



Assembleias de aranhas e escorpiões em áreas impactadas pela construção de diques de água no semiárido brasileiro

Spider and scorpion assemblies in areas impacted by water reservoir construction in the Brazilian semi-arid

F. W. A. Rodrigues¹; F. R. Azevedo¹; A. A. C. Carneiro²; C. S. Oliveira;
J. M. S. Silva²; E. A. Patrício²; R. Azevedo³; R. N. C. Ferreira^{4*}

¹Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade/Laboratório de Entomologia/Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável/Universidade Federal do Cariri, 63130-025, Rua Ícaro Moreira de Sousa, 126 - Muriti, Crato-CE, Brasil

²Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade/Laboratório de Entomologia/Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Cariri, 63130-025, Rua Ícaro Moreira de Sousa, 126 - Muriti, Crato-CE, Brasil

³Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade/Laboratório de Entomologia, Universidade Federal do Cariri, 63130-025, Rua Ícaro Moreira de Sousa, 126 - Muriti, Crato-CE, Brasil

⁴Instituto de Formação de Educadores/Laboratório de Biologia, Universidade Federal do Cariri, 63260-000, Rua Olegário Emídio de Araújo, s/n, Centro, Brejo Santo-CE, Brasil

*nonato.ferreira@ufca.edu.br

(Recebido em 18 de março de 2024; aceito em 05 de novembro de 2024)

O domínio semiárido brasileiro (BSD) é caracterizado por pluviosidade baixa e não homogêneas, elevada evapotranspiração e ocorrência constante de períodos de seca. Tanto a vegetação quanto os animais são adaptados para evitar a perda de água. Os habitantes das áreas mais secas do BSD constroem diferentes tipos de diques de água para armazenar as chuvas ao longo da estação chuvosa, e esse processo resulta em impactos ambientais à fauna e à flora. Neste contexto, invertebrados como aranhas e escorpiões podem responder a tais impactos alterando a sua abundância e riqueza. Testamos a hipótese de que a construção da Barragem de Negreiros e a antropização decorrente dessa construção, no município de Salgueiro, estado de Pernambuco, Brasil, finalizada em 2017, causa impactos na abundância de aranhas e escorpiões edáficos. As aranhas e escorpiões foram amostradas por armadilhas de queda para invertebrados durante o período de agosto de 2022 a agosto de 2023 ao longo de quinze dias, totalizando duas coletas por mês, a atividade ocorreu após a construção do reservatório hídrico. Um total de 448 indivíduos adultos de aranhas e escorpiões foram amostrados nas áreas caracterizadas como preservada e antropizada do açude de Negreiros. A área preservada apresentou maior número de indivíduos e maior riqueza de espécies do que a área antropizada, corroborado com a hipótese testada. Nossos resultados ainda contribuem com o incremento dos dados sobre a ocorrência das espécies encontradas, distribuição geográfica e como as perturbações humanas tendem a afetar a abundância de aranhas e escorpiões na área da Caatinga. Palavras-chave: Araneae, Caatinga, impacto ambiental.

The Brazilian Semi-Arid Domain (BSD) is characterized by low and irregular rainfall, high evapotranspiration, and constant periods of drought. Both vegetation and animals are adapted to minimize water loss. Inhabitants of the driest areas of the BSD construct various types of water dams to store rainfall during the wet season, a process that has environmental impacts on local fauna and flora. In this context, invertebrates such as spiders and scorpions may respond to these impacts by altering their abundance and diversity. We tested the hypothesis that the construction of the Negreiros Dam and the associated anthropization in the municipality of Salgueiro, Pernambuco, Brazil, completed in 2017, impacts the abundance of soil-dwelling spiders and scorpions. Spiders and scorpions were sampled using pitfall traps for invertebrates from August 2022 to August 2023 over fifteen-day periods, totaling two collections per month, with all activity occurring after the dam's construction. A total of 448 adult individuals of spiders and scorpions were sampled in areas categorized as preserved and anthropized within the Negreiros reservoir. The preserved area had a higher number of individuals and greater species richness than the anthropized area, supporting our tested hypothesis. Our results also contribute to the knowledge of species occurrence, geographic distribution, and how human disturbances tend to affect the abundance of spiders and scorpions in the Caatinga region.

