

Efeito do tamanho do fragmento florestal sobre as comunidades de Opiliones (Arachnida) em diferentes fitofisionomias no centro sul do estado de Minas Gerais

Effect of forest fragment size on Opiliones (Arachnida) communities in different phytophysiognomies in the central south of Minas Gerais state

Diego Ramos de **LIMA**^{1, 2}; Luis Gustavo Talarico **RUBIM**¹; Thiago Henrique dos Reis **PÁDUA**¹ & Marcos Magalhães de **SOUZA**¹

RESUMO

A fragmentação dos ecossistemas terrestres é um dos fatores que mais afetam a qualidade do hábitat, o que impacta negativamente muitas espécies, entretanto há poucos estudos sobre esse efeito em Opiliones, aracnídeos que desempenham diferentes serviços ambientais. Esta pesquisa objetiva investigar o efeito do tamanho dos fragmentos sobre esses artrópodes em diferentes fitofisionomias de cerrado e mata atlântica. As coletas foram realizadas no período noturno, com 24 dias de trabalho de campo, entre outubro de 2020 e março de 2021, em três fragmentos de floresta de diferentes tamanhos, no centro-sul do estado de Minas Gerais. Os resultados mostraram que não houve diferença de riqueza, abundância, diversidade e composição das comunidades entre os fragmentos, sugerindo que o tamanho destes, como variável isolada, não afetou os Opiliones em floresta de galeria e semidecidual, pois possivelmente outros fatores influenciam o efeito do tamanho da área, tais como o grau de conservação do ecossistema e as atividades antrópicas.

Palavras-chave: abundância; fragmentação; hábitat; riqueza.

ABSTRACT

The fragmentation of terrestrial ecosystems is one of the factors that most affects the quality of the habitat, which negatively impacts many species, however there are few studies on this effect in Opiliones, arachnids that perform different environmental services. The present study aims to investigate the effect of fragment size on these arthropods in different phytophysiognomies of Cerrado and Atlantic Forest. The collections were carried out at night, with 24 days of fieldwork, between October 2020 and March 2021, in three forest fragments of different sizes, in the south center of the state of Minas Gerais. The results showed that there was no difference in richness, abundance, diversity and composition of communities between the fragments, which suggests that the size of these, as an isolated variable, did not affect the Opiliones in gallery and semideciduous forests, as possibly other factors influence the effect of the size of the area, such as the degree of conservation of the ecosystem and anthropic activities.

Keywords: abundance; fragmentation; habitat; richness.

Recebido em: 23 fev. 2022

Aceito em: 11 abr. 2022

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Praça Tiradentes, 416, Centro – CEP 37576-000, Inconfidentes, MG, Brasil.

² Autor para correspondência: diego.lima@alunos.ifsuldeminas.edu.br.

INTRODUÇÃO

A fragmentação dos ecossistemas terrestres consiste na redução de uma área natural contínua, seja por processos naturais, seja pela ação antrópica, o que resulta na formação de áreas menores, promovendo o isolamento dos habitats, interrompidos por ambientes que, frequentemente, são muito diferentes dos originais (THRALL *et al.*, 2000; HANSEN *et al.*, 2020) e estão muitas vezes degradados ou sob o efeito da antropização, tais como estradas, pastagens, desmatamentos, agricultura, urbanismo, alagamentos (WADE *et al.*, 2003). Nessa condição, ocorre uma interrupção ou diminuição do fluxo gênico entre as populações e há redução dos recursos naturais, o que afeta negativamente o transporte de pólen e a dispersão de sementes, alterando, assim, a biota e os fatores abióticos do habitat e ocasionando a extinção de espécies locais (FAHRIG, 2003; LIU *et al.*, 2019).

Assim como o desmatamento, a utilização intensiva do solo gera uma simplificação deste, o que provoca uma diminuição da biodiversidade local, a perda de habitat e, por consequência, a perda de organismos importantes, comprometendo o ciclo de vida e a qualidade do habitat e micro-habitat locais (SANTOS *et al.*, 2016).

No Brasil, diferentes biomas, tais como a mata atlântica e o cerrado, abrigam uma das maiores biodiversidades do mundo, com uma alta taxa de endemismo (MITTERMEIER *et al.*, 2005; VALADÃO *et al.*, 2017), as quais sofrem os efeitos negativos da fragmentação, com redução significativa de suas áreas naturais (AGUIAR *et al.*, 2016), diminuindo as populações de muitas espécies e colocando-as em risco de extinção (ICMBIO/MMA, 2018).

Há estudos para diferentes grupos animais sob o efeito da fragmentação, incluindo Arthropoda (GIBB & HOCHULI, 2002), como vespas (MORATO & CAMPOS, 2000; BUENO *et al.*, 2019), abelhas (TONHASCA *et al.*, 2002), borboletas (SHAHABUDDIN & PONTE, 2005), aranhas (REGO *et al.*, 2007; VILAS BOAS JUNIOR *et al.*, 2020), formigas (CARVALHO & VASCONCELOS, 1999; SANTOS *et al.*, 2006) e Opiliones (DENNIS & YOUNG, 2001; BRAGAGNOLO *et al.*, 2007).

Opiliones são aracnídeos, muitas vezes conhecidos como aranha-alho, vira-mundo, bodum (PINTO-DA-ROCHA & GIRIBET, 2007), entre outros nomes, e constituem a terceira maior ordem da classe Arachnida (SHEAR, 1982), com quatro subordens: Cyphophthalmi, Eupnoi, Dyspnoi e Laniatores (MACHADO *et al.*, 2007). O Brasil possui cerca de 1.008 espécies descritas (KURY, 2021), abrigando a maior taxa endêmica do planeta (PINTO-DA-ROCHA *et al.*, 2005) e a maior diversidade do mundo na mata atlântica (PINTO-DA-ROCHA, 1999), onde há maior esforço de amostragem no país (PINTO-DA-ROCHA *et al.*, 2005; BRAGAGNOLO *et al.*, 2007; RESENDE *et al.*, 2012a, 2012b; LIRA & DESOUSA, 2016; ÁZARA & FERREIRA, 2018; FERREIRA *et al.*, 2019; FERREIRA *et al.*, 2020; COSTA *et al.*, 2020; GOMES *et al.*, 2021), mas há poucas informações para o cerrado (KURY *et al.*, 2010; RESENDE *et al.*, 2012b; FERREIRA *et al.*, 2020).

