



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Campus de Três Lagoas

Licenciatura em Ciências Biológicas

Efeito de borda sobre a Coleopterofauna Edáfica em um remanescente de Cerrado

Discente: Ana Julia Van Der Laan Loureiro

Orientador: Luiz Ubiratan Hepp

Três Lagoas, MS

Novembro de 2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Efeito de borda sobre a Coleopterofauna edáfica em um remanescente de Cerrado

Ana Julia Van Der Laan Loureiro¹, Luiz Ubiratan Hepp¹

¹Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, Brasil

*Autor para correspondência: julia.laan@ufms.br

RESUMO – A monocultura de eucalipto tem contribuído para a fragmentação das florestas, e esses fragmentos são afetados por alterações na temperatura e umidade que influenciam Coleopterofauna edáfica local. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de borda sobre a Coleopterofauna edáfica. O experimento foi conduzido entre os meses de fevereiro e abril de 2024 em um remanescente de Cerrado inserido em um mosaico de monocultura de eucalipto. Foram utilizadas armadilhas do tipo pitfall para coleta de organismos, instaladas ao longo de um transecto de 1.900 metros, onde permaneceram durante sete dias. As coletas foram realizadas em parcelas posicionadas a diferentes distâncias da borda do remanescente, com a primeira parcela situada na borda e a segunda a 500 m de distância. As parcelas seguintes foram distribuídas a intervalos de 100 m até a 14^a parcela. As variáveis ambientais analisadas incluíram temperatura do ar, umidade relativa do ar e luminosidade. Observou-se uma diminuição da temperatura e um aumento da umidade com o afastamento da borda. Os

¹ A formatação segue as normas do periódico Iheringia, Série Zoologia, publicado pelo Museu de Ciências Naturais da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – RS

Coleoptera coletados foram identificados a nível taxonômico de família. Foram coletados um total de 463 organismos, distribuídos em oito famílias. As famílias Curculionidae (71,1%), Staphylinidae (21,4%) e Scarabaeidae (4,8%) foram as mais representativas. No entanto, apenas Staphylinidae apresentou correlação significativa com o gradiente de distância borda-interior, indicando a presença de um efeito de borda. A análise indicou que a abundância da Coleopterofauna foi maior na área de borda e diminuiu conforme a distância para o interior do remanescente, com as variáveis ambientais de temperatura e umidade possivelmente modulando esse padrão. Os Coleoptera são utilizados como bioindicadores, já que são um dos grupos mais diversos de insetos, são fáceis de coletar e identificar, além de ocuparem diversos nichos ecológicos.

Palavras-chave: armadilhas de solo, variáveis ambientais, Staphylinidae, entomofauna edáfica.

Introdução

A fragmentação de habitat está fortemente associada à alteração das paisagens naturais por ações de origem antrópica, onde um habitat contínuo é dividido em pequenos fragmentos isolados uns dos outros (BENNETT & SAUNDERS, 2011). O processo de fragmentação de habitats leva à criação de bordas (FAHRIG, 2003), que trazem consigo mudanças significativas na incidência de luz, temperatura, vento e redução da umidade do solo e do ar (MURCIA, 1995). Essas mudanças provocam os chamados efeitos de borda, cuja definição se dá pelos resultados das modificações nos padrões bióticos e abióticos na extremidade (HARPER et al., 2005). As bordas aumentam a

prevalência de espécies invasoras e mudanças na abundância e distribuição de espécies dos ambientes adjacentes à borda (MAGURA et al., 2017). Em complemento, ALTIERI (1999) afirma que as ações antrópicas sobre os ecossistemas transformam métodos naturais de dispersão, o controle natural das populações de insetos e modificam os níveis de decomposição e fertilidade do solo, reduzindo a diversidade de espécies.

