Valor de P |
|--------------------|------------|-------------|--------------|---------------|
| Intercepto | 465.01 | 0.61 | 7.57 | > 0.0001 |
| Distância da borda | -0.070 | 0.02 | -4.43 | 0.0003 |
| Incidência de luz | -0.30 | 0.23 | -1.28 | 0.2148 |

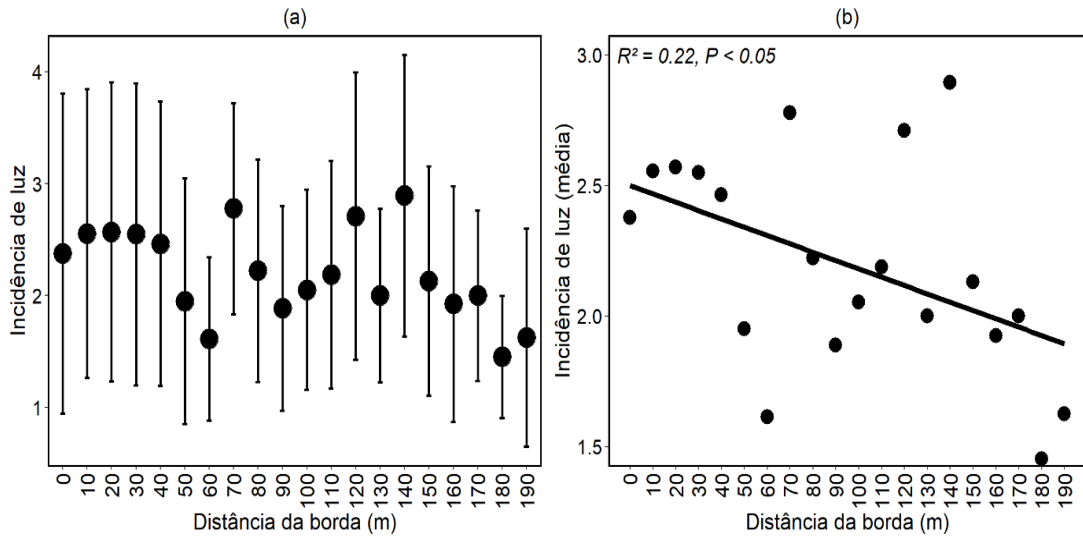


Figura 6. (a) Incidência de luz solar (média \pm 1 desvio padrão) nas plantas (*Banisteriopsis malifolia*) ao longo dos transectos; (b) relação negativa e significativa entre a incidência solar e a distância à borda.

As variáveis de altura, número de folhas, diâmetro do caule e copa (elipse) foram todas positivamente relacionadas entre si (**Figura 7**). De fato, estas variáveis apresentaram um comportamento similar em relação à borda (**Figura 8**).

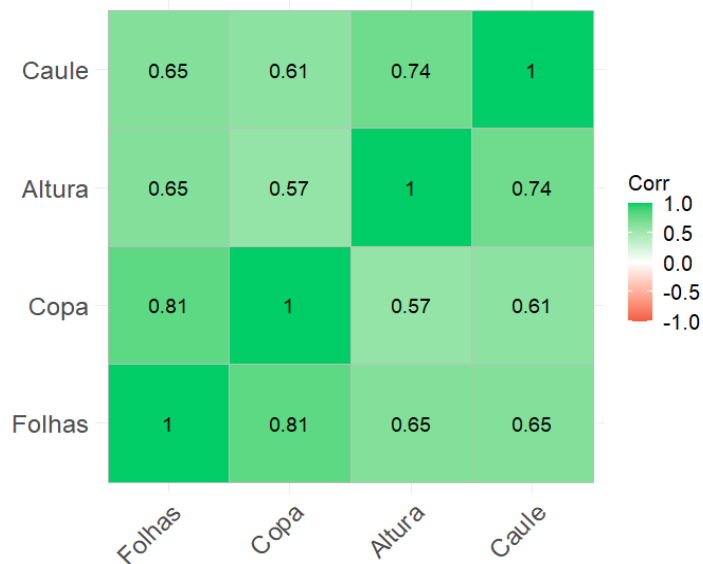


Figura 7. Correlação entre as variáveis de arquitetura de *Banisteriopsis malifolia*.