Keywords: Araneae, Caatinga, environmental impact.

1. INTRODUÇÃO

O domínio semiárido brasileiro (BSD) é caracterizado por precipitações baixas e não homogêneas (inferiores a 750 mm/ano), elevada evapotranspiração e ocorrência constante de períodos de seca [1, 2]. Com base neste cenário climático, o complexo vegetal encontrado no BSD é adaptado para evitar a perda de água [3] e as primeiras chuvas durante a estação chuvosa provocam um aumento na biomassa da vegetação [4], resultando em um aumento na produção de alimentos, fornecido primeiramente para insetos herbívoros [5-7]. Em seguida, alguns destes herbívoros figuram na alimentação de artrópodes, em especial os aracnídeos como escorpiões e aranhas [8, 9].

Com base nas condições climáticas, os habitantes das áreas mais secas do BSD constroem diferentes tipos de diques de água para armazenar água ao longo da estação chuvosa [10]. Independentemente do tamanho e consequentemente do volume de armazenamento de água, o processo de construção de diques ou barragens resulta em diversos impactos ambientais, como implosão de áreas naturais e desmatamento de áreas florestais [11, 12], sendo que esses impactos influenciam a dinâmica natural da fauna local, reduzindo a riqueza e a abundância de vertebrados e invertebrados.

Nesse contexto, invertebrados como os aracnídeos que figuram no topo da cadeia alimentar dos invertebrados apresentam respostas rápidas aos impactos ambientais, tendo como função primária, regular populações de insetos, ação desempenhada principalmente pelos escorpiões e aranhas que estão entre os maiores e mais diversos grupos de artrópodes do mundo [13-15]. Aranhas e escorpiões apresentam alta riqueza de espécies, elevada abundância e são facilmente coletados através de muitos métodos padronizados [9, 16]. Essas características fazem de aranhas e escorpiões bons indicadores ambientais biológicos. Com base nisso, testamos a hipótese de que uma área antropizada, devido a construção de uma barragem que foi finalizada em 2017, apresenta menor abundância e diversidade do que uma área preservada em uma área do BSD.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo está associada à área de abrangência da Barragem Negreiros, município de Salgueiro (8°4'3" S; 39°7'27" O), no estado de Pernambuco, Brasil. A área é caracterizada por uma vegetação de caatinga hiperxerófila, com o período chuvoso variando de novembro a abril [17].

A pesquisa foi realizada no período de agosto de 2022 a agosto de 2023 em duas áreas (Figura 1): 1 – A área de abrangência do Rio Negreiros, sendo esta considerada antropizada (A.A.) em virtude da presença de solo parcialmente exposto em decorrência de atividades com maquinários, voltadas à construção do reservatório. Possui áreas cobertas por vegetação secundária, em sua maioria de hábito herbáceo, com predominância das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae e Asteraceae. Além disso, é recorrente a presença humana para fins de pescarias, banhos e pastoreio de animais, onde estes buscam alimentos e água, sendo que a região apresenta uma estrada carroçável em sua proximidade. 2 – Área preservada (A.P.), caracterizada pela presença de afloramentos rochosos com a vegetação variando de 1 m a 15 m de altura. Na área é observada a atividade de animais silvestres em busca de alimentos e água.



Figura 1. Área explorada para pesquisa de aranhas e escorpiões na Barragem Negreiros Salgueiro – PE. A.P: área preservada e A.A: área antropizada. Fonte: Adaptado de Google Earth (2024).