Os efeitos de borda e a fragmentação de habitats causam alterações significativas nas variáveis ambientais, as quais influenciam diretamente os organismos (PEYRAS et al., 2013). No que tange a Coleopterofauna edáfica, pode afetar a abundância, riqueza e distribuição desses organismos (SILVA et al., 2021). Por exemplo, a temperatura e a umidade são variáveis ambientais cruciais para os organismos da ordem Coleoptera, uma vez que exercem influência direta sobre seus processos fisiológicos, tais como metabolismo, desenvolvimento e reprodução (RODRIGUES et al., 2004). Estudos sugerem que a abundância de Coleoptera edáficos é maior em ambientes de maiores temperaturas (TEIXEIRA et al., 2009), enquanto algumas famílias apresentam associação negativa com altas taxas de umidade (GONÇALVES, 2017).

Os insetos da ordem Coleoptera apresentam distribuição cosmopolita, contando com mais de 387 mil espécies descritas (CARON et al., 2024). Dentre as qualidades atribuídas à ordem Coleoptera para ser utilizada para como bioindicadora, estão: a) ampla distribuição; b) facilidade de coleta e identificação; c) ocupam diversos nichos ecológicos; d) ciclos geralmente curtos; e) multiplicam-se rapidamente em condições adequadas (SPILLER et al., 2018). Esses organismos desempenham um papel ecológico importante nos processos atribuídos ao solo, tais como ciclagem de nutrientes, decomposição de matéria orgânica, porosidade, infiltração de água e funcionamento biológico (SILVA & AMARAL, 2013). Atrelado a isso, o Cerrado, comumente chamado de savana brasileira, é considerado o segundo maior bioma do Brasil, é a savana mais

biodiversa do mundo, caracterizada como um *hotspots* de biodiversidade mundial (MYERS et al., 2000). No entanto, a fitofisionomia natural do Cerrado está sendo destruída para dar espaço para os mais variados tipos de uso de solo, principalmente para atividades agrícolas e silvicultura (KLINK & MACHADO, 2005). Nessa perspectiva, o objetivo do presente trabalho é avaliar os efeitos de borda sobre a abundância da Coleopteroфаuna edáfica, além de avaliar o potencial bioindicador do efeito de borda das famílias de um remanescente do Cerrado.

Assim, a hipótese é que haverá maior abundância de Coleoptera edáficos na borda do remanescente em virtude da temperatura elevada e umidade baixos níveis de umidade.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em um remanescente de Cerrado, denominado Fazenda Rio Verde A (20°54'30,4"S, 52°11'38,5"O), situado em Três Lagoas, Mato Grosso do Sul. O remanescente está inserido em um mosaico de monocultura de *Eucalyptus* sp. A região possui clima do tipo tropical quente e úmido (IBGE, 2002), cuja estação chuvosa ocorre de dezembro a fevereiro e a estação seca ocorre entre junho e agosto (INMET, 2014). De acordo com dados do INMET (2014), a temperatura média anual é de ~23°C e a precipitação média anual é de ~1.500 mm. A fitofisionomia predominante é do tipo savânica, com algumas áreas de ecótono entre formações de Cerrado e Mata Atlântica (MENDONÇA et al. 2008).

As coletas ocorreram durante a estação chuvosa do ano de 2024, entre os meses de fevereiro e abril. Para a amostragem dos insetos da ordem Coleoptera, foram utilizadas armadilhas de queda, do tipo *Pitfall* confeccionadas manualmente com

garrafas PET de dois litros (~20 cm de altura e 15 cm de diâmetro). As armadilhas foram enterradas no solo até a borda superior do copo. Em cada armadilha foram adicionados aproximadamente 100 mL de etanol 70% e 2 a 3 gotas de detergente. As armadilhas foram instaladas em um transecto de 1900 m, sendo a primeira parcela instalada na borda do remanescente e a segunda parcela a 500 m da borda. A partir da terceira parcela até a 14^a, a distância entre parcelas foi de 100 m. Após sete dias as armadilhas foram recolhidas e os insetos capturados foram armazenados em recipientes contendo etanol 70%. O material foi conduzido ao laboratório para triagem e identificação até nível de família de acordo com as chaves de BUZZI (2010) e CASARI et al. (2024), também utilizada para a identificação de guildas tróficas.

Adicionalmente, em cada parcela, cerca de um m acima do nível do solo, foram mensuradas as variáveis ambientais temperatura do ar e umidade relativa do ar com um Termo-Higro-Anemômetro (AKROM KR825), e luminosidade com um Luxímetro (AKROM KR852).