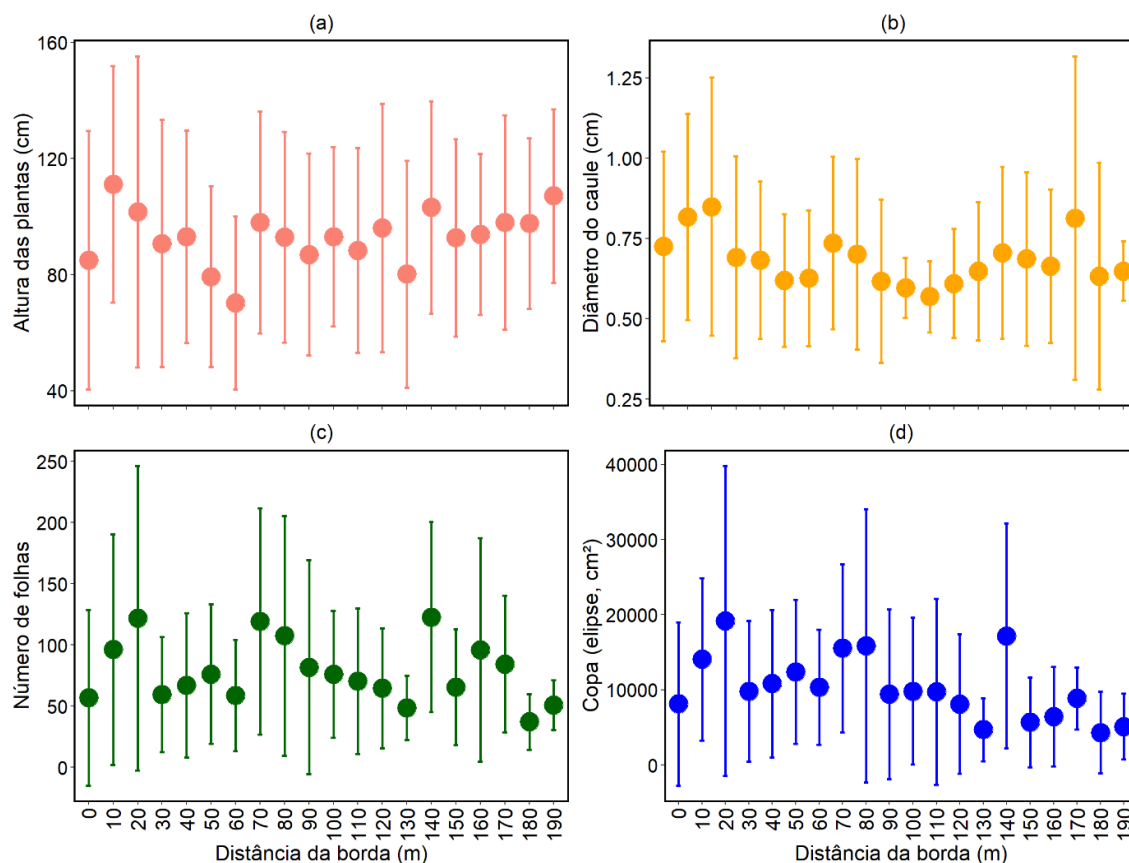


Figura 8. (a) Altura; (b) diâmetro do caule; (c) número de folhas; (d) e área da copa de *Banisteriopsis malifolia* de acordo com a distância à borda em um fragmento de cerrado.

De acordo com a Anova de dois fatores, a altura das plantas foi influenciada tanto pela luz (**Figura 9**) como pela distância da borda (**Tabela 2**), porém análises separadas mostraram que a distância da borda por si só não afetou significativamente a altura de *B. malifolia* ($p > 0.05$). De fato, a **Figura 8a** mostra que a altura não apresentou um padrão de acordo com a distância da borda.

