

Estimativas de riqueza, diversidade e similaridade faunística de aranhas (Arachnida: Araneae) de solo em duas formações vegetais do bioma Cerrado

Richness, diversity and faunal similarity estimators of soil spiders (Arachnida: Araneae) in two vegetation formations of the Cerrado biome

Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga¹; Francisco Ideilson Lima Soares²; Luciana Alves da Luz Soares³; Luana da Luz dos Reis⁴; Alana Ellen de Sousa Martins⁵; Judson Chaves Rodrigues⁶; Antonio Domingos Brescovit⁷

¹ Doutora em Zootecnia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: luizadaiana@hotmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5001-3297>.

² Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: idesoares_lima@hotmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6655-9048>.

³ Doutora em Biologia Ambiental, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará (UFPA), Bragança/PA, Brasil. Email: lucianaluz_alves@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6756-8034>.

⁴ Doutora em Biologia Ambiental, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará (UFPA), Bragança/PA, Brasil. Email: luana_luzreis@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6226-5077>.

⁵ Mestre em Biodiversidade, Ambiente e Saúde, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: a.lanasousa2009@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3543-8972>.

⁶ Mestre em Biodiversidade, Ambiente e Saúde, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: judsoom.rodriguesz@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9236-2508>.

⁷ Doutor em Zoologia, Instituto Butantan, São Paulo/SP, Brasil. Email: antonio.brescovit@butantan.gov.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1511-5324>.

Resumo: Estudos sobre a araneofauna de solo no bioma Cerrado ainda são escassos na região Nordeste do Brasil, especialmente no Maranhão. O objetivo do presente estudo foi realizar um inventário sobre as estimativas de riqueza, diversidade e similaridade faunística de aranhas de solo em duas formações vegetais do bioma Cerrado (Mata de Galeria e Cerrado sensu stricto) presente na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum (APA do Inhamum), em Caxias, Maranhão. As coletas foram realizadas durante os períodos secos e chuvosos utilizando armadilhas do tipo Provid. Para as análises faunísticas foram utilizados os testes de riqueza de espécies, diversidade e equitabilidade no programa Anafau e de similaridade faunística no programa R. Neste inventário foram identificadas 23 famílias, 37 gêneros e 43 espécies. Os estimadores de riqueza e as curvas de acumulação obtidas para ambas as áreas (Mata de Galeria e Cerrado sensu stricto) revelaram que o esforço não foi suficiente para quantificar totalmente as espécies e que, portanto, a riqueza de aranhas de solo nas duas áreas analisadas da APA do Inhamum encontra-se subamostrada, sendo possível encontrar riqueza ainda maior nas duas formações vegetais estudadas do bioma Cerrado. Os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e de Equitabilidade de Pielou (e) foram similares e os valores obtidos apontam para uma diversidade moderada tanto na Mata de Galeria como no Cerrado sensu stricto. A análise do dendrograma de similaridade mostrou que as comunidades de aranhas analisadas são bastante semelhantes entre si, com a maioria das espécies ocorrendo em ambas as áreas.

Palavras-chave: Aranhas; Fitofisionomias; Maranhão.

Abstract: Studies on soil araneofauna in the Cerrado biome are still scarce in northeastern Brazil, especially in Maranhão. This study aimed to conduct an inventory of richness, diversity, and faunal similarity estimators of soil spiders in two vegetation formations of the Cerrado biome, namely gallery forest and Cerrado sensu stricto, in the Inhamum Municipal Environmental Protection Area (EPA), Caxias, Maranhão, Brazil. Collections were carried out during dry and rainy periods using Provid-type traps. For faunal analysis, species richness, diversity and equitability tests were used in the Anafau program and faunal similarity tests in the R program. In the present inventory, 23 families, 37 genera, and 43 species were identified. Richness estimators and species accumulation curves generated for both sites (gallery forest and Cerrado sensu stricto) revealed that the sampling effort was not sufficient to fully quantify soil araneofaunal species; therefore, the richness of soil spiders at the two analyzed sites of the Inhamum EPA is underestimated, suggesting that it might be possible to record even higher richness values in the two studied vegetation formations of the Cerrado biome. The Shannon-Wiener diversity index (H') and Pielou's evenness index (J') were similar and indicated a moderate diversity of soil spiders in both gallery forest and Cerrado sensu stricto sites. Similarity dendrogram analysis showed that the soil spider communities analyzed were substantially similar, with most species occurring at both sites.

Keywords: Spiders; Phytophysionomies; Maranhão.

1. Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro apresentando uma grande extensão e posição geográfica com uma vasta diversidade de litologias, formas de relevo e solos. Devido esta alta heterogeneidade a vegetação do bioma Cerrado é considerada como uma das mais diversificadas do Brasil (PEREIRA *et al.*, 2011). No Nordeste do Brasil, as maiores concentrações dos cerrados encontram-se nos estados do Piauí e do Maranhão, este, com aproximadamente 10.000.000 hectares distribuídos em mais de 38 municípios (NERES; CONCEIÇÃO, 2010).