Para análise dos dados foram realizadas Correlações Lineares de Pearson entre as variáveis ambientais e a distância das parcelas no gradiente borda-interior. A abundância total de Coleoptera e das famílias mais abundantes foram plotadas com a distância da borda para as parcelas do interior do remanescente, tendo os modelos ajustados de acordo com o padrão de dispersão dos dados. Regressões lineares entre a abundância de organismos e a distância da borda foram realizadas para avaliar os eventuais efeitos de borda sobre a Coleopterofauna edáfica. As análises foram realizadas no software *BioEstat* 5.2.

Resultados

Variáveis Ambientais

A temperatura do ar variou de 33,9°C a 26,9°C, sendo superior na borda do remanescente (Figura 1a). Por sua vez, a umidade relativa do ar mostrou padrão contrário, sendo que os menores valores foram observados na borda do remanescente (58%) e maiores no interior do fragmento (87%) (Figura 1b). A luminosidade apresentou valores similares ao longo do gradiente borda-interior (Figura 1c). Dentre as três variáveis mensuradas, apenas a temperatura e a umidade relativa do ar apresentaram associação com a distância da borda do remanescente (Tabela 1).

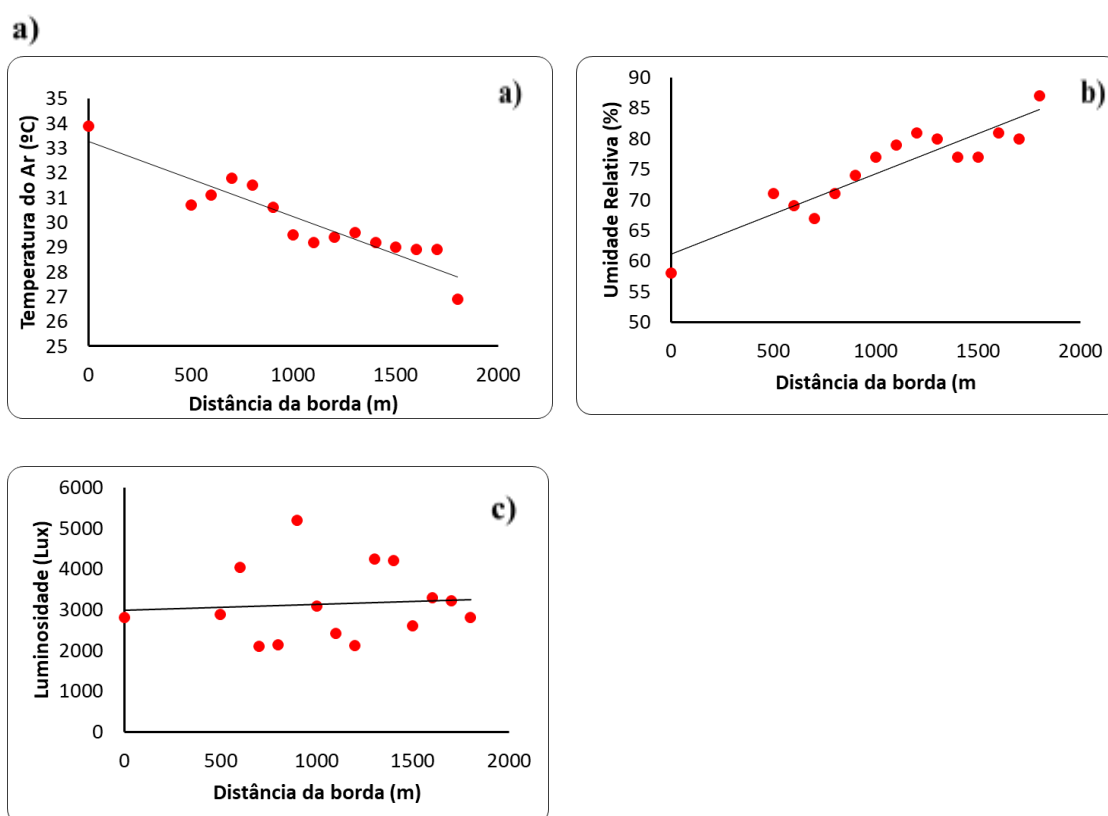


Figura 1. a) Temperatura do ar (°C), b) Umidade relativa do ar (%) e c) Luminosidade (Lux) quantificadas nas parcelas distribuídas no gradiente borda-interior do remanescente Rio Verde A, Três Lagoas-MS.