Opiliones são animais de baixa dispersão, significando que transitam pouco entre as áreas florestadas, e possuem uma alta sensibilidade a modificações ambientais, o que os torna muito propensos à extinção (PINTO-DA-ROCHA, 1999). Assim, pode-se dizer que são um dos maiores indicadores de áreas com impactos de ação antrópica, tendo escassez de espécies em locais fortemente antropizados (KROMP & STEINBERGER, 1992; DOCHERTY & LEATHER, 1997). De acordo com Fleishman *et al.* (2002) e Summerville & Crist (2004), a qualidade ambiental parece ser mais significativa na conservação das espécies do que o tamanho do fragmento, como mostrado em ilhas fluviais do sul do Brasil onde a riqueza de Opiliones foi muito baixa (GOMES *et al.*, 2021).

Portanto, é de esperar que fragmentos maiores e mais conservados abriguem maior riqueza, diversidade e abundância de populações de Opiliones. Nessa perspectiva, o presente estudo objetiva investigar o efeito do tamanho dos fragmentos sobre as populações de Opiliones, em diferentes fitofisionomias de cerrado e mata atlântica, no centro-sul do estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido nos municípios de Barroso (21°11'13"S; 43°58'33"W) e Prados (21°13'33.20"S; 44°2'0.56"W), inseridos no bioma mata atlântica, com enclaves de cerrado (MENININETO *et al.*, 2004), no centro-sul do estado de Minas Gerais. As coletas foram realizadas em três fragmentos florestais (figura 1, tabela 1), englobando áreas de floresta estacional semidecidual montana, domínio de mata atlântica, e floresta de galeria, domínio de cerrado (OLIVEIRA FILHO, 2006). As informações dos fragmentos foram obtidas em campo, por consulta à literatura e por dados da Prefeitura de Barroso e da Empresa de Assistência Técnica e de Extensão Rural de Minas Gerais (Emater). Com base nisso, considerou-se que os três fragmentos são similares quanto ao estágio de regeneração.

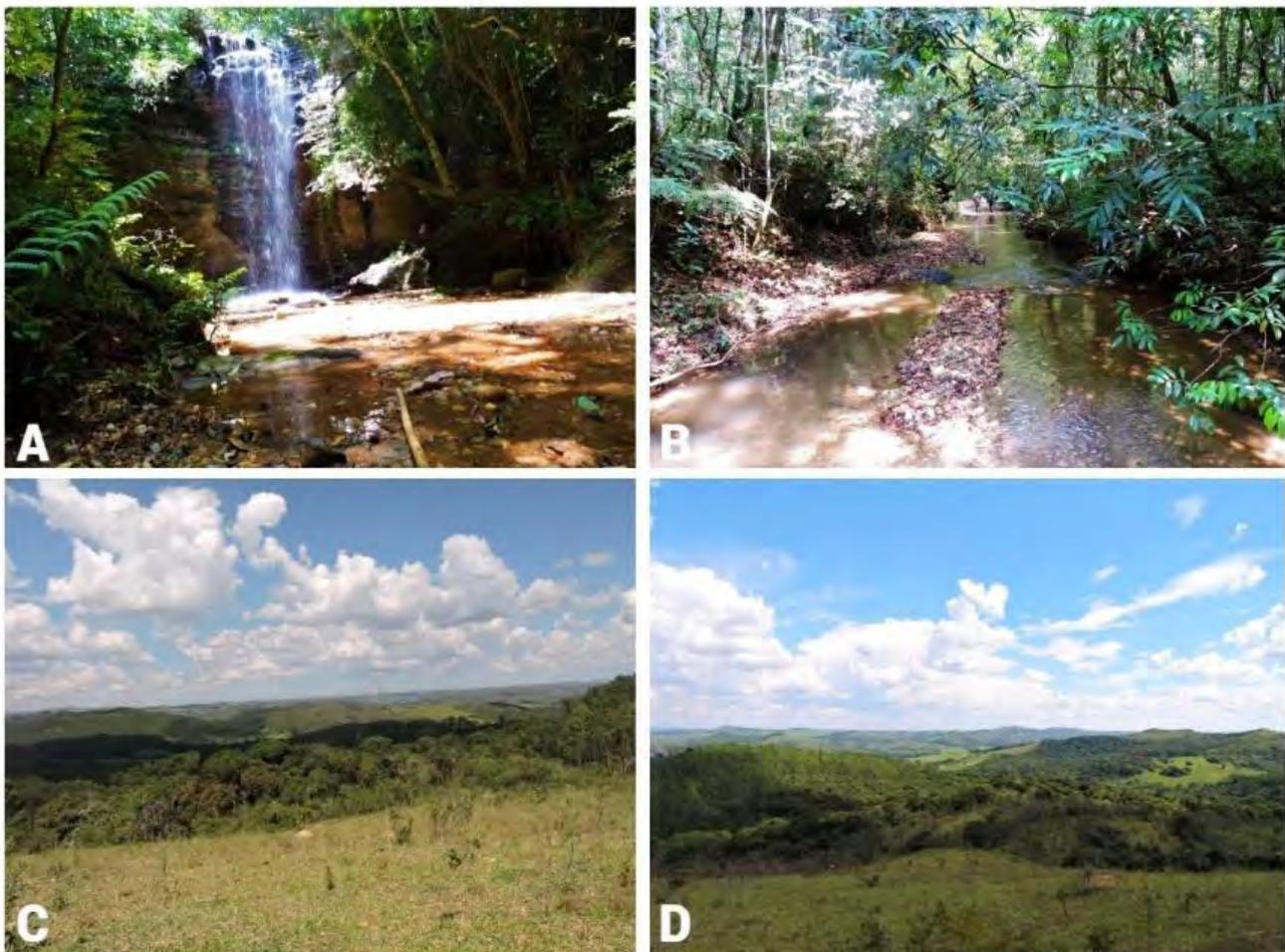


Figura 1 – Fragmentos florestais nos municípios de Barroso e Prados, Minas Gerais, onde foram realizadas coletas de Opiliones (Arachnida): Cachoeira do Padeiro (A); Cachoeira da Lajinha (B); Mata do Baú (C e D). Fonte: primária.