O cerrado é um dos hotspots mundiais, e, portanto, um dos biomas mais ricos e ameaçados do mundo (MMA, 2002). A degradação do Cerrado tem sido intensiva (LEITE *et al.*, 2010; FERNANDES; PESSOA, 2011; SOUZA *et al.*, 2020), e a perda de vegetação nativa no bioma acontece em um ritmo alarmante. Um dos grandes problemas ambientais do mundo moderno é a crescente fragmentação dos ecossistemas florestais que afeta a riqueza e diversidade de espécies (LAURANCE *et al.* 2002). Por esse motivo novos estudos sobre a composição e riqueza das espécies no bioma Cerrado são incentivados (CARVALHO; AVELINO, 2010).

Os inventários estruturados têm sido cada vez mais utilizados em estudos de fauna para avaliar os padrões de riqueza e diversidade de espécies, principalmente porque permite a comparação entre ambientes (CODDINGTON *et al.*, 1996; MARTINS, *et al.*, 2022; RODRIGUES, *et al.*, 2021; FORMIGA, *et al.* 2020; SOARES, *et al.*, 2020). Estudos sobre a araneofauna de solo no bioma Cerrado ainda são escassos, com poucos registros de enfoque taxonômico e de distribuição geográfica (CARVALHO; AVELINO, 2010; MORAES, 2014; SANTANA, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2017). As aranhas são reconhecidas como bioindicadores de qualidade ambiental, por sua extrema sensibilidade em resposta às perturbações naturais e antrópicas (ROCHA, 2017).

O Brasil é um dos países com a maior diversidade de aranhas do mundo (BRESOVIT *et al.*, 2011). Para o Cerrado já foram registradas 625 espécies, das quais 169 são endêmicas deste bioma (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Devido a sua grande riqueza em espécies, a facilidade de amostragem e a sensibilidade a diversos fatores ambientais, as aranhas são indicadas para avaliar as diferenças ambientais entre diversos habitats (RODRIGUES, 2020).

Diante dessas considerações, o presente estudo teve como objetivo realizar um inventário sobre as estimativas de riqueza, diversidade e similaridade faunística de aranhas de solo em duas formações vegetais do bioma Cerrado presentes na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum (APA do Inhamum), em Caxias, Maranhão. Este estudo representa uma contribuição para o conhecimento da biodiversidade de aranhas na região e de como essa diversidade se mantém nas duas formações vegetais analisadas, sendo o primeiro levantamento padronizado realizado.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas em duas áreas experimentais delimitadas na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum (APA do Inhamum), Caxias, Maranhão, representando duas formações vegetais típicas do bioma Cerrado: Mata de Galeria e Cerrado *sensu stricto* (Figura 1). A APA do Inhamum é caracterizada por apresentar clima subúmido seco com dois períodos bem definidos, um chuvoso de janeiro a junho e outro seco de julho a dezembro (ALBUQUERQUE, 2012).

No bioma Cerrado, a Mata de Galeria é caracterizada por espécies arbóreas com árvores dispersas com grandes quantidades de gramíneas e serapilheira, e com a formação de um dossel contínuo (da SILVA *et al.*, 2016). O Cerrado *sensu stricto* apresenta uma vegetação típica, com a presença de estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo bem definidos, e árvores de pequeno a médio porte, sem que se forme um dossel contínuo (CONCEIÇÃO *et al.*, 2014).