Tabela 1. Matriz de Correlação de Pearson entre a distância da borda e as variáveis ambientais mensuradas no fragmento Rio Verde A, Três Lagoas – MS. *=p<0,05.

Variáveis	Distância da borda (m)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa (%)	Luminosidade (Lux)
Distância da borda (m)	1	-	-	-
Temperatura do ar (°C)	- 0,92*	1	-	-
Umidade relativa (%)	0,91*	0,91	1	-
Luminosidade (Lux)	0,07	-0,06	0,07	1

Coleopterofauna Edáfica

Foram coletados 463 indivíduos pertencentes à ordem Coleoptera, distribuídos em 8 famílias (Tabela 2). Curculionidae com 329 indivíduos (71,1%), Staphylinidae com 99 indivíduos (21,4%) e Scarabaeidae com 22 indivíduos (4,8%) foram as famílias mais representativas. A abundância total representou 24% da abundância geral coletada. Dentre as famílias, Staphylinidae apresentou uma abundância de 75% de organismos na borda do remanescente.

A abundância total de Coleoptera apresentou um padrão de redução de acordo com a distância da borda ($F_{(1;13)} = 7,7$ $p = 0,01$; Figura 2a). O mesmo padrão foi observado para Staphylinidae ($F_{(1;13)} = 35,2$, $p < 0,001$; Figura 2 b). Curculionidae e Scarabaeidae não foram influenciadas pela distância da borda (Figura 2 c, d).



Tabela 2. Abundância de indivíduos obtidos na área de borda (B) e interior (I) do fragmento Rio Verde A em Três Lagoas-MS, guildas tróficas das famílias de Coleoptera; distância da borda, total geral. *P= predadores, H= Herbívoros, S= saprófagos, F= Fungívoros, C= Coprófagos; ()= Hábito alimentar secundário.

Distância da borda (m)	Famílias								Total na parcela
	Curculionidae	Staphylinidae	Scarabaeidae	Chrysomelidae	Chryptophagidae	Tenebrionidae	Ptilidae	Silvanidae	
0	24	83	1	1	1	-	-	-	110
500	9	6	6	-	-	1	-	-	22
600	49	-	-	-	-	-	-	-	49
700	29	-	2	-	-	1	1	-	33
800	20	-	-	-	-	-	-	-	20
900	30	1	1	-	-	-	-	1	33
1000	22	2	-	-	-	-	1	-	25
1100	31	3	3	-	-	-	3	-	40
1200	29	1	1	-	-	1	-	1	33
1300	9	-	-	-	-	-	-	-	9
1400	15	-	1	-	-	-	-	-	16
1500	1	-	2	-	-	-	-	-	3
1600	25	1	-	-	-	1	-	-	27
1700	26	-	2	-	-	-	-	-	28
1800	10	2	3	-	-	-	-	-	15
Total Geral	329	99	22	1	1	4	5	2	463
*Guilda Trófica	H(F)	P	S(H)	H	F	S(F)	F	F(S)	-