Tabela 1 – Caracterização dos fragmentos florestais nos municípios de Barroso e Prados, Minas Gerais, onde foram realizadas coletas de Opiliones (Arachnida). Legenda: (*) índice de circularidade (será explicado adiante).

Informações geográficas e socioambientais	Cachoeira da Lajinha	Cachoeira do Padeiro	Mata do Baú
Município	Prados	Barroso	Barroso
Coordenadas	21°13'33.20"S 44°2'0.56"O	21°13'14.38"S 43°59'22.87"O	21°12'16.00"S 43°56'3.65"O
Tamanho em hectares (ha)	32,25	26,43	384,9
Fitofisionomias	Floresta de galeria e campo cerrado	Floresta de galeria e campo cerrado	Floresta estacional semidecidual e campo cerrado
Matriz vegetal adjacente	Campo cerrado e cultivo de eucalipto	Campo cerrado e pastagem	Campo cerrado, cultivo de eucalipto e pastagem
Índice de circularidade (*)	0,44	0,62	0,82
Ambientes lóticos	Presente	Presente	Presente
Ambientes lênticos	Ausente	Ausente	Presente
Áreas de barranco	Presente	Presente	Presente
Grutas	Ausente	Presente	Presente
Afloramentos rochosos	Presente	Presente	Ausente
Áreas de voçorocas	Ausente	Ausente	Presente
Atividade pecuária	Ausente	Presente	Presente
Cultivo de eucalipto	Ausente	Ausente	Presente
Distância entre os fragmentos	3,2 km da Cachoeira do Padeiro; 7,9 km da Mata do Baú	3,2 km da Cachoeira da Lajinha; 4,5 km da Mata do Baú	4,5 km da Cachoeira do Padeiro; 7,9 km da Cachoeira da Lajinha
Turismo	Presente	Presente	Ausente
Queimadas no período de estudo	Ausente	Presente	Ausente
Distância do perímetro urbano	4 km	1 km	2,5 km

O índice de circularidade* (IC) varia de 0 a 1 e classifica a geometria dos fragmentos pela razão perímetro-área; os fragmentos com menor índice (mais alongados) tendem a ter maior efeito de borda, enquanto os com maior índice (mais arredondados) têm menos efeito de borda, pois apresentam uma proporção de área central mais alta (CARDOSO *et al.*, 2006). Para o cálculo do IC, foram criados arquivos *shapefile* do tipo polígono, para demarcar os três fragmentos, utilizando a coleção de imagens do Google Earth. Posteriormente, no *software* QGIS 3.16.11, empregou-se a ferramenta calculadora de campo, para determinar os valores de perímetro e área para cada polígono. Por fim, utilizou-se a equação $IC = 2 \times \text{Raiz quadrada de } \pi \times A / P$, em que: IC = índice de circularidade; A: área do fragmento florestal; P: perímetro do fragmento florestal (TAKIKAWA *et al.*, 2021).

Os Opiliones foram coletados no período noturno, das 18 às 21 h, por meio de busca ativa, realizada em barrancos, troncos em decomposição, grutas, na superfície de caules e folhas, cavidades rochosas e serapilheira, com uso de lanterna e pinça entomológica, no período de outubro de 2020 a março de 2021, com 24 dias de campo, totalizando 72 horas de coleta, com esforço amostral igual para os três fragmentos.

Os exemplares foram armazenados em álcool 70% e enviados para identificação para o Dr. Ludson de Neves Ázara, Museu Nacional do Rio de Janeiro. O material foi depositado no Laboratório de Zoologia do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), *Campus* Inconfidentes.

A diversidade dos fragmentos foi medida pelo índice de Shannon (H'), a uniformidade pelo índice de Pielou (J, calculado a partir de H'), e a dominância pelo índice de Simpson (D) (KREBS, 1989). O

estimador de riqueza Chao-1 foi calculado para estimar a riqueza potencial em espécies. Analisaram-se as diferenças de abundância/riqueza pelo teste de Kruskal-Wallis. Fez-se a análise de *cluster* com base em uma matriz de similaridade Jaccard, construída com dados de presença/ausência. Os dendrogramas foram construídos pelo método de grupo, com média aritmética (UPGMA). Empregou-se o software PAST versão 3.24 para todas as análises (HAMMER *et al.*, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Coletaram-se 145 Opiliones adultos, representados por duas famílias, sete espécies e três morfoespécies (figura 2), distribuídas nos três fragmentos (tabela 2). A família Gonyleptidae apresentou sete espécies, e *Mischonyx cuspidatus* (Roewer, 1913) foi a mais abundante, representando 39% do total de indivíduos.