2.2 Amostragem

Dois transectos foram estabelecidos ao longo de ambas as áreas apresentando dimensões de 500 m x 50 m cada. Em cada área, foram instalados quinze pontos amostrais compostos por um conjunto de cinco armadilhas de queda instaladas em cruz, distantes um metro entre si, totalizando cinco metros quadrados de área amostrada por grupo de armadilhas de queda [9]. Cada conjunto de armadilhas de queda foi instalado a uma distância mínima de 10 m uma da outra. Assim, foram instalados ao todo 15 grupos de armadilhas de queda por área, totalizando 75 m² quadrados de área amostrada antropizada e 75 m² área não antropizada amostrada por mês. Cada armadilha de queda consistiu em um copo plástico (15 cm de diâmetro x 10 cm de profundidade) contendo solução salina como líquido conservante e foi instalada durante 15 dias, totalizando duas coletas por mês. As coletas foram autorizadas através da licença de autorização para atividades com finalidade científica (SISBIO n° 84000-1). O material coletado foi depositado no Laboratório de Coleções Zoológicas – LCZ do Instituto Butantan (Tombo IBSP 344819 até IBSP 345091).

2.3 Análises Estatísticas

Foram traçadas duas curvas de esforço amostral baseada na abundância de espécies, sendo uma para cada área. Após a análise do esforço amostral, comparamos a abundância de espécies ao longo das áreas e utilizamos uma Permanova, considerando o ponto amostral como repetição e utilizando o índice de Bray-Curtis. Ao mesmo tempo, a similaridade das áreas foi testada por uma Análise de Similaridade – Anosim, utilizando também o índice de Bray-Curtis [18]. Comparamos os padrões de diversidade para ambas as áreas usando Índice de Shannon e Simpson [19]. Os índices de Diversidade foram submetidos ao Teste T para averiguar eventuais diferenças estatísticas entre as áreas. Todas as análises estatísticas foram feitas no software gratuito *Past*, versão 4.10 [20].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 448 indivíduos adultos, sendo 337 de aranhas e 131 de escorpiões foi amostrado ao longo das áreas de cobertura preservada e antropizada avaliadas. A área preservada foi representada por 325 indivíduos (242 de aranhas e 83 de escorpiões) distribuídos em 42 espécies/morfoespécies enquanto a área antropizada foi representada por 143 indivíduos (95 de aranhas e 48 de escorpiões) distribuídos em 24 espécies/morfoespécies. As aranhas foram representadas por 42 espécies, enquanto os escorpiões foram representados por cinco espécies (Tabela 1).

Tabela 1: Composição de espécie/morfoespécies, abundância absoluta e relativa (AB%) de aranhas e escorpiões amostrados por armadilha de queda ao longo da área de abrangência do poço d'água Negreiros, município de Salgueiro, estado de Pernambuco, Brasil.