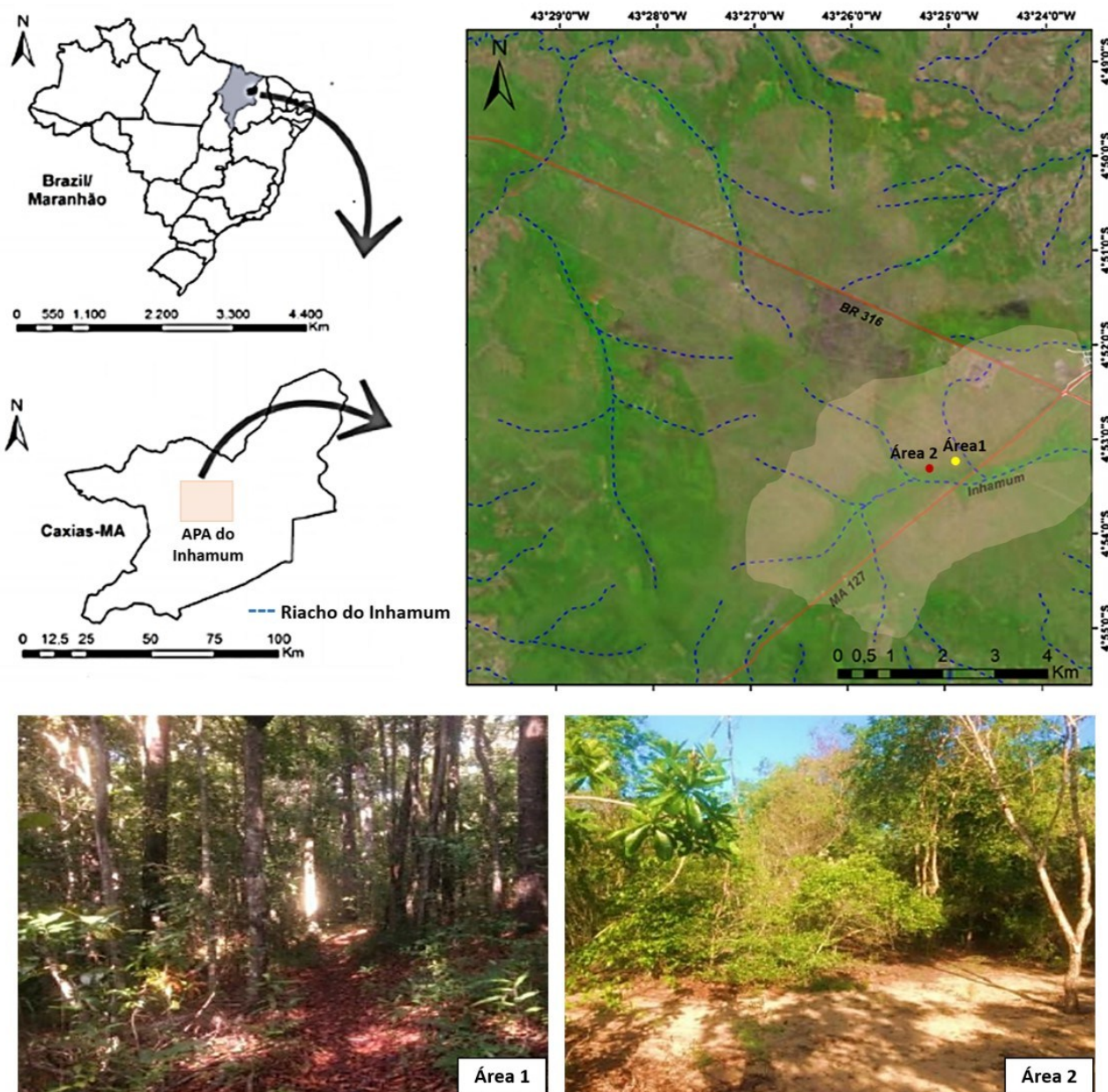


Figura 1 – Mapa de localização da Área de Proteção Ambiental Municipal de Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil, mostrando as formações vegetais do bioma Cerrado amostradas no estudo. Área 1= Mata de Galeria; Área 2= Cerrado *sensu stricto*.

Fonte: Autores (2020).

2.2 Delineamento amostral e identificação das aranhas

A coleta dos espécimes foi realizada durante os períodos seco (outubro, novembro e dezembro de 2017) e chuvoso (janeiro, fevereiro, março e abril de 2018), utilizando armadilhas do tipo Provid (FORNAZIER *et al.*, 2007; GIRACCA *et al.*, 2003). As armadilhas foram distribuídas na Mata de Galeria (Área 1) e Cerrado *sensu stricto* (Área 2) e em cada área

foram estabelecidos seis transectos paralelos (10 m x 10 m) com 30 parcelas experimentais, totalizando 60 pontos amostrados (SOARES *et al.*, 2021).

As aranhas coletadas foram fixadas em álcool etílico a 70% e enviadas para a identificação no Instituto Butantan. Os indivíduos adultos foram identificados ao nível de espécies ou morfoespécies, enquanto os imaturos foram contabilizados e descartados. Todo o material encontra-se depositado no acervo do Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan (Curador: A. D. Brescovit). A coleta dos espécimes foi autorizada pelo ICMBio/IBAMA (Licença número 583781).

2.3 Análises faunísticas

A riqueza em espécies foi estimada no programa ANAFAU (MORAES *et al.*, 2003), com base em 100 permutações. Para a obtenção de um indicativo da riqueza de espécies em função do esforço amostral foram construídas duas curvas de acumulação (uma para cada área amostral) no programa R ver. 3.3 (R Core Team, 2017), com intervalos de confiança de 95% ($\alpha < 0.05$) (EFRON; STEIN, 1981).

Para avaliar a diversidade de cada área foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') (BEGON *et al.*, 1996). Para comparação dos índices de diversidade (H') foi empregado o teste t proposto por Hutcheson (1970) apud Magurran (1988). As comparações pareadas múltiplas foram feitas com a correção de Bonferroni (ZAR, 1984) considerando o intervalo de confiança de 5% ($\alpha = 0.05$). Também foi avaliado o índice de equitabilidade de Pielou (J') (MAGURRAN, 1988). Os índices de diversidade e equitabilidade foram obtidos utilizando o programa ANAFAU (MORAES *et al.*, 2003).

A composição da araneofauna nas áreas amostradas (Área 1 e Área 2) foi comparada com os meses de coleta (outubro/2017 a abril/2018). A comparação foi feita por meio do Índice de similaridade de Jaccard (SJ') (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Os índices de similaridade faunística resultantes foram utilizados para a análise de agrupamentos, pelo método de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA) com a geração de um dendrograma (SNEATH; SOKAL, 1973). Estas análises foram realizadas no programa R ver. 3.3 (R Core Team, 2017).