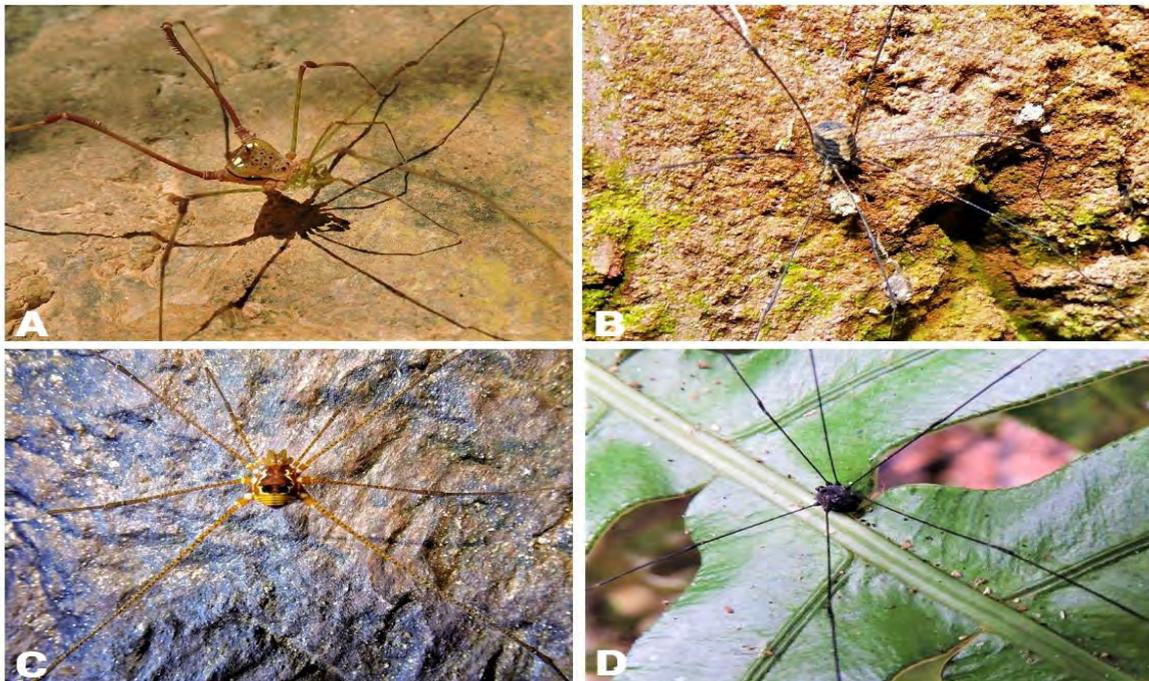


Figura 2 – Espécies de Opiliones registradas nos fragmentos florestais dos municípios de Barroso e Prados, Minas Gerais: *Pristocnemus pustulatus* (Koch, 1839) (A); Gagrellinae gen. sp. 1 (B); *Ruschia maculata* (Soares, 1974) (C); Gagrellinae gen. sp. 2 (D). Fonte: primária.

Tabela 2 – Riqueza e abundância, índices ecológicos, estimadores de riqueza e quantidade de espécies exclusivas de Opiliones amostrados nos fragmentos florestais: Cachoeira da Lajinha, município de Prados, Cachoeira do Padeiro e Mata do Baú, município de Barroso, Minas Gerais.

Família	Espécies	Cachoeira da Lajinha	Cachoeira do Padeiro	Mata do Baú
Gonyleptidae	<i>Acutisoma longipes</i> (Roewer, 1913)	01	00	00
Gonyleptidae	<i>Currala spinifrons</i> (Roewer, 1927)	06	11	01
Gonyleptidae	<i>Discocyrtus invalidus</i> (Piza, 1938)	02	06	02
Gonyleptidae	<i>Discocyrtus</i> sp. 01	10	00	00
Gonyleptidae	<i>Mischonyx cuspidatus</i> (Roewer, 1913)	10	38	09
Gonyleptidae	<i>Pristocnemus pustulatus</i> (Koch, 1839)	03	00	00
Gonyleptidae	<i>Ruschia maculata</i> (Soares, 1974)	01	18	04
Sclerosomatidae	Gagrellinae gen. sp. 01	02	03	03

continua...

Continuação da tabela 2

Família	Espécies	Cachoeira da Lajinha	Cachoeira do Padeiro	Mata do Baú
Sclerosomatidae	Gagrellinae gen. sp. 02	00	04	03
Sclerosomatidae	Gagrellinae gen. sp. 03	00	04	04
	Abundância	35	84	26
	Riqueza	08	07	07
	Shannon_H	1,759	1,553	1,764
	Dominance_D	0,2082	0,2786	0,2012
	Equitability_J	0,8459	0,7979	0,9066
	Chao-1	8,333	7	7
	Espécies exclusivas	3	0	0

A maior riqueza e abundância de Gonyleptidae obtida no presente estudo é reflexo de distintas condições: primeiro, constitui a maior família da subordem dos Laniatores, com cerca de 300 gêneros e mais de 800 espécies; segundo, é frequente e dominante no bioma mata atlântica (KURY, 2003), na qual está inserida a área de estudo; terceiro, tem ampla distribuição geográfica no centro-sul do Brasil, do Rio de Janeiro a Santa Catarina (PERES *et al.*, 2019). O resultado é semelhante ao de outros estudos efetivados também no sudeste brasileiro (BRAGAGNOLO & PINTO-DA-ROCHA, 2003; RESENDE *et al.*, 2012a, 2012b; NOGUEIRA *et al.*, 2019; FERREIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2020).

A abundância de *Mischonyx cuspidatus* nos três fragmentos está relacionada com seu comportamento sinantrópico (MESTRE & PINTO DA-ROCHA, 2004), sendo tolerante a ambientes mais perturbados, que sofrem com diferentes pressões antrópicas, tais como pastagens, voçorocas, cultivo de eucalipto e turismo, além de ser considerada a espécie de maior distribuição no território brasileiro (KURY, 2003).

A maior riqueza ocorreu no fragmento da Cachoeira da Lajinha, a maior abundância na Cachoeira do Padeiro e a maior diversidade na Mata do Baú (tabela 2), porém não houve diferença estatística entre riqueza e abundância entre as áreas (tabela 3).

A riqueza obtida nos fragmentos foi resultado de um esforço de coleta eficiente, comprovado pelo estimador de espécies Chao-1 (tabela 2), o qual mostrou que o número de espécies estimado equivale ao obtido, o que aumenta a confiabilidade das discussões apresentadas, não sendo necessário mais horas de coletas para conhecer a fauna de opiliões das áreas estudadas.

Tabela 3 – Teste de Kruskal-Wallis para avaliação estatística de abundância e riqueza de opiliões, entre os fragmentos estudados no município de Barroso (Cachoeira do Padeiro e Mata do Baú) e Prados (Cachoeira da Lajinha), Minas Gerais. Considera-se haver diferença quando os valores são inferiores a 0,005.