Tabela 2. Influência da incidência de luz e da distância da borda na altura dos indivíduos de *Banisteriopsis malifolia*.

| Variáveis | Soma dos quad. | Média dos quad. | Valor de <i>F</i> | Valor de <i>P</i> |
|--------------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Incidência de luz | 212.59 | 212.59 | 185.69 | <0.0001 |
| Distância da borda | 45.51 | 2.4 | 2.09 | 0.0105 |
| Resíduos | 107.61 | 1.14 | | |

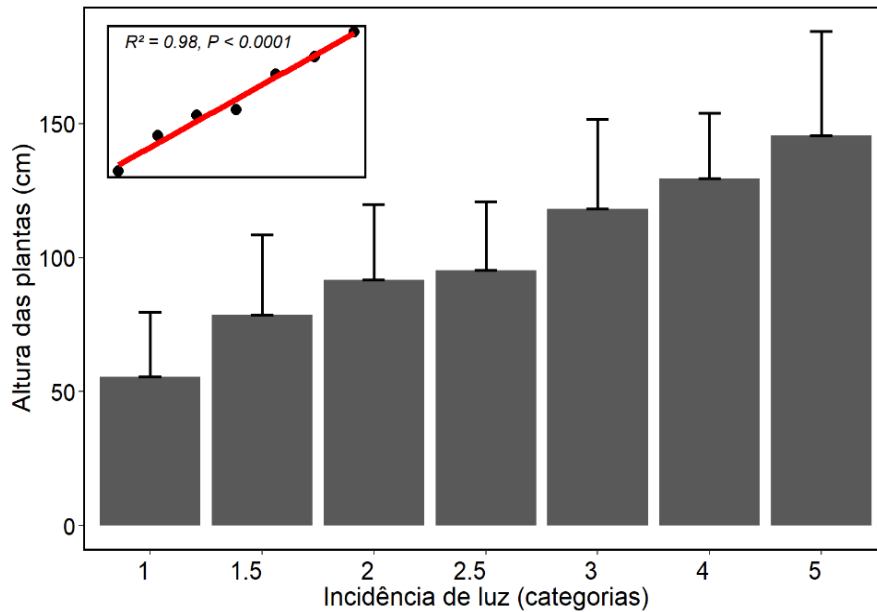


Figura 9. Relação entre a altura das plantas de *Banisteriopsis malifolia* e a incidência de luz no fragmento de cerrado.

4. Discussão

Neste estudo, discutimos o desenvolvimento de *B. malifolia*, uma espécie comum em ambientes de cerrado sentido restrito, que cresce tanto em bordas quanto no interior de fragmentos. O estudo buscou avaliar se a *B. malifolia* apresenta tolerância ao efeito de borda, ao observar suas respostas estruturais quanto à distância de borda e incidência de luz.

O efeito de borda é um componente fundamental para entendermos a influência da estrutura da paisagem e qualidade de habitat na distribuição de espécies (RIES; SICK, 2004). Os resultados mostram que a distância de borda afetou a estrutura da população de *B. malifolia*, visto que havia mais plantas nas bordas. Isto é evidenciado por outros estudos onde foi mostrado que as distribuições de espécies de plantas podem variar de acordo com a distância de borda (GEHLHAUSEN; SCHWARTZ; AUGSOURGER, 2000; WHITNEY; RUNKLE, 1981; BROTHERS, 1993; WALES, 1972). Laurance (1991), estudou os efeitos de borda em fragmentos de floresta tropical, e demonstrou que apesar da elevação da floresta ser evidente até 500 metros dentro das margens dos fragmentos, os efeitos de bordas mais marcantes ocorreram dentro de 200 metros de bordas. Entretanto os efeitos de borda variam com a área de fragmento (DIDHAM; LAWTON, 1999). Assim, nossos resultados indicam que *B. malifolia* pode ser considerada uma planta recorrente nas bordas visto que, de fato, ocorreram mudanças em sua estrutura populacional, com abundância maior das plantas encontradas na borda.