3. Resultados e Discussão

3.1 Composição da araneofauna de solo

Neste inventário foram identificadas 23 famílias, 37 gêneros e 43 espécies a partir de 543 espécimes de aranhas de solo coletados, sendo 253 adultos e 290 juvenis. Do total de espécimes adultos, 111 foram obtidos da Mata de Galeria (Área 1) e 142 indivíduos do Cerrado *sensu stricto* (Área 2). Das 43 espécies identificadas, 18 foram singletons e oito doubletons. A maioria das espécies coletadas neste estudo (70% das espécies identificadas) são registradas pela primeira vez para o estado do Maranhão (ver SOARES *et al.*, 2020).

3.2 Estimativas de riqueza e curvas de acumulação de espécies

As estimativas de riqueza variaram de 38 (Bootstrap) a 57 (Jack 2) espécies para Área 1 e entre 40 (Bootstrap) a 67 (Chao) espécies para a Área 2 (Tabela 1). Todos os estimadores exibiram valores acima da riqueza observada (Área 1 = 31 espécies e Área 2 = 32 espécies), indicando que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente as espécies e que, portanto, a riqueza de aranhas de solo nas duas áreas analisadas da APA do Inhamum encontra-se subamostrada, sendo possível encontrar riqueza ainda maior nas duas formações vegetais estudadas do bioma Cerrado. Esses resultados podem ser reflexo da porcentagem significativa (41.9%) de espécies representadas por apenas um indivíduo (singletons).

Nenhuma das curvas de acumulação de espécies com base no esforço amostral (Área 1 e Área 2) exibiu tendência a atingir uma assíntota (Figura 2), sendo assim, nenhuma das áreas analisadas encontram-se estabilizadas, sugerindo que a amostragem realizada não foi satisfatória para atingir o número total de espécies e corroborando com os índices de riqueza estimada, visto que estes difeririam consideravelmente da riqueza amostral observada. Segundo Santos (2003), esta situação é comum em inventários em regiões tropicais, onde é pouco provável que sejam obtidas curvas estabilizadas de acumulação de espécies.

Resultados similares foram observados por Azevedo *et al.* (2017) com base em um inventário com aranhas epígeas de um fragmento de mata em área urbana em Fortaleza, Ceará. As análises indicaram um considerável percentual de espécies

raras (17, 33% do total de espécies eram singletons), e segundo os autores, a tendência de não estabilização dos estimadores de riqueza e da curva de acumulação das espécies, indica que a área precisa de uma melhor amostragem.

O mesmo padrão também foi encontrado por Coddington *et al.* (2009) ao mostrar que em grandes inventários de artrópodes tropicais, os singletons correspondem em média a 32% das espécies encontradas, número considerado elevado e indicativo de subamostragem. Segundo Silva (2012), as curvas de acumulação de espécies, bem como os estimadores de riqueza, fornecem subsídios para a tomada de decisões em relação à riqueza taxonômica e a conservação da biodiversidade, e são consideradas ferramentas importantes na adequação do esforço amostral.

Tabela 1 – Estimadores de riqueza de espécies de aranhas de solo coletadas em duas formações vegetais do bioma Cerrado na Área de Proteção Ambiental Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil, entre outubro de 2017 a abril de 2018.

Estimadores	Área 1	Área 2
Riqueza observada	31	32
Chao	53	67
Jackknife 1	47	50
Jackknife 2	57	61
Bootstrap	38	40

Área 1= Mata de Galeriat; Área 2= Cerrado sensu stricto.

Fonte: Autores (2020).