Taxon	Família	Espécie	Área preservada		Área Antropizada		
			Total	AB%	Total	AB%	
Araneae	Araneidae	<i>Argiope argentata</i> (Fabricius, 1775)	2	1%			
		<i>Eustala</i> sp.	1	0%			
		<i>Mecynogea</i> sp.	1	0%			
	Caponiidae	<i>Nops</i> sp.	1	0%			
	Corinnidae	Corinnidae sp.				1	1%
		<i>Castianeira</i> sp.				1	1%
		<i>Corinna</i> sp.1	2	1%	1	1%	
		<i>Corinna</i> sp.2	1	0%	2	1%	
		<i>Creugas</i> sp.	3	1%			
		<i>Falconina</i> sp.	21	6%	11	8%	
		Cheiracanthiidae	<i>Cheiracanthiun inclusum</i> (Hentz, 1847)			1	1%
	Ctenidae	<i>Ctenus rectipes</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1897	2	1%			
	Gnaphosidae	<i>Camillina</i> sp.	7	2%	5	3%	
	Idiopidae	<i>Idiops</i> sp.	5	2%	1	1%	
	Lycosidae	Lycosidae sp.1	3	1%			
		Lycosidae sp.2	1	0%			
		<i>Allocosa</i> sp.			5	3%	
		<i>Trochosa</i> sp.	16	5%	6	4%	
		<i>Lycosa</i> sp.	7	2%	6	4%	
	Oxyopidae	<i>Oxyopes salticus</i> Hentz, 1845	4	1%	3	2%	
	Pholcidae	Pholcidae sp.	1	0%	1	1%	
		<i>Mesabolivar</i> sp.	14	4%	7	5%	
	Philodromidae	<i>Tibellus</i> sp.	2	1%			
	Pycnothelidae	<i>Pycnothele</i> sp.	1	0%			
		<i>Rachias</i> sp.	2	1%			
	Salticidae	Salticidae sp.1	1	0%			
		Salticidae sp.2	5	2%			
		Salticidae sp.3	2	1%			
		<i>Amatorculus</i> sp.	9	3%	4	3%	
	Sicariidae	<i>Loxosceles</i> aff. <i>amazonica</i>	3	1%			
<i>Sicarius tropicus</i> (Mello-Leitão, 1936)		4	1%	3	2%		
<i>Sicarius cariri</i> Magalhaes, Brescovit & Santos, 2013		1	0%				
Theridiidae	<i>Euryopsis</i> sp.	1	0%				
	<i>Steatoda</i> sp.	2	1%				
	<i>Latrodectus</i> gr. <i>mactans</i>			4	3%		
Thomsidae	Thomisidae sp.	1	0%				
	<i>Misumenops</i> sp.	1	0%	1	1%		
Xenoctenidae	<i>Odo</i> aff. <i>vittatus</i>	37	11%	14	10%		
Zodariidae	<i>Cybaeodamus</i> sp.	3	1%	3	2%		
	<i>Leprolochus</i> sp.1	45	14%	9	6%		
	<i>Leprolochus</i> sp.2	29	9%	6	4%		
	<i>Leprolochus</i> sp.3	1	0%				
		242		95			
Scorpiones	Buthidae	<i>Jaguagir agamenon</i> (C. L. Koch, 1839)	7	2%	2	1%	
		<i>Jaguajir rochae</i> (Borelli, 1910)	5	2%			
		<i>Tityus stigmurus</i> (Thorell, 1876)	1	0%			
		<i>Tityus</i> sp.1	7	2%			
Bothriuridae	<i>Bothriurus asper</i> Pocock, 1893	63	19%	46	32%		
		83		48			
		Número total de indivíduos	325	100%	143	100%	
		Número de espécies	42		24		

Para aranhas, é relatado que o aumento na complexidade e quantidade de serrapilheira contribui para uma maior densidade tanto de indivíduos quanto de espécies [21]. Assim,

assumindo que a área preservada apresenta maior complexidade com mais substratos para teias e refúgios, os dados obtidos concordam com esse padrão, porque foram observados valores superiores do índice de diversidade de Shannon e Simpson para área preservada, sendo que a abundância de aranhas também foi maior na área preservada. Com relação a presença de famílias nas duas áreas, a área preservada apresentou cinco famílias com exclusiva enquanto a área antropizada teve apenas a família Cheiracanthiidae foi exclusiva (Figura 1).

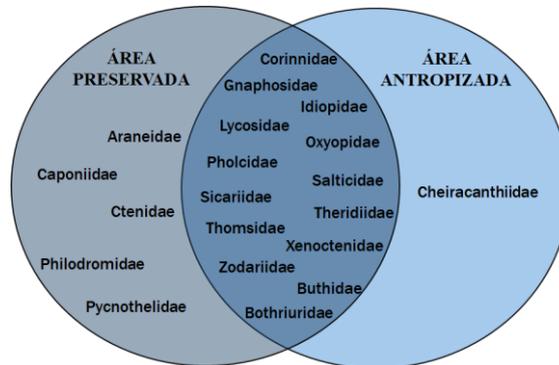


Figura 1: Diagrama de Venn informando as famílias de aranhas e escorpiões nas áreas preservada e antropizada da pila d'água Negreiros, município de Salgueiro, estado de Pernambuco, Brasil.