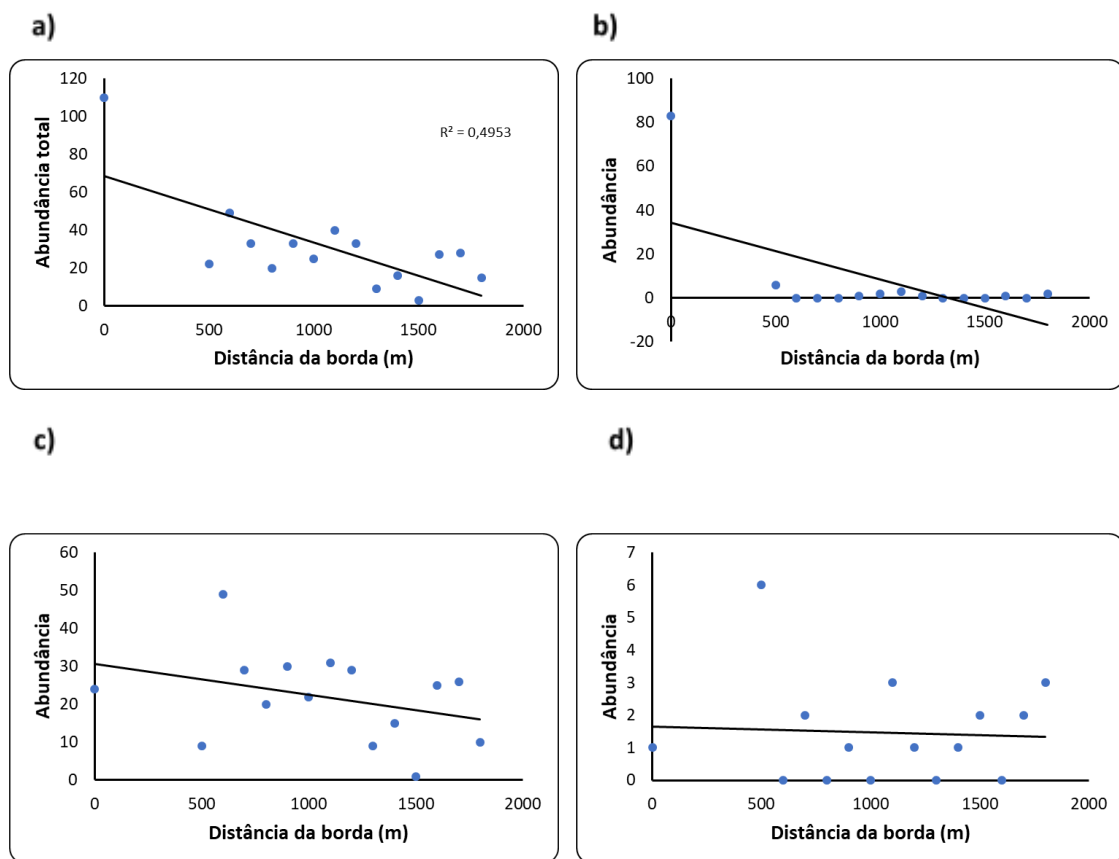


Figura 2. a) Variação da abundância total das famílias coletadas na borda e interior do fragmento, b) Família Staphylinidae c) Família Curculionidae e d) Família Scarabaeidae ao longo do gradiente de distância borda-interior.

Discussão

A temperatura e a umidade relativa do ar mostraram correlações negativa e positiva, respectivamente, com a distância da borda. Esse padrão pode ser explicado pela baixa densidade da vegetação nativa nas bordas de fragmentos, resultante da fragmentação de habitats (MURCIA, 1995). Nesse contexto, MULLER (2010) destaca que a

perda de vegetação facilita a penetração da radiação solar, aumentando as taxas de evapotranspiração e provocando mudanças nos níveis de umidade e temperatura tanto do ar quanto do solo. Por outro lado, o fragmento estudado apresenta uma abundância expressiva de bambus, os quais podem estar contribuindo para a regulação térmica no fragmento. Assim, a vegetação mais densa no interior do fragmento provavelmente contribui para a regulação da umidade e da temperatura, resultando em níveis controlados de evapotranspiração. Por outro lado, a luminosidade não variou ao longo do gradiente de distância borda-interior. A baixa variação na intensidade luminosa pode ser atribuída à vegetação esparsa no fragmento, a qual apresenta uma natureza esparsa, característica no bioma Cerrado. Resultados similares foram observados por ARRUDA & EISENLOHR (2016), os quais citam que este padrão é comum em florestas tropicais secas devido à abertura do dossel arbóreo.