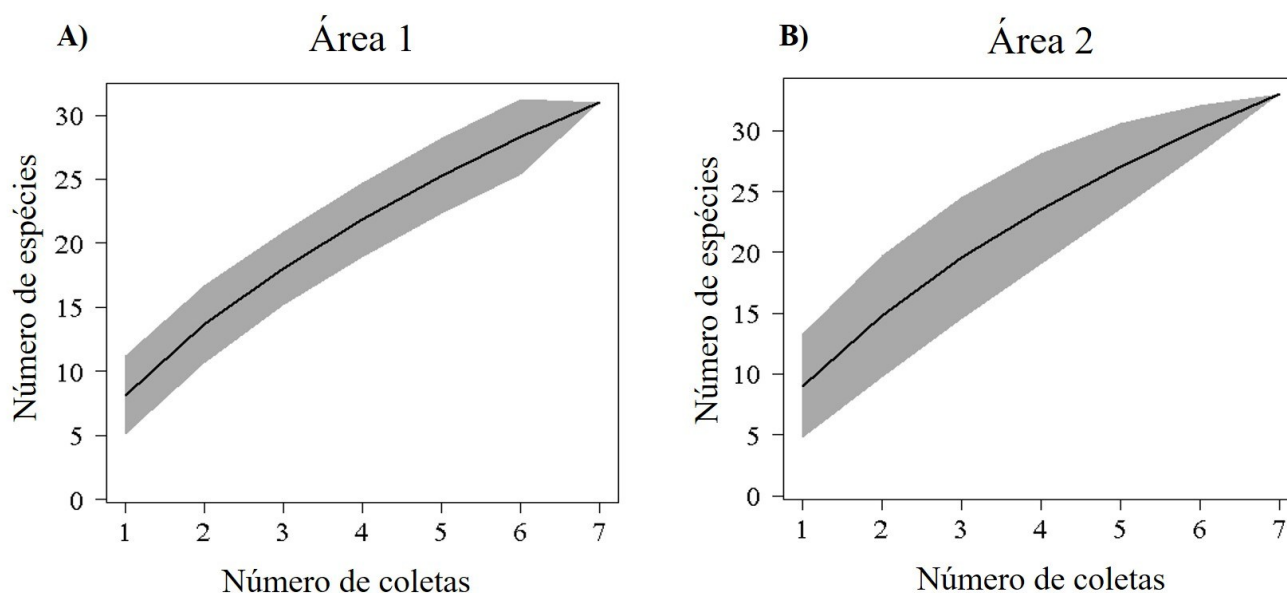


Figura 2 – Curvas de acumulação de espécies (número de espécies × número de coletas) de aranhas de solo amostradas em duas formações vegetais do bioma Cerrado na Área de Proteção Ambiental Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil, entre outubro de 2017 a abril de 2018. Área 1= Mata de galeria; Área 2= Cerrado sensu stricto. As áreas sombreadas representam intervalos de confiança de 95%.

Fonte: Autores (2020).

3.3 Índices de diversidade e equitabilidade

Os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') obtidos para as duas áreas analisadas foram similares (Área 1, $H' = 2.7$ e Área 2, $H' = 2.6$) (Tabela 2). Os valores observados apontam para uma diversidade moderada tanto no ambiente de Mata de Galeria como no Cerrado stricto sensu. Esses resultados foram confirmados pelos índices de Equitabilidade de Pielou (Área 1, $J' = 0.78$; Área 2, $J' = 0.77$) (Tabela 2). Em teoria, esse valor indica que seria preciso o incremento de 23% a mais de espécies para atingir a diversidade máxima da comunidade faunística de aranhas nessas áreas, conforme

Brower et al. (1998). Como este parâmetro permite representar a proporção de espécies que estão igualmente distribuídas na comunidade, os valores encontrados indicam, portanto, que tanto a área de Mata de Galeria quanto a do Cerrado sensu stricto apresentam moderada uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies, visto que a equitabilidade é diretamente proporcional à diversidade.

Cunha et al. (2012), ao analisarem os valores de diversidade da araneofauna de solo nos municípios de Tutóia e Paulino Neves, Piauí, Brasil, observaram que, embora Tutóia apresentasse maior densidade absoluta de plantas, maior número de espécies vegetais e maior diversidade botânica, a diversidade de aranhas foi maior em Paulino Neves (1.74 versus 1.85). Azevedo et al. (2017) observaram que o índice de Shannon-Wiener diferiu significativamente de acordo com o mês da amostragem, variando de 1.0 a 2.5 entre as áreas analisadas.

Tabela 2 – Índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (J') obtidos para as aranhas de solo coletadas em duas formações vegetais do bioma Cerrado na Área de Proteção Ambiental Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil, entre outubro de 2017 e abril de 2018.

Índices	Área 1	Área 2
Índice de diversidade de Shannon–Wiener (H')	2.7	2.6
Intervalo de confiança de H' ($P = 0.005$)	2.66–2.70	2.66–2.69
Índice de Equitabilidade de Pielou (J')	0.78	0.77

Área 1 = Mata de Galeria; Área 2 = Cerrado sensu stricto.

Fonte: Autores (2020).

3.4 Dendrograma de similaridade faunística

A análise de agrupamento, baseada no índice de similaridade faunística de cada mês de amostragem (outubro de 2017 a abril de 2018), mostrou que a composição araneofaunística nas áreas de Mata de Galeria e Cerrado sensu stricto eram bastante semelhantes. A maioria das espécies ocorreu em ambas as áreas (80–95% de similaridade). Apenas 35% das espécies ocorridas na Mata de Galeria eram exclusivas deste ambiente, e 37% das espécies registradas no Cerrado sensu stricto eram exclusivas do local (SOARES et al., 2020). A análise também revelou quatro grupos funcionais. O primeiro grupo mostrou similaridade entre as espécies coletadas em março de 2018 na Área 1 e fevereiro a março de 2018 na Área 2, durante o período chuvoso (Figura 3).

O segundo grupo revelou semelhanças entre as espécies coletadas nos meses dezembro de 2017 e janeiro a fevereiro de 2018 na Área 1 e as espécies obtidas em janeiro de 2018 na Área 2, durante a transição da estação seca para a chuvosa. O terceiro grupo foi formado pela similaridade entre as espécies registradas nos meses de outubro a novembro de 2017 na Área 1 e outubro a dezembro de 2017 da Área 2, durante o período seco. O último grupo reuniu as espécies coletadas em abril de 2018 das Áreas 1 e 2, durante a estação chuvosa (Figura 3).

Diferentemente do que foi observado no presente estudo, Carvalho & Avelino (2010), observaram baixos índices de similaridade entre quatro fitofisnomias do Bioma Cerrado no estado do Piauí. Apenas dois fragmentos de mata seca semidecídua (primária e secundária) apresentaram semelhanças de pelo menos 20%, indicando a existência de substituição de espécies (*turnover*) entre as formações vegetais amostradas.