A curva de esforço amostral não se estabilizou para nenhuma das áreas, porém a área preservada apresentou maior riqueza quando comparada à área antropizada, exibindo quase o dobro das espécies coletadas (Figura 2).

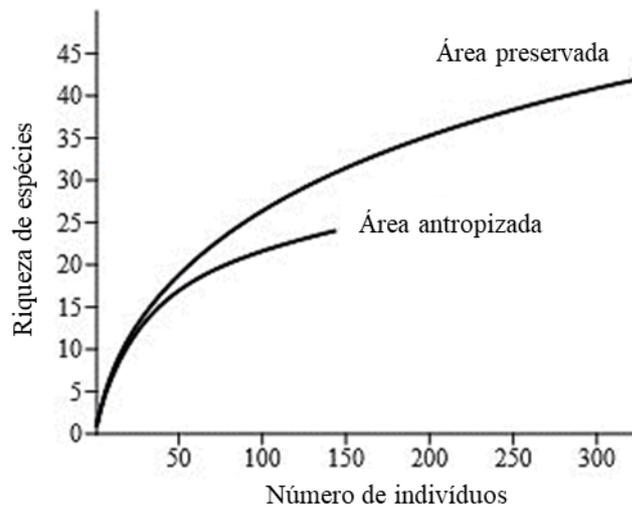


Figura 2: Curva de esforço amostral para área de cobertura preservada e antropizada da pila d'água Negreiros, município de Salgueiro, estado de Pernambuco, Brasil.

A família de aranhas mais rica foi Corinnidae (seis espécies) e Lycosidae (cinco espécies), enquanto a família de escorpiões mais rica foi Buthidae (quatro espécies). As famílias mais abundantes foram representadas na Figura 3.

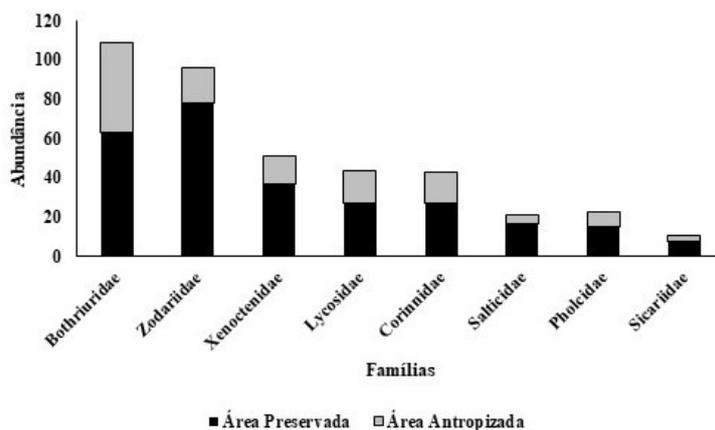


Figura 3: Famílias mais abundantes (abundância superior a 10 indivíduos) em área preservada e antropizada.

Observou-se que a área preservada apresentou maior riqueza de espécies do que a área antropizada e, neste contexto, as espécies mais abundantes (abundância relativa igual ou superior a 5%) da área preservada foram representadas por seis espécies (Figura 4A), enquanto para área antropizada, cinco espécies foram as mais abundantes (Figura 4B). As espécies e morfoespécies mais abundantes em ambas as áreas foram *Bothriurus asper*, *Leprolochus* sp.1, *Odo* aff. *vittatus* e *Falconina* sp. (Tabela 1). Para as espécies mais abundantes, observou-se que a sua abundância relativa mudou ao longo de ambas as áreas, resultando em um aumento da abundância na área antropizada, sobretudo para *Bothriurus asper* (Figura 3).