A abundância da Coleopterofauna edáfica diminuiu significativamente à medida que se distanciava da borda do fragmento. Essa tendência pode ser atribuída às condições ambientais distintas entre a borda e o interior. Na borda, observou-se menor umidade relativa do ar e maior temperatura em comparação com o interior do fragmento, sugerindo que esses fatores atuaram como preditores ambientais para a abundância dos Coleoptera. RODRIGUES (2004) destaca que temperatura e umidade são cruciais na atividade dos insetos, impactando suas taxas de desenvolvimento e reprodução. Esses padrões foram corroborados por SILVA et al. (2011) que identificaram uma relação positiva entre a abundância de insetos da ordem Coleoptera e o aumento da temperatura em uma área de Cerrado. Adicionalmente, a preferência dos Coleoptera pela borda pode estar ligada à umidade, uma vez que altas taxas de umidade podem ser

prejudiciais ao desenvolvimento desses organismos (RODRIGUES, 2004). GONÇALVES (2017) reforça essa hipótese, indicando que algumas famílias de besouros mostraram associação negativa com a alta umidade relativa do ar. Assim, a borda do fragmento apresentou maior abundância de Coleoptera, possivelmente devido à presença de variáveis ambientais favoráveis que promovem a coexistência desses besouros edáficos.

Os besouros da família Staphylinidae foram os mais abundantes neste estudo e apresentaram clara preferência pela borda do fragmento. Uma tendência que pode ser explicada pela adaptação de muitas espécies de estafilínídeos a ambientes secos, caracterizados por temperaturas elevadas e baixa umidade, ou até mesmo por sua indiferença a essas condições (EKSCHMITT et al., 1997). No mesmo estudo, o autor destaca que grande parte das espécies de estafilínídeos é predadora de colêmbolos. Esse padrão de distribuição pode estar associado à abundância de Collembola na borda do fragmento, que, por sua vez, fornece variáveis ambientais propícias para seu desenvolvimento e uma fonte de alimento importante para os estafilínídeos. Por sua vez, a família Curculionidae não apresentou um padrão significativo em função do gradiente de distância borda-interior. Resultados similares foram encontrados nos estudos de BRITO-SILVA et al. (2016) em fragmento de Mata Atlântica, cujo estudo demonstra que Curculionidae está entre as famílias mais abundantes e não obteve padrão significativo em função do distanciamento da borda-interior. Curculionidae estavam amplamente distribuídas e aparentemente insensíveis à modificação do habitat. Da mesma forma, a família Scarabaeidae não apresentou um padrão claro de distribuição ao longo do gradiente de distância borda-interior, possivelmente devido à ausência de atrativos nas armadilhas de queda utilizadas neste estudo. Em uma pesquisa anterior, MILHOMEM et al. (2003) utilizaram fezes humanas como atrativo para a coleta de besouros coprófagos no Cerrado e observaram que esse método resultou em uma maior abundância de espécies

da família Scarabaeidae. Nesse contexto, a temperatura e a umidade foram identificadas como fatores correlacionados a esses resultados. Esses achados corroboram as nossas observações, pois os escarabeídeos coprófagos requerem temperaturas elevadas e baixas umidades para suas atividades metabólicas, alimentares e reprodutivas.

Conclusão

Neste estudo foi possível observar que houve efeito de borda, particularmente para a família Staphylinidae e para a Coleopterofauna edáfica em geral. Observou-se um padrão significativo de abundância na área da borda, que diminuiu em função do distanciamento da borda. Além disso, as variáveis ambientais, como temperatura e umidade, possivelmente exerceram influência positiva sobre a presença dos besouros edáficos. Os resultados sugerem que a borda do remanescente tem um impacto direto na estrutura da Coleopterofauna edáfica, com destaque para o efeito de borda sobre as populações de Staphylinidae. Por fim, a identificação da Coleopterofauna edáfica a nível de família revelou-se uma metodologia relativamente eficaz para ser utilizada como bioindicadora de efeito de borda em remanescentes do Cerrado.

Referências

- ALTIERI, M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74(1–3):19-31.
- ARRUDA, D. M., & EISENLOHR, P. V. 2016. Analyzing the edge effects in a Brazilian seasonally dry tropical forest. *Brazilian Journal of Biology* 76(1):169-175.