Abundância			
	Cachoeira da Lajinha	Cachoeira do Padeiro	Mata do Baú
Cachoeira da Lajinha	0,0000	0,4228	0,7887
Cachoeira do Padeiro	0,4228	0,0000	0,2479
Mata do Baú	0,7887	0,2479	0,0000
Riqueza			
	Cachoeira da Lajinha	Cachoeira do Padeiro	Mata do Baú
Cachoeira da Lajinha	0,0000	0,6501	1,0000
Cachoeira do Padeiro	0,6506	0,0000	0,9621
Mata do Baú	1,0000	0,9621	0,0000

Apesar do maior tamanho de área da Mata do Baú em relação aos outros fragmentos (tabela 1), o tamanho do fragmento, como variável isolada, não teve influência na riqueza e na abundância dos Opiliones (tabela 3), o que já foi reportado para outras comunidades de Arthropoda, tais como formigas (SANTOS *et al.*, 2006) e crisopídeos (SOUZA *et al.*, 2008). Já no estudo realizado por

Bragagnolo *et al.* (2007) com Opiliones, comparando diferentes áreas florestais da mata atlântica, registrou-se aumento de riqueza nos locais de floresta contínua em relação aos fragmentos menores, assim como aumento de riqueza nos locais de florestas secundárias a maduras, mostrando que as áreas menores e os estágios de regeneração iniciais influenciam negativamente esses aracnídeos. Portanto, diferentes fatores associados ao tamanho do fragmento, como o grau de conservação e o estágio de regeneração, influenciam a riqueza de Opiliones.

Outra variável, o efeito de borda, que pode promover mudanças na estrutura e na composição das comunidades vegetais na periferia dos fragmentos (LAURANCE *et al.*, 2006) e que resulta no aumento da luminosidade e da temperatura na faixa de transição entre o fragmento e os habitats do entorno (MURCIA, 1995), não afetou os opiliões amostrados no presente estudo, mesmo que a Cachoeira da Lajinha e a Cachoeira do Padeiro tenham obtido menor índice de circularidade e, conseqüentemente, maior efeito de borda (tabela 1), porém é necessário realizar mais estudos para uma melhor compreensão desse efeito sobre os opiliões.

Uma condição ecológica que pode ter influenciado de forma negativa as comunidades de Opiliones no fragmento Mata do Baú são as atividades antrópicas, associadas ao fragmento e na matriz do entorno (tabela 1), como o cultivo de eucalipto e a atividade pecuária.

Essas atividades afetam a estrutura e a composição do habitat, pois reduzem a serapilheira, promovem a compactação do solo, geram variação da temperatura e diminuição da umidade (ALVES *et al.*, 1999), o que, conseqüentemente, acaba diminuindo a abundância e a riqueza desses aracnídeos, como observado nos estudos de Ferreira & Marques (1998) e Dennis & Young (2001). Isso ocorre porque os Opiliones são altamente sensíveis à desidratação e à variação de temperatura (RESENDE *et al.*, 2012a), sendo encontrados, normalmente, em ambientes de baixa incidência luminosa e de alta umidade (BUZATTO *et al.*, 2010; REQUENA *et al.*, 2012), restringindo, assim, muitas espécies a locais úmidos e mais conservados. Portanto, áreas de eucalipto e pastagem criam ambientes estressantes em relação à umidade para Opiliones.

A similaridade mostrou-se alta, acima de 0,5, entre as áreas, em que Mata do Baú e Cachoeira do Padeiro não apresentaram diferença, isto é, abrigam as mesmas espécies; já Cachoeira da Lajinha apresentou uma pequena diferença (figura 3), reflexo das três espécies exclusivas.

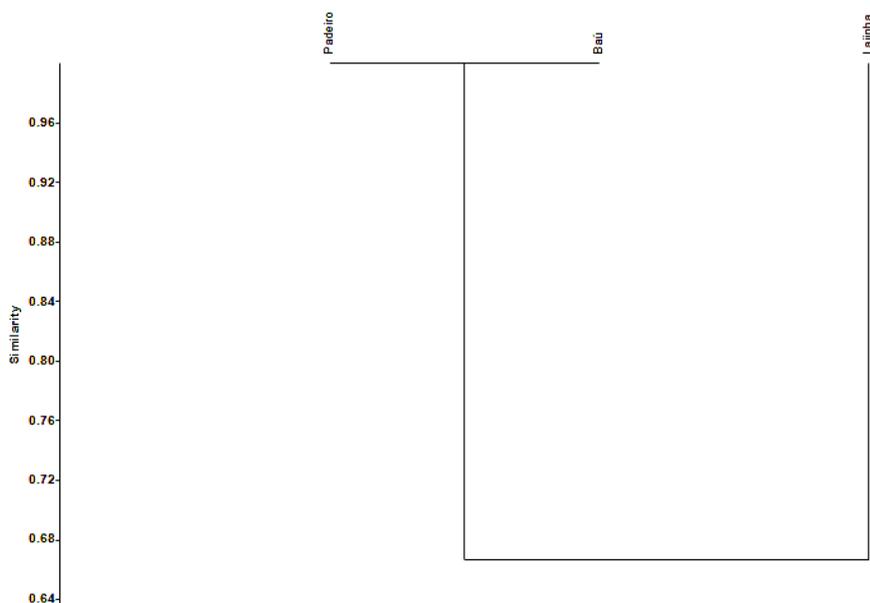


Figura 3 – Similaridade da fauna de Opiliones dos fragmentos florestais da Mata do Baú (Baú), Cachoeira da Lajinha (Lajinha) e Cachoeira do Padeiro (Padeiro), nos municípios de Barroso e Prados, centro-sul de Minas Gerais (valores acima de 0,50 mostram similaridade das comunidades).

Fonte: primária.

Na Cachoeira da Lajinha, ocorrem duas espécies e uma morfoespécie (*Discocyrtus* sp.), exclusivas desse fragmento: *Acutisoma longipes*, que explora principalmente ecossistemas cavernícolas úmidos (MACHADO *et al.*, 2000), presente em outros estudos no estado de Minas Gerais (COSTA *et al.*, 2020; FERREIRA *et al.*, 2019, 2020), e *Pristocnemus pustulatus*, que ocorre em áreas de mata atlântica no sul e sudeste do Brasil (PINTO-DA-ROCHA, 2002).

Apesar de haver turismo na Cachoeira da Lajinha, não há ação de pecuária e de cultivo de eucalipto dentro do fragmento (tabela 1), o que explicaria ser um ambiente de menor pressão antrópica, permitindo assim a presença de espécies exclusivas e não somente daquelas sinantrópicas que apresentam uma maior tolerância a ambientes perturbados (BRAGAGNOLO *et al.*, 2007).