O fato de as plantas serem mais abundantes nas bordas pode ser explicado pelo mecanismo de dispersão dos diásporos. *Banisteriopsis malifolia* produz sâmaras que são dispersas pelo vento (GATES, 1982), e é menos provável que as sâmaras consigam ser transportadas para o interior do fragmento, pelas próprias barreiras físicas (LANDENBERGER; KOTA; MCGRAW, 2007; JESUS et al. 2012). Além disso a maior abundância das plantas nas bordas, pode também ser atribuída às formigas mutualistas que se alimentam néctar extrafloral de *B. malifolia* e protege as plantas de herbívoros; isto ocorre mesmo em plântulas e confere sobrevivência maior à planta, por evitar que a mesma defina em caso de herbivoria severa (ALVES-SILVA, 2011; MENDES, 2017).

Carvalho e Vasconcelos (1999) demonstraram que a fragmentação de áreas altera a abundância, riqueza e composição das espécies. Ao analisar a relação entre a quantidade de plantas e a distância de borda, foi verificado que à medida que se vai em direção ao interior do fragmento, a população de plantas vai decrescendo, assim, um maior número de plantas é encontrado nas bordas de áreas fragmentadas. Entretanto, as respostas biológicas estruturais são influenciadas não só pela distância de borda (CHEN; FRANKLIN; SPIES, 1992). A estrutura da borda é um dos principais determinantes do microclima e vegetação dentro de fragmentos (DIDHAM; LAWTON, 1999) e a evidência de maior densidade de plantas na borda do fragmento pode ser refletida devido ao aumento da radiação solar (MURCIA, 1995; LIMA-RIBEIRO, 2008), porém isso é discutível, como evidenciado em nosso estudo.

No que tange à incidência de luz nos indivíduos de *B. malifolia*, os resultados indicaram que a maior parte das plantas estava nas categorias de baixa luz, ou seja, indicaram que a maioria das plantas recebia pouca luz solar. Ao observar a distância de borda sobre a incidência de luz, foi visto que a distância não afetou a incidência de luz, e mesmo com a maioria das plantas mais próximas à borda dos fragmentos, a maioria também recebia pouca incidência solar. Mesmo na borda, a incidência de luz não era direta nos indivíduos de *B. malifolia*, e de fato não houve relação entre o índice de incidência solar e a abundância das plantas.

Quanto à estrutura vegetativa da planta, considerando as variáveis de altura, número de folhas, diâmetro de caule e elipse de copa, os resultados mostraram que a distância de borda não influencia o crescimento vegetativo da planta, visto que todas as variáveis apresentaram comportamento similar em todas as plantas, a despeito das plantas estarem mais próximas ou não das bordas. Entretanto, ao analisar o efeito da incidência de luz no crescimento da planta, foi notado que a altura das plantas é influenciada pela luz, pois as plantas mais altas estão na categoria '5' de luz. Entretanto, apesar da incidência de luz afetar a altura das plantas, a maioria

das plantas recebe pouca incidência de luz diretamente, mesmo estando localizadas na borda dos fragmentos.

Os nossos resultados, aliados ao conhecimento da história de natural da área de estudo (e.g. eventos de fogo) e da planta em si (rebrotar após fogo e ocorrência na área) (ALVES-SILVA, 2011; MENDES, 2017) nos permitem inferir o seguinte cenário. O último evento de fogo, em 2005 (SANTOS, 2017), abriu clareiras na vegetação, permitindo o crescimento e rebrota rápida dos indivíduos de *B. malifolia* ali presentes naturalmente. Porém, quando a área se recuperou do fogo e a comunidade de plantas rebrotou por completo (o que no cerrado acontece com menos de um ano após o fogo), os indivíduos de *B. malifolia* foram sombreados por plantas maiores, como árvores, e seu crescimento foi suprimido. Isso explica, por exemplo, por que plantas que recebem mais luz apresentam maior crescimento.