- BENNETT, A. F., & SAUNDERS, D. A. 2010. Habitat fragmentation and landscape change. In: SOSHI, N. S. & EHRLICH, P. R. eds. Conservation biology for all. *New York, Oxford University Press*. v.93, p. 88-106.
- BOUCHARD, P., SMITH, A. B. T., DOUGLAS, H., BRUNKE, J. A. & KANDA, K. 2017. Biodiversity of coleoptera. In: FOOTIT, R. G. & ADLER, P. H. eds. Insect biodiversity: science and society. New York, *John Wiley & Sons*. p. 337-417.
- BRITO-SILVA, B. C.; PINA, W. C.; SILVA, A. 2016. Efeito de borda na dinâmica de besouros em fragmento de Mata Atlântica de Tabuleiro. *Ecologia e Nutrição Florestal* 4(3):78-86.
- Buzzi, Z. J. 2010. Entomologia didática. Curitiba, *UFPR*, p.349-372.
- CARON, E., MONNÉ, M. L., FERREIRA, V. S., COSTA, C., CUPELLO, M., ALOQUIO, S., LINZMEIER, A. M., VAZ-DE-MELLO, F. Z., LEIVAS, F. W. T., SOUZA-GONÇALVES, I., MERMUDES, J. R. M., ALMEIDA, L. M., MOURA, L. A. A., FERREIRA JÚNIOR, N., GROSSI, P. C., VANIN, S. A., ŚLIPÍŃSKI, A., ANICHTCHENKO, A., NEWTON, A. F., SAMPAIO, A., CARELLI, A., PUKER, A., FERREIRA, A. S., FERNANDES, A. S., ROZA, A. S., CLINE, A., SAMPAIO, B. H. L., CLARKSON, B., CASTRO, C. F., BICHO, C. L., BENETTI, C. J., RIBEIRO-COSTA, C. S., LOPES-ANDRADE, C., MANFIO, D., COLPANI, D., BASÍLIO, D. S., BENÁ, D. C., POLLOCK, D. A., SOUZA, D. S., RODRIGUES, D. F., CHANDLER, D. S., NASCIMENTO, E. A., SPIESSBERGER, E. L., AGRAIN, F. A., BARBOSA, F. F., SHOCKLEY, F., NASCIMENTO, F. E. L., BIFFI, G., POWELL, G. S., MORSE, G. E., FLORES, G. E., ESCALONA, H., QUINTINO, H. Y. S., RAINHO, H. L., MADDALENA, I. S. C. P., HÁJEK, J., MCHUGH, J. V., BOTERO, J. P., FUHRMANN, J., CHURATA-SALCEDO, J. M., VIEIRA, L. M., SILVEIRA, L. F. L., CRUZ, L. S., SEKERKA, L., BOLOGNA, M. A., BEVILAQUA, M. V. O., PASSOS, M. I., CHAMORRO, M. L., CHERMAN, M. A., BENTO, M., GIMMEL, M., SEGURA, M. O., IVIE, M. A., THOMAS, M. C., MONNÉ, M. A., LORD, N., HAMADA, N., DEGALLIER, N., SANTOS, P. B., DUARTE, P. R.

- M., GNASPINI, P., BULIRSCH, P., REGALIN, R., LESCHEN, R. A. B., CONSTANTIN, R., CORRÊA, R. C., GERSTMEIER, R., ROSA, S. P., CAMPOS, S. V. N., PECK, S. B., PACHECO, T. L., POLIZI, T. T. S., MCEL RATH, T. C., GRYZMALA, T. L., SMITH, T. R., COSTA-SILVA, V., SANDOVAL-GÓMEZ, V. E., SOUSA, W. O., TOMASZEWSKA, W. 2024. Coleoptera of Brazil: What we knew then and what we know now. Insights from the Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. *Zoologia*, 41(e23072): 1-15.
- CASARI, S. A., BIFFI, G. & IDE, S. 2024. Coleoptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A., MELO, G. A. R., CARVALHO, C. J. B., CASARI, S. & CONSTANTINO, R. eds. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*, p:575-698.
- EKSCHMITT, K., WOLTERS, V. & WEBER, M. 1997. Spiders, carabids, and Staphylinids: The ecological potential of predatory macroarthropods. In G. Benckiser ed. *Fauna in soil ecosystems* p. 327–376.
- FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34(1):487-515.
- FAVERO, S., SOUZA, H. A. & OLIVEIRA, A. K. M. 2011. Coleoptera (insecta) como indicadores de fragmentação florestal na sub-região do pantanal do negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 71(1):291-5.
- GONÇALVES, M. P. 2017. Relação entre tempo e besouros em Mata de Cocal. *Revista Brasileira de Meteorologia* 32(4):543-554.
- HARPER, K. A., MACDONALD, S. E., BURTON, P. J., CHEN, J., BROSOFSKE, K. D., SAUNDERS, S. C., EUSKIRCHEN, E. S., ROBERTS, D., JAITEH, M. S. & ESSEN, P. A. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19(3): 768-782.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2002. Mapa de clima do Brasil. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15817-clima.html?edicao=15887&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 01.11.2024.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2014. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 01.11.2024.