Apesar das espécies exclusivas encontradas no fragmento Cachoeira da Lajinha, as três áreas apresentam alta similaridade (figura 3); assim, nota-se que o tamanho do fragmento não constitui o único elemento que impacta as comunidades de Opiliones, mas que há outros elementos associados ao tamanho, como presença ou ausência de pastagem e atividade agrícola, conforme discutido.

Em floresta de galeria, coletaram-se sete espécies e três morfoespécies. Já em floresta semidecidual foram coletadas quatro espécies e três morfoespécies, sendo *Currula spinifrons*, *Discocyrtus invalidus*, *Mischonyx cuspidatus* e *Ruschia maculata* presentes em ambas as fitofisionomias.

Entre as espécies encontradas em floresta semidecidual estacional na Mata do Baú, está *Discocyrtus invalidus*, registrada em outras áreas de mesma fitofisionomia nos estados de Minas Gerais (FERREIRA *et al.*, 2020), São Paulo (RESENDE *et al.*, 2012b) e Paraná (GOMES *et al.*, 2021), além de ocupar áreas de cerrado no estado de São Paulo (RESENDE *et al.*, 2012b). *Mischonyx cuspidatus* também ocorre em outras regiões de floresta semidecidual no sul de Minas Gerais (COSTA *et al.*, 2020), além de floresta mista (RUBIM *et al.*, 2021), enquanto *Ruschia maculata* e *Currula spinifrons* ocupam ambientes cavernícolas e meio epígeo na mata atlântica (KURY, 1989; ÁZARA & FERREIRA, 2018), o que evidencia ampla distribuição geográfica e ocupação de fitofisionomias distintas por essas espécies.

A espécie exclusiva da floresta de galeria, fitofisionomia do cerrado, encontrada no fragmento Cachoeira da Lajinha, *Acutisoma longipes*, também ocorre em floresta estacional semidecidual (COSTA *et al.*, 2020) e em floresta mista (FERREIRA *et al.*, 2019), portanto explora fitofisionomias de biomas distintos, assim como *Pristocnemus pustulatus*, que possui registro também em floresta ombrófila, floresta mista e campo de altitude (PINTO-DA-ROCHA, 2002; RESENDE *et al.*, 2012b), fitofisionomias do domínio da mata atlântica (OLIVEIRA FILHO, 2006).

Conclui-se, portanto, que o tamanho do fragmento, como variável isolada, não afetou a riqueza, a diversidade, a abundância e a composição das comunidades de Opiliones em floresta de galeria e semidecidual, pois outros fatores influenciam o efeito do tamanho da área, tais como o grau de conservação do ecossistema e as pressões antrópicas (pecuária e pastagem).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Dr. Mateus Aparecido Clemente a análise estatística; à Prefeitura de Barroso o apoio no transporte; aos vereadores Vera Rodrigues, Antônio Claret, Sandro da Copasa, Evelyn Costa e Lavínia Araújo a hospedagem; ao IFSULDEMINAS *Campus* Inconfidentes; ao Sisbio a concessão da licença de estudo (75517-1).

REFERÊNCIAS

- Aguiar, S., Santos, I. D. S., Arêdes, N. & Silva, S. Biome-networks: information and communication for sociopolitical action in eco-regions. *Ambiente e Sociedade*. 2016; 19(3): 231-248.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20140004V1932016>
- Alves, F. S. M., Fisch, G. & Vendrame, Í. F. Modificações do microclima e regime hidrológico devido ao desmatamento na Amazônia: estudo de um caso em Rondônia (RO), Brasil. *Acta Amazônica*. 1999; 29(3): 395-409.
doi: <https://doi.org/10.1590/1809-43921999293409>

- Ázara, L. N. & Ferreira, R. L. Annotated checklist of Gonyleptoidea (Opiliones: Laniatores) associated with Brazilian caves. *Zootaxa*. 2018; 4439(1): 1-107.
doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4439.1.1>
- Bragagnolo, C., Nogueira, A. A., Pinto-da-Rocha, R. & Pardini, R. Harvestmen in an Atlantic forest fragmented landscape: evaluating assemblage response to habitat quality and quantity. *Biological Conservation*. 2007; 139(3-4): 389-400.
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2007.07.008>
- Bragagnolo, C. & Pinto-da-Rocha, R. Diversidade de opiliões do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil (Arachnida: Opiliones). *Biota Neotropica*. 2003; 3(1): 1-20.
doi: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032003000100009>
- Bueno, E. T., Souza, M. M. & Clemente, M. A. The effect of forest fragmentation on Polistinae. *Sociobiology: an international journal on social insects*. 2019; 66(3): 508-514.
doi: <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v66i3.4378>
- Buzatto, B. A., Requena, G. S., Lourenço, R. S., Munguía-Steyer, R. & Machado, G. Conditional male dimorphism and alternative reproductive tactics in a Neotropical arachnid (Opiliones). *Evolutionary Ecology*. 2010; 25(2): 331-349.
doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10682-010-9431-0>
- Cardoso, C. A., Dias, H. C. T., Soares, C. P. B. & Martins, S. M. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo – RJ. *Revista Árvore*. 2006; 30(2): 241-248.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>
- Carvalho, K. S. & Vasconcelos, H. L. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. *Biological Conservation*. 1999; 91(2-3): 151-157.
doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00079-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00079-8)
- Costa, A. G., Ázara, L. N., Clemente, M. A. & Souza, M. M. Opiliofauna (Arachnida, Opiliones) of the seasonal semideciduous forest of the state of Minas Gerais, Brazil. *Biotemas*. 2020; 33(3): 1-11.
doi: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2020.e71919>
- Dennis, P. & Young, C. B. The effects of varied grazing management on epigeal spiders, harvestmen and pseudoscorpions of *Nardus stricta* grassland in upland Scotland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2001; 86(1): 39-57.
doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00263-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00263-2)
- Docherty, M. & Leather, S. R. Structure and abundance of arachnid communities in Scots and Lodgepole pine plantations. *Forest Ecology and Management*. 1997; 95(3): 197-207.
doi: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00024-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00024-8)
- Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2003; 3(1): 487-515.
- Ferreira, A. S., Pinheiro, I. L. C., Ázara, L. N., Clemente, M. A. & Souza, M. M. Biodiversidade de Opiliones (Arachnida) em áreas de cerrado e mata atlântica no Brasil. *Nature and Conservation*. 2020; 13(2): 38-46.
doi: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.002.0004>
- Ferreira, A. S., Pinheiro, I. L. C. & Souza, M. M. Opiliones (Arachnida) in a mixed forest in southern Minas Gerais state, Brazil. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2019; 7(5): 666-671.
- Ferreira, R. L. & Marques, M. M. G. S. M. A fauna de artrópodes de serrapilheira de áreas de monocultura com *Eucalyptus* sp. e mata secundária heterogênea. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 1998; 27(3): 395-403.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591998000300007>
- Fleishman, E., Ray, C., Sjogren-Gulve, P., Boggs, C. L. & Murphy, D. D. Assessing the roles of patch quality, area, and isolation in predicting metapopulation dynamics. *Conservation Biology*. 2002; 16(3): 706-716.
doi: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00539.x>
- Gibb, H. & Hochuli, D. Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. 2002; 106(1): 91-100.
doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00232-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00232-4)