Dias et al. (2005) geraram um dendrograma de similaridade para seis ambientes florestais do sul da Bahia. Foram identificados quatro grupos (95% de similaridade): (i) capoeira (vegetação secundária), (ii) cabruca (sistema agroflorestal), (iii) centro florestal contínuo e (iv) centro de fragmento florestal, borda florestal contínua e fragmento florestal de borda. Os três últimos ambientes florestais apresentaram alta similaridade entre si.

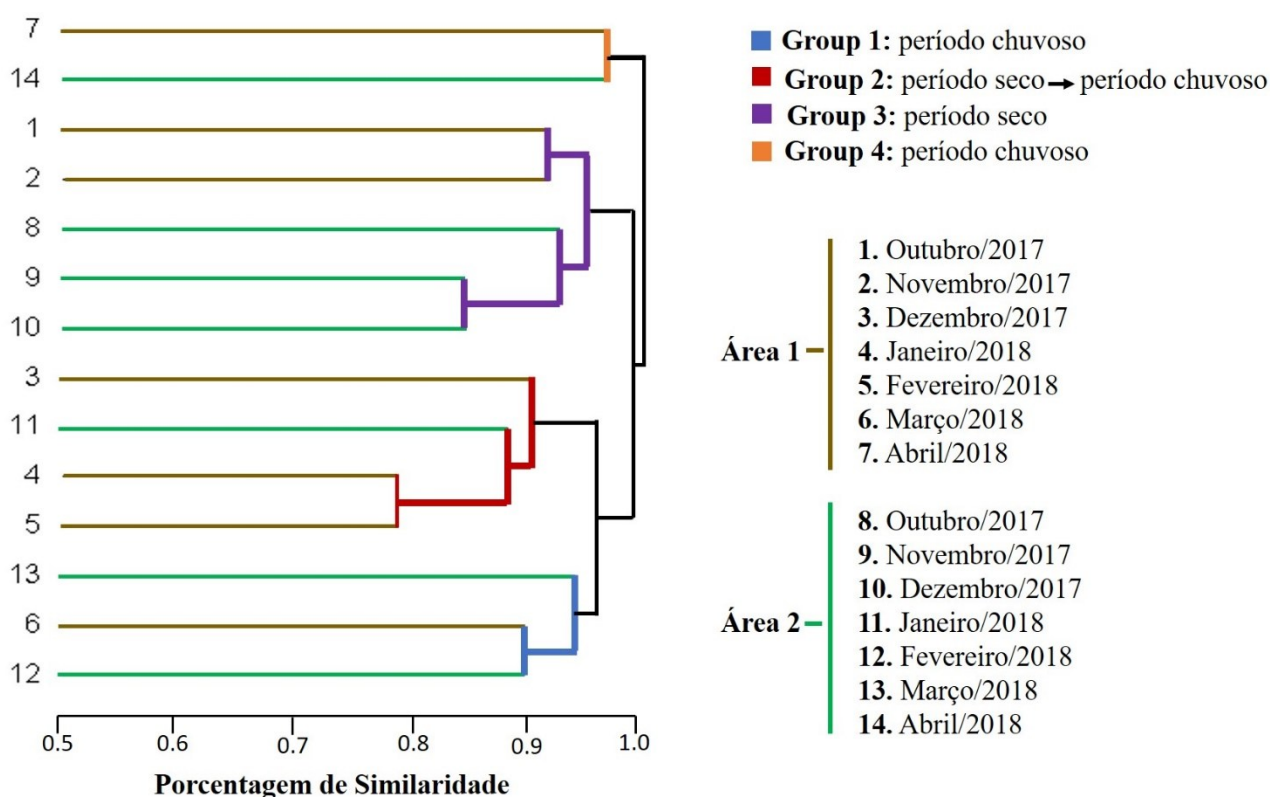


Figura 3 – Dendrograma construído usando os índices de similaridade de Jaccard entre composições araneofaunísticas mensais na Área 1 (Mata de Galeria) e 2 (Cerrado sensu stricto) na Área de Proteção Ambiental Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil, entre outubro de 2017 a abril de 2018.

Fonte: Autores (2020).

4. Considerações finais

The results allowed us to infer that the two vegetation formations of the Cerrado biome (gallery forest and Cerrado sensu stricto) in the Inhamum EPA had moderate species diversity. More species can be sampled, which would result in an even higher richness. Spider communities were similar, with most species occurring at both sites.

Os resultados permitiram inferir que as duas formações vegetais do bioma Cerrado (Mata de Galeria e Cerrado sensu stricto) na APA Inhamum apresentaram moderada diversidade de espécies. Mais espécies podem ser amostradas, o que resultaria em uma riqueza ainda maior. As comunidades de aranhas também se mostraram semelhantes, com a maioria das espécies ocorrendo em ambas as áreas.