KLINK, C. A., & MACHADO, R. B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1(1):147-155.

KRELL, F. T., WESTERWALBESLOH, S. K., WEISS, I., EGGLETON, P. & LINSENMAIR, K. E. 2003. Spatial separation of afrotropical dung beetle guilds: a trade-off between competitive superiority and energetic constraints (coleoptera: scarabaeidae). *Ecography* 26(2):210-222.

MAGURA, T., LÖVEL, G. L. & TÓTHMÉRÉSZ, B. 2017. Edge responses are different in edges under natural versus anthropogenic influence: a meta-analysis using ground beetles. *Ecology and Evolution* 7(3):1009-1017.

MENDONÇA, R. C. & FELFILI, J. M. 2008. Flora Vascular do Bioma Cerrado: Checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F. eds. Cerrado: Ecologia e Flora. Brasília, *Embrapa Informação Tecnológica*. v. 2, p:423-442.

MILHOMEM, M. S., MELLO, F. Z. V. D. & DINIZ, I. R. 2003. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38(11): 1249-1256.

MULLER, A., BATAGHIN, F. A., & SANTOS, S. C. (2010). Efeito de borda sobre a comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Perspectiva* 34(125):29-39.

- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 10(2):58-62.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER C. G., FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- PEYRAS, M., VESPA, N., BELLOCQ, M. I. & ZURITA, G. A. 2013. Quantifying edge effects: The role of habitat contrast and species specialization. *Journal of Insect Conservation* 17(4):807–820.
- RODRIGUES, W. C. (2004). Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. *Info Insetos* 1(4):1-4.
- SILVA, C. F., SOUZA, R. C., PEREIRA, M. G., PINTO, L. A. S. R., FERREIRA, R., CORREIRA, M. E. F., MENEZES, C. E. G., FONTES, M. A. & SILVA, T. P. 2021. Edaphic attributes indicative of edge effect in semideciduous tropical forest. *Acta Oecologica* 113:103776.
- SILVA, L. N. & AMARAL, A. A. 2013. Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda. *Revista Verde* 8(5):108-115.
- SILVA, N. A. P., FRIZZAS, M. R. & OLIVEIRA, C. M. 2011. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 55(1): 79-87.
- SILVA, P. G. & SILVA, F. C. G. 2011. Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. *Revista Congrega* 5(1):1-16.
- SPILLER, M. S., SPILLER, C. & GARLET, J. 2018. Arthropod bioindicators of environmental quality. *Agroambiente* 12(1): 41-57.
- TEIXEIRA, C. C. L., HOFFMANN, M. & SILVA-FILHO, G. 2009. Comunidade de coleoptera de solo em remanescente de mata atlântica no estado do rio de janeiro, Brasil. *Biota Neotropica* 9(4):91-95.

- TÓTHMÉRÉSZ, B., NAGY, D. D., MIZSER, S., BOGYÓ, D. & MAGURA, T. 2014. Edge effects on ground-dwelling beetles (carabidae and staphylinidae). In: Oak forest-forest edge-grassland habitats in hungary. *European Journal of Entomology* 111(5):686-691.
- WIMP, G. M., MURPHY, S. M., LEWIS, D. & RIES, L. 2011. Do edge responses cascade up or down a multi-trophic food web? *Ecology Letters* 14(9):863–870.