Em suma, nosso estudo traz evidências de que *B. malifolia* é tolerante ao efeito de borda, pois se mostrou persistente e com capacidade para se manter em diferentes ambientes. Isto pode ser um problema caso seja introduzida inconsequentemente em ecossistemas onde não é nativa. É sabido que as respostas típicas da vegetação em ambientes da borda são: aumento da presença de espécies exóticas (LAURANCE, 1991; BROTHERS; SPINGARN, 1992; FRAVER, 1994), aumento das mudas e densidades de árvores (RANNEY; BRUNER; LEVENSON, 1981; PALIK; MURPHY, 1990; WALES 1972; BROTHERS; SPINGARN, 1992; CHEN; FRANKLIN; SPIES, 1992; BROTHERS, 1993; FRAVER, 1994), aumento da cobertura de arbustos (MATLACK, 1994) e maior riqueza de espécies de crescimento rápido (RANNEY; BRUNER; LEVENSON, 1981; BROTHERS; SPINGARN, 1992; FRAVER, 1994). Assim, à medida que os habitats se tornam cada vez mais fragmentados, se faz necessário decisões de conservação de espécies que respondam a paisagens complexas e em constante mudanças (RIES; SICK, 2004). Portanto, o estudo foi fundamental para subsidiar projetos de reflorestamento, em áreas fragmentadas do Cerrado, que estão em processo de sucessão secundária, favorecendo o aumento da biodiversidade local.

Nós mostramos que *B. malifolia* é mais abundante nas bordas do fragmento estudado, e de fato a distância da borda explicou 50% da variação na quantidade de plantas. As bordas, no entanto, não recebiam mais luz solar do que o interior do fragmento, e não encontramos relação significativa entre a incidência solar e a quantidade de plantas. A luz, no entanto, influenciou de forma bastante expressiva o crescimento das plantas, pois os maiores indivíduos de *B. malifolia* foram aqueles que recebiam luz solar direta.

A área de estudo suporta outras espécies de Malpighiaceae com os mesmos atributos funcionais de *B. malifolia* (rebrotam pós fogo, nectários extraflorais, frutos do tipo sâmara) (Vilela et al. 2014). Seria interessante investigar se estas outras espécies se comportam da mesma forma que *B. malifolia*, pois a história natural das plantas influencia diretamente a biodiversidade associada a elas, principalmente os insetos mutualistas como as abelhas e as formigas. Uma relação positiva entre a abundância das plantas nas bordas e a fauna associada, poderia indicar as bordas com Malpighiaceae são ambientes mais diversos do que o interior dos fragmentos.

5. Referências

- ALVES-SILVA, E. Post fire resprouting of *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae) and the role of extrafloral nectaries on the associated ant fauna in a Brazilian Savanna. **Sociobiology** 58 (2): 327-340, 2011.
- ALVES-SILVA, E. *et al.* Influence of *Camponotus blandus* (Formicinae) and flower buds on the occurrence of *Parrhasius polibetes* (Lepidoptera: Lycaenidae) in *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae). **Sociobiology** 60: 30-34, 2013a.
- ALVES-SILVA, E. *et al.* Foraging behavior of *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera: Vespidae) on *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae): extrafloral nectar consumption and herbivore predation in a tending ant system. **Entomological Science** 16: 162-169, 2013b.
- ALVES-SILVA, E. *et al.* Ant-herbivore interactions in an extrafloral nectaried plant: are ants good plant guards against curculionid beetles? **Journal of Natural History** 49: 841-851, 2014.
- ALVES-SILVA, E.; BÄCHTOLD, A.; DEL-CLARO, K. Florivorous myrmecophilous caterpillars exploit an ant-plant mutualism and distract ants from extrafloral nectaries. **Austral Ecololy** 43: 643-650, 2018.
- ANDERSON, W. R. Malpighiaceae. In: Smith, N. et al. (eds.) **Flowering Plants of the Neotropics**. Princeton: The New York Botanical Garden & Princeton University Press. p. 229-232, 2004.
- 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** 58(4): 443-454, 2014.
- BÄCHTOLD, A.; SILVA, E. A.; DEL-CLARO, K. Ants, plant characteristics and habitat conservation status affect the occurrence of myrmecophilous butterflies on an extrafloral nectaried Malpighiaceae. **Stud Neotrop Fauna Environ** 51(2): 112-120, 2016.