- Gomes, P. P. P., Souza, A. S. B. de, Silva, J. V. N. da, Ferreira, A. da S., Almeida, J. A. M. & Souza, M. M. Semideciduous seasonal forest opiliofauna (Arachnida, Opiliones), state of Paraná, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 2021; 43(1): 1-9.
doi: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v43i1.54558>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001; 4(1): 1-9.
- Hansen, M. C., Wang, L., Song, X. P., Tyukavina, A., Turubanova, S., Potapov, P. V. & Stehman, S. V. The fate of tropical forest fragments. *Science Advances*. 2020; 6(11): 1-9.
doi: <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.aax8574>
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) & Ministério do Meio Ambiente (MMA). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília; 2018. 495 p.
- Krebs, C. J. *Ecological methodology*. New York: Harper and Row Publishers Inc.; 1989. 654 p.
- Kromp, B. & Steinberger, K. H. Grassy field margins and arthropod diversity: a case study on ground beetles and spiders in eastern Austria (Coleoptera: Carabidae; Arachnida: Aranei, Opiliones). *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 1992; 40(1-4): 71-93.
doi: [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(92\)90085-P](https://doi.org/10.1016/0167-8809(92)90085-P)
- Kury, A. B. A new species of *Discocyrtoides* (Opiliones: Gonyleptidae: Bourguyinae). *Bulletin of the British Arachnological Society*. 1989; 5(1): 9-12.
- Kury, A. B. Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones). *Revista Iberica de Aracnología*. 2003; (7): 1-337.
- Kury, A. B. Checklist of valid genera of Opiliones of the world. Museu Nacional, UFRJ; 2021. [Acesso em: 22 nov. 2021]. Disponível em: <http://www.museunacional.ufrj.br/mndi/Aracnologia/checklaniator.htm>.
- Kury, A. B., Chagas, A., Giupponi, A. P. L. & González, A. P. Amblypygi, Opiliones, Schizomida, Scorpiones and Chilopoda, Tocantins, Brazil. *Check List*. 2010; 6: 564-571.
- Laurance, W. F., Nascimento, H. E. M., Laurance, S. G., Andrade, A., Ribeiro, J. E. L. S., Giraldo, J. P., Lovejoy, T. E., Condit, R., Chave, J., Harms, K. E. & D'Angelo, S. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2006; 103(50): 19010-19014.
doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.0609048103>
- Lira, A. F. A. & DeSouza, A. M. Microhabitat use of harvestmen (Arachnida: Opiliones) assemblage in the highland Brazilian Atlantic rainforest. *Canadian Journal of Zoology*. 2016; 94(5): 323-327.
doi: <http://dx.doi.org/10.1139/cjz-2015-0219>
- Liu, J., Coomes, D. A., Gibson, L., Hu, G., Liu, J., Luo, Y., Wu, C. & Yu, M. Forest fragmentation in China and its effect on biodiversity. *Biological Reviews*. 2019; 94(5): 1636-1657.
doi: <http://dx.doi.org/10.1111/brv.12519>
- Machado, G., Pinto-da-Rocha, R. & Giribet, G. What are harvestmen? In: Pinto-da-Rocha, R., Machado, G. & Giribet, G. *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Cambridge: Harvard University Press; 2007. p. 1-13.
- Machado, G., Raimundo, R. L. G. & Oliveira, P. S. Daily activity schedule, gregariousness and defensive behavior in the Neotropical harvestman *Goniossoma longipes* (Opiliones: Gonyleptidae). *Journal of Natural History*. 2000; 34(4): 587-596.
doi: <https://doi.org/10.1080/002229300299453>
- Menini-Neto, L., Assis, L. C. S. & Forzza, R. C. A família Orchidaceae em um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Barroso, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana*. 2004; 4(1): 9-24.
doi: <https://doi.org/10.35699/2675-5327.2004.21896>