Embora os estimadores de riqueza tenham mostrado que o esforço amostral foi insuficiente, ressaltamos a importância das informações obtidas neste estudo, uma vez que foi identificada uma considerável diversidade de espécies nas duas formações vegetais analisadas. Futuras pesquisas sobre a composição das aranhas de solo nessas áreas poderão contribuir de forma mais eficaz para o desenvolvimento de estratégias de conservação da araneofauna do bioma Cerrado na APA Inhamum, bem como em outras localidades do Estado do Maranhão e Nordeste do Brasil, onde estudos sobre a dinâmica e a diversidade de aranhas, especialmente no bioma Cerrado, ainda é incipiente.

Agradecimentos

Agradecemos aos colaboradores do Laboratório de Fauna do Solo (LAFS/UEMA) pela realização das coletas e aos membros do Laboratório de Coleções Zoológicas (LECZ) do Instituto Butantan, coordenado pelo Prof. Dr. Antônio Domingos Brescovit (Bolsista CNPq, processo 303903/20019-8), por auxiliar na identificação das espécies.

Referências

- ALBUQUERQUE, A. Riacho Pontes e a Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias/MA. In: Barros, M.C. et al. (Org.). *Biodiversidade na Área de Proteção Ambiental do Inhamum*. São Luís: UEMA, 2012. p. 22-25.
- AZEVEDO, R.; MENEZES, K. G.; BARBOSA, R. A.; MATOS, J. D. R.; MONTEIRO, J. O. N.; COUTINHO, A. G.; SALES, L. G. Aranhas epígeas de um fragmento de mata em área urbana em Fortaleza, Ceará, Brasil. *Research and Teaching in Exact and Natural Sciences*, v. 1 n. 2, 104-114, 2017.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWSEND, C. R. *Ecology individuals, populations and communities*. Oxford, Blackwell Science, 1996. 1068p.
- BRESCOVIT, A. D.; OLIVEIRA, U.; Santos, A. J. Aranhas (Araneae, Arachnida) do Estado de São Paulo, Brasil: diversidade, esforço amostral e estado do conhecimento. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 1, 717-747, 2011.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VAN ENDE, C. N. *Field and laboratory methods for general ecology*. 4 th New York, WCB/McGraw, 1998. 273p.
- CARVALHO, L. S.; AVELINO, M. T. L. Composição e diversidade da fauna de aranhas (Arachnida, Araneae) da Fazenda Nazareth, Município de José de Freitas, Piauí, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 3, 1-11, 2010.
- CODDINGTON, J. A.; YOUNG, L. H.; COYLE, F. A. Estimating spider species richness in a southern appalachian cove hardwood forest. *The Journal of Arachnology*, v. 24, n. 2, 111-128, 1996.
- CODDINGTON, J. A.; AGNARSSON, I.; MILLER, J. A.; KUNTNER, M.; HORMIGA, G. Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. *Journal of Animal Ecology*, v. 78, n. 3, 573-84, 2009.
- CONCEIÇÃO, G. M.; da SILVA, D. S.; RODRIGUES, M. S. Aspectos florísticos e ecológicos da família convolvulaceae da área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, v. 5, n. 2, 595-613, 2014.
- CUNHA, J. A. S.; ARZABE, C.; CASTRO, A. A. J. F.; BRESCOVIT, A. D. Diversidade preliminar de aranhas de solo em áreas de Cerrado Litorâneo com diferentes níveis de conservação, Maranhão, Brasil. *Revista Biociências*, v. 18, n., 5-13, 2012.
- DIAS, M. F. R.; BRESCOVIT, A. D.; MENEZES, M. Aranhas de solo (Arachnida: Araneae) em diferentes fragmentos florestais no sul da Bahia, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 1, 1-10, 2005.
- DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; ROVEDDER, A. P. M.; DORNELES, F. O. Mesofauna como bioindicador para avaliar a eficiência da revegetação com *Lupinus albus* em solo arenizado do sudoeste do Rio Grande do Sul. *Anais*. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo - SBCS, Gramado, 2007.
- EFRON, B.; STEIN, C. The Jackknife estimate of variance. *The Annals of Statistics*, v. 9, n. 3, 586-596, 1981.
- FERNANDES, P. A.; PESSÔA, V. L. S. O cerrado e suas atividades impactantes: uma leitura sobre o garimpo, a mineração e a agricultura mecanizada. *Revista Eletrônica de Geografia*, v. 3, n. 7, 19-37, 2011.
- FORMIGA, L. D. A. da S.; OLIVEIRA, J. dos S.; GONÇALVES, M. V. P.; LIMA, F. O.; MARTINS, A. E. de S.; RODRIGUES, J. C.; SOARES, F. I. L.; MOREIRA, J. O. Estudo da entomofauna de díptera em área de proteção ambiental no Maranhão, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 6, n. 2, 258-265, 2022.
- FORNAZIER, R.; GATIBONI, L. C.; WILDNER, L. P.; BIANZI, D.; TODERO, C. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* L. *Anais*. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo - SBCS, Gramado, 2007. p. 1-5.
- GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S. F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo, RS. *Revista Brasileira Agrobiologia*, v. 9, n. 3, 257-261, 2003.