- BROTHERS, T. S. Fragmentation and edge effects in central Indiana old growth forests. **Natural Areas Journal** 13: 268-275, 1993.
- BROTHERS, T. S.; SPINGARN, A. Forest fragmentation and alien plant invasion of central Indiana old-growth forests. **Conservation Biology** 6: 91-100, 1992.
- CARVALHO, F. M. V.; DE MARCO JR., P.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazilian. **Biological Conservation** 142: 1392-1403, 2009.
- CARVALHO, K. S.; VASCONCELOS, H. L. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. **Biological Conservation** 91: 151-157, 1999.
- CHEN, J.; FRANKLIN, J. F.; SPIES, T. A. Vegetation responses to edge environments in old-growth douglas-fir forests'. **Ecological Applications** 2(4): 387-396, 1992.
- CHRISTIANINI, A. V.; OLIVEIRA, P. S. Edge effects decrease ant-derived benefits to seedlings in a neotropical savanna. **Arthropod-Plant Interactions** 7: 191-199, 2013.
- CLARK, D. A.; CLARK, D. B. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. **Ecological Monographs** 62: 3: 315-344, 1992.
- DAVIES-COLLEY, R. J.; PAYNE, G. W.; VAN ELSWIJK, M. Microclimate gradients across a forest edge. **New Zealand Journal of Ecology** 24: 111-121, 2000.
- DIDHAM, R. K.; LAWTON, J. H. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. **Biotropica** 31(1): 17-30, 1999.
- DONOVAN, T. M. *et al.* Variation in local-scale edge effects: mechanisms and landscape context. **Ecology** 78(7): 2064-2075, 1997.
- FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography** 16: 265-280, 2007.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 34: 487-515, 2003.
- FRAVER, S. Vegetation responses along edge-to-interior gradients in the mixed hardwood forests of the Roanoke river basin, North Carolina. **Conservation Biology** 8: 822-832, 1994.
- GATES, B. *Banisteriopsis, Diplopterys (Malpighiaceae)*. Flora Neotropica 30. New York: The New York Botanical Garden, 1982.
- GEHLHAUSEN, S. M.; SCHWARTZ, M. W.; AUGSPURGER, C. K. Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. **Plant Ecology** 147: 21-35, 2000.

- HARPER, K. A. *et al.* Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology** 19(3): 768-782, 2005.
- ISHINO, M. N.; SIBIO, P. R.; ROSSI, M. N. Edge effect and phenology in *Erythroxylum tortuosum* (Erythroxylaceae), a typical plant of the Brazilian Cerrado. **Brazilian Journal of Biology** 72(3): 587-594, 2012.
- JESUS, F. M. *et al.* The importance of landscape structure for seed dispersal in rain forest fragments. **Journal of Vegetation Science** 23(6): 1126-1136, 2012.
- LANDENBERGER, R. E.; KOTA, N. L.; MCGRAW, J. B. Seed dispersal of the non-native invasive tree *Ailanthus altissima* into contrasting environments. **Plant Ecology** 192: 55-70, 2007.
- LAURANCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments: Application of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation** 57(2): 205-219, 1991.
- LAURANCE, W. F. *et al.* Ecosystem decay of amazonian forest fragments: a 22 - year investigation. **Conservation Biology** 16(3): 605-618, 2001.
- LAURANCE, W. F. *et al.* Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape-divergence hypothesis. **Plos One** 2(10): 1-8, 2007.
- LIMA-RIBEIRO, M. S. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 22(2): 535-545, 2008.
- MATLACK, G. R. Vegetation dynamics of the forest edge—Trends in space and successional time. **Journal of Ecology** 82: 113-123, 1994.
- MENDES, T. M. **O sucesso reprodutivo de *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae) é influenciado pela presença de aranhas e formigas?** Projeto de Pesquisa (Ciências Biológicas). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.
- MENDONÇA, A. H. *et al.* Edge effects in savanna fragments: a case study in the cerrado. **Plant Ecology & Diversity** 8(4): 493-503, 2015.
- MILLIGAN, J. R.; KREBS, R. A.; MAL, T. K. Separating developmental and environmental effect on fluctuating asymmetry in *Lythrum salicaria* and *Penthorum sedoides*. **International Journal of Plant Sciences** 169: 625-630, 2008.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution** 10: 58-62, 1995.
- OLIFIERS, N.; CERQUEIRA, R. Fragmentação de habitat: efeitos históricos e ecológicos. *In*: ROCHA; C. F. D. *et al.* (Eds.). **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: RiMa Editora. p. 261-279, 2006.