- Mestre, L. A. M. & Pinto-da-Rocha, R. Populations dynamics of an isolated population of harvestmen *Ilhaia cuspidata* (Opiliones, Gonyleptidae) in Araucaria Forest (Curitiba, Paraná, Brazil). *The Journal of Arachnology*. 2004; 32(2): 208-220.
doi: <https://doi.org/10.1636/m02-61>
- Mittermeier, R. A., Gil, P.R., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C. G., Lamoreux, J. & Fonseca, G. A. B. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Washington, DC: Cemex; 2005. 392 p.
- Morato, E. F. & Campos, L. A. O. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2000; 17(2): 429-444.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752000000200014>
- Murcia, C. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, Londres. 1995; 10(2): 58-62.
doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)88977-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88977-6)
- Nogueira, A. A., Bragagnolo, C., DaSilva, M. B., Carvalho, L. S., Benedetti, A. R. & Pinto-da-Rocha, R. Spatial variation in phylogenetic diversity of communities of Atlantic Forest harvestmen (Opiliones, Arachnida). *Insect Conservation Diversity*. 2019; 12(5): 414-426.
doi: <https://doi.org/10.1111/icad.12356>
- Oliveira Filho, A. T. Definição e delimitação de domínios e subdomínios das paisagens naturais do estado de Minas Gerais. In: Scolforo, J. R. & Carvalho, L. M. T. (Eds.). *Mapeamento e inventário de flora e dos reflorestamentos de Minas Gerais*. Lavras: Editora UFLA; 2006. p. 21-35.
- Peres, E. A., Benedetti, A. R., Hiruma, S. T., Sobral-Souza, T. & Pinto-da-Rocha, R. Phylogeography of Sodreaninae harvestmen (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae): insights into the biogeography of the southern Brazilian Atlantic Forest. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2019; 138: 1-16.
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2019.05.02>
- Pinto-da-Rocha, R. Opiliones. In: Brandão, C. R. F. & Cancellato, E. M. *Invertebrados terrestres: biodiversidade do estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX*. São Paulo: Fapesp; 1999. 193 p.
- Pinto-da-Rocha, R. Systematic review and cladistic analysis of the Caelopyginae (Opiliones, Gonyleptidae). *Arquivos de Zoologia*. 2002; 36(4): 357-464.
- Pinto-da-Rocha, R. & Giribet, G. Taxonomy. In: Pinto-da-Rocha, R., Machado, G. & Gibiret, G. *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Cambridge: Harvard University Press; 2007. p. 88-246.
- Pinto-da-Rocha, R., Silva, M. B. & Bragagnolo, C. Faunistic similarity and historic biogeography of the harvestmen of southern and southeastern Atlantic Rain Forest of Brazil. *The Journal of Arachnology*. 2005; 33(2): 290-300.
doi: <http://dx.doi.org/10.1636/04-114.1>
- Rego, F. N. A. A., Venticinque, E. M. & Brescovit, A. D. Effects of forest fragmentation on four Ctenusspider populations (Araneae: Ctenidae) in central Amazonia, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 2007; 42(2): 137-144.
doi: <http://dx.doi.org/10.1080/01650520600935082>
- Requena, G. S., Buzatto, B. A., Martins, E. G. & Machado, G. Paternal care decreases foraging activity and body condition, but does not impose survival costs to caring males in a Neotropical arachnid. *PLoS ONE*. 2012; 7(10): 46701.
doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0046701>
- Resende, L. P. A., Pinto-da-Rocha, R. & Bragagnolo, C. Diversity of harvestmen (Arachnida, Opiliones) in Parque da Onça Parda, southeastern Brazil. *Iheringia Série Zoologia*. 2012a; 102(1): 99-105.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212012000100014>
- Resende, L. P. A., Pinto-da-Rocha, R. & Bragagnolo, C. The harvestmen fauna (Arachnida: Opiliones) of the Parque Estadual Carlos Botelho and the Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropical*. 2012b; 12(4): 146-155.
doi: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032012000400016>

- Rubim, L. G. T., Costa, A. G., Pádua, T. H. R. & Souza, M. M. Registros de dieta de opiliões na mata atlântica (Arachnida, Opiliones). *Biotemas*. 2021; 34(3): 1-4.
doi: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2021.e80428>
- Santos, I. J., Souza, G. F., Souza, C. A., Trindade-Santos, M. E., Nunes, F. O. & Castro, M. S. Identificação de invertebrados como bioindicadores de qualidade de solo no centro de agroecologia do Rio Seco, Amélia Rodrigues, Bahia. *Anais. III Simpósio de Agroecologia da Bahia*. Seabra. 2016; 2(1): 38-45.
- Santos, M. S., Louzada, J. N. C., Dias, N., Zanetti, R., Delabie, J. H. C. & Nascimento, I. C. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da mata atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*. 2006; 96(1): 95-101.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212006000100017>
- Shahabuddin, G. & Ponte, C. A. Frugivorous butterfly species in tropical forest fragments: correlates of vulnerability to extinction. *Biodiversity and Conservation*. 2005; 14(5): 1137-1152.
doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-004-7842-3>
- Shear, W. A. Opiliones. In: Parker, S. P. *Synopsis and classification of living organisms*. New York: McGraw-Hill; 1982. p. 104-110.
- Souza, B., Costa, R. I. F. & Louzada, J. N. C. Influência do tamanho e da forma de fragmentos florestais na composição da taxocenose de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). *Arquivos do Instituto Biológico*. 2008; 75(3): 351-358.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v75p3512008>
- Summerville, K. S. & Crist, T. O. Contrasting effects of habitat quantity and quality on moth communities in fragmented landscapes. *Ecography*. 2004; 27(1): 3-12.
doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03664.x>
- Takikawa, B. Y., Silva, D. C. C. & Lourenço, R. W. Proposta metodológica para elaboração de um indicador de fragilidade ambiental para fragmentos florestais. *Revista do Departamento de Geografia*. 2021; 41(1): 1-15.
doi: <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2021.170587>
- Thrall, P. H., Burdon, J. J. & Murray, B. R. The metapopulation paradigm: a fragmented view of conservation biology. In: Young, A. G. & Clarke, G. M. *Genetics, demography and viability of fragmented populations*. Cambridge: Cambridge University Press; 2000. p. 75-95.
- Tonhasca Jr., A., Blackmer, J. L. & Albuquerque, G. S. Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*. 2002; 34(3): 416-422.
doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00555.x>
- Valadão, R. M., Brito, E. S., Helena, S., Teixeira, S. & Silva, P. Distribuição de quelônios no cerrado brasileiro. *Multi-Science Journal*. 2017; 8(1): 32.
doi: <http://dx.doi.org/10.33837/msj.v1i8.495>
- Vilas Boas Junior, F., Ferreira, A. S. & Souza, M. M. The effect of fragmentation on spider richness (Arachnida: Araneae) in montane semideciduous seasonal forest. *Revista Agrogeoambiental*. 2020; 12(4): 45-57.
doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v12n420201495>
- Wade, T. G., Riitters, K. H., Wickham, J. D. & Jones, K. B. Distribution and causes of global forest fragmentation. *Conservation Ecology*. 2003; 7(2): 1-16.
doi: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-00530-070207>