- HUTCHESON, K. Um Teste para Comparar Diversidades Baseado na Fórmula de Shannon. *Journal of Theoretical Biology*, v. 29, n. 1, 151-154, 1970.
- LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P. C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R. O.; LAURANCE, S. G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, v. 13, n. 3, 605-618, 2002.
- LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 1, 29-35, 2010.
- MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, Princeton University Press, 1988. 179p.
- MARTINS, A. E. de S.; da SILVA, M. J. R.; RODRIGUES, J. C.; SILVA, M. R. de A. C.; GONÇALVES, M. V. P.; FORMIGA, L. D. A. da S.; FRANCO, C. L. Levantamento da Mirmecofauna em Fragmentos de uma Área de Proteção Ambiental em Caxias, Maranhão- Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 8, n. 1, 188–197, 2022.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2002. *Bioma Cerrado*. Disponível: <https://www.gov.br/mma/pt-br/search?SearchableText=bioma%20cerrado%20hotspots>. Acesso: 15/07/2022.
- MORAES, V. S. 2014. *Efeitos da estrutura da vegetação na composição da assembleia de aranhas (Arachnida: Araneae) em estrato arbóreo de diferentes fitofisionomias do Cerrado*. Brasília, 2014. 58f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2014.
- MORAES, R. C. B.; HADDAD, M. L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A. E. L. *Software para análise faunística - ANAFAU*. Livros de resumos. In: Simpósio de Controle Biológico, 8, São Pedro - SP. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. p. 195.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, John Wiley Sons, 1974. 547p.
- NERES, L. P.; CONCEIÇÃO, G. M. Florística e fitossociologia da área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil. *Cadernos de Geociências*, v. 7, n. 2, 122-130, 2010.
- OLIVEIRA, U. *Diversidade e biogeografia de aranhas do Brasil: esforço amostral, riqueza potencial e áreas de endemismo*. Belo Horizonte, 2011. 105f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2011.
- OLIVEIRA, U.; BRESCOVIT, A. D.; SANTOS, A. J. Sampling effort and species richness assessment: a case study on Brazilian spiders. *Biodiversity and Conservation*, v. 26, n. 6, 1481-1493, 2017.
- PEREIRA, A. B. S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F. A. Florestas estacionais no cerrado: uma visão geral. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, n. 3, 446-455, 2011.
- RODRIGUES, V. E. O. *Riqueza e composição de aranhas (Arachnida: Araneae) em fragmentos florestais urbanos de Salvador*. Salvador, 2020. 35f. Graduação (Bacharel em Ciências Biológicas). Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado), Universidade Católica do Salvador, Salvador – BA, 2017.
- R CORE TEAM. 2017. *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível: <https://www.R-project.org>. Acesso: 22/05/2019.
- ROCHA, L. M. *Fauna de aranhas edáficas (Arachnida: Araneae) em um fragmento periurbano em ambiente de Mata Atlântica no Sul do Brasil*. Criciúma, 2017. 28f. Graduação (Bacharel em Ciências Biológicas). Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma – SC, 2017.

-
- RODRIGUES, J. C.; MARTINS, A. E. de S.; LIMA, F. O.; SOUZA, M. T. A.; SILVA, M. R. de A. C.; SOARES, F. I. L.; FORMIGA, L. D. A. da S. Levantamento da mesofauna edáfica em áreas de proteção do Maranhão. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 7, n. 2, 230–238, 2022.
- SANTANA, R. C. Community structure and composition of litter spiders (Arachnida: Araneae) and influence of macro-climatic factors on Parque Ecológico Jatobá Centenário, Morrinhos, Goiás, Brazil. *Journal of Threatened Taxa*, v. 7, n. 10, 7612-7624, 2015.
- SANTOS, A. J. Estimativas de Riqueza em Espécies. In: Cullen Jr., L.; Rudran R. & Valladares-Pádua, C. (orgs.). *Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. Curitiba, Editora da UFPR - Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p. 19-41.
- SILVA, D. R. de O. *Estimativa de riqueza de macroinvertebrados bentônicos e a relação da composição de comunidades com componentes de meso-habitat em riachos de cabeceira no cerrado*. Belo Horizonte, 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2012.
- SILVA, G.; SILVA, D. L.; SILVA, M. L.; SILVA, W. F.; CONCEIÇÃO, G. Trilhas ecológicas da área de proteção ambiental municipal do Inhamum e seus aspectos florísticos, Maranhão, Brasil. *Revista Agrária Acadêmica*, v. 3, n. 6, 86-98, 2016.
- SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. *Numerical taxonomy the principles and practice of numerical classification*. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573p.
- SOARES, F. I. L.; SOARES, L. A. da L.; REIS, L. da L. dos; MARTINS, A. E. de S.; RODRIGUES, J. C.; BRESCOVIT, A. D.; FORMIGA, L. D. A. da S. Estudo da composição e abundância de aranhas (Arachnida: Araneae) de solo em duas fitofisionomias do Cerrado, Maranhão, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 6, n. 2, 95–105, 2020.
- SOUZA, M. M. O.; LEÃO, A.V.; SOUZA, J. D. Agrotóxicos no cerrado: impactos socioambientais e resistência popular. *Revista de Geografia da UEG*, v. 9, n. 2, 1-22, 2020.
- ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. 2. ed. New Jersey, Prentice Hall, 1984. 718p.