- PAGLIA, A. P. *et al.* Efeitos da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes? *In*: ROCHA, C. F. D. *et al.* (Eds.). **Biologia da conservação**: essências. São Carlos: RiMa Editora. p. 281-316. 2006.
- PALIK, B. J.; MURPHY, P. G. **Disturbance versus edge effects in sugar maple/beech forest fragments**. 32. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. p. 187-202, 1990.
- RANNEY, J. W.; BRUNER, M. C.; LEVENSON, J. B. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. *In*: BURGESS, R. L.; SHARP, D. M. **Forest island dynamics in a man dominated landscape**. New York: Springer-Verlag. p. 67-95, 1981.
- REDDING, T. E. *et al.* Spatial patterns of soil temperature and moisture across subalpine forest-clearcut edges in the southern interior of British Columbia. **Canadian Journal of Soil Science** 83: 121-130, 2003.
- RIES, L. *et al.* Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. **Annual Review of Ecology and Systematics** 35: 491-522, 2004.
- RIES, L.; SISK, T. D. A predictive model of edge effects. **Ecology** 85(11): 2917-2926, 2004.
- SANTOS, I. A.; MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M. C. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis** 11: 242-255, 2007
- SANTOS, L. R. **Gradientes ambientais e efeito de borda não afetam aspectos da história de vida e características funcionais de uma planta neotropical**. Dissertação (Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2017.
- SIGRIST, M. R.; SAZIMA, M. Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical Malpighiaceae: Stigma morphology and its implications for the breeding system. **Annals of Botany** 94: 33-41, 2004.
- SHI, G.; CAI, Q. Leaf plasticity in peanut (*Arachis hypogaea* L.) in response to heavy metal stress. **Environmental and Experimental Botany** 67: 112-117, 2009.
- SHIDA, C. N.; PIVELLO, V. R. O desafio da conservação dos recursos naturais na região: o contexto do Cerrado Pé-de-Gigante como um fragmento: consequências. *In*: Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. **O cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação** - Parque Estadual de Vassununga. São Paulo: SMA, p. 269-272, 2005.
- STRASSBURG, B. B. N. *et al.* Moment of truth for the cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution** 1(0099): 1-3, 2017.
- TABARELLI, M.; GASCON, C. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. **Conservation Biology** 19(3): 734-739, 2005.

- THOMPSON, F. R. III. Simulated response of a forest interior bird population to forest management options in central hardwoods forests of the United States. **Conservation Biology** 7:325–333, 1993.
- TORENZAN-SILINGARDI, H. M. **A influência dos herbívoros florais, dos polinizadores e das características fenológicas sobre a frutificação de espécies da família Malpighiaceae em um cerrado de Minas Gerais**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Estadual de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.
- VAUGHN, N. R.; ASNER, G. P.; GIARDINA, C. P. Centennial impacts of fragmentation on the canopy structure of tropical montane forest. **Ecological Applications** 24(7): 1638-1650, 2014.
- VILELA, A. A.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; DEL-CLARO, K. 2014. Conditional outcomes in ant-plant-herbivore interactions influenced by sequential flowering. **Flora** 209(7):359-366.
- VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 55: 130-142, 1990.
- WALES, W. F. Vegetation analysis of north and south edges in a mature oak-hickory forest. **Ecological Monographs** 42: 451-471, 1972.
- WALT, L. V. D. *et al.* To what extent does urbanisation affect fragmented grassland functioning? **Journal of Environmental Management** 151: 517-530, 2015.
- WHITNEY, G. G.; RUNKLE, J. R. 1981. Edge versus age effects in the development of a beech maple forest. **Oikos** 37: 377–381, 1981.