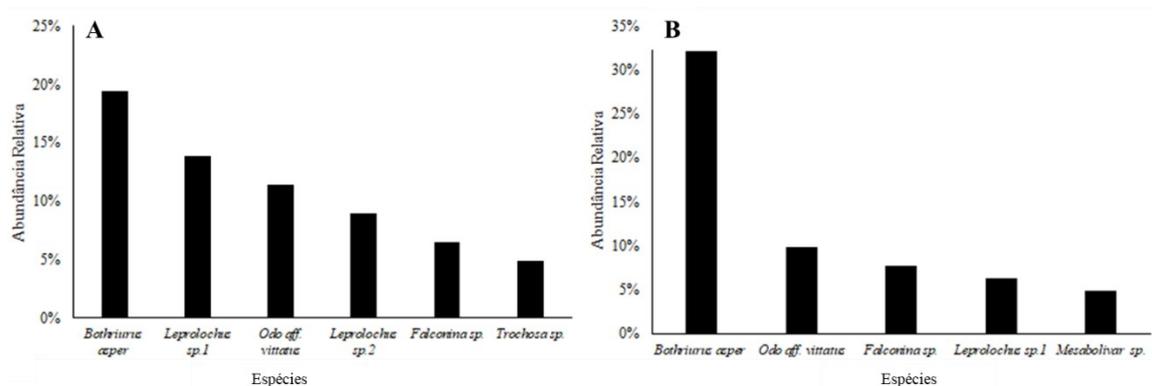


Figura 4: Abundância relativa das espécies igual ou superior a 5% mais abundantes de aranhas e escorpiões na área preservada (A) e antropizada (B), respectivamente.

Na área preservada, os meses de agosto, setembro e outubro apresentaram maior abundância sendo *Leprolochus* sp.1 dominante nos meses de agosto e setembro e *B. asper* a espécie com ocorrência na maioria dos meses do ano (Figura 5A). Já na área antropizada, os meses de agosto a fevereiro foram os que possuíram maior abundância com *B. asper* sendo também a espécie dominante na maioria dos meses do ano (Figura 5B).

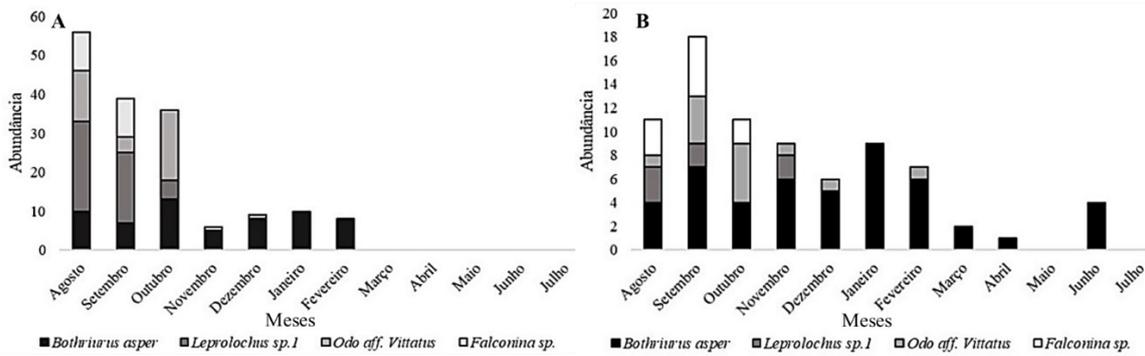


Figura 5: Abundância relativa das espécies igual ou superior a 5% mais abundantes entre os meses de agosto de 2022 a julho de 2023 na área preservada (A) e antropizada (B), respectivamente.

A morfoespécie *Leprolochus sp.1* exibiu dominância sobre as demais espécies de aranhas ao longo da área preservada. Alguns representantes deste gênero, como a espécie *Leprolochus birabeni* Mello-Leitão, 1942, são considerados indicadores biológico de área degradada em áreas de Chaco Seco, Argentina [22]. Porém, no Nordeste brasileiro, espécies do gênero *Leprolochus* ocorrem em áreas antropizadas com abundância elevada [23] e, ocasionalmente, *L. oeiras* no interior de residências urbanas [24].

Aparentemente, os escorpiões da Caatinga são menos sensíveis à perturbação humana do que outras áreas, sugerindo a existência de uma relação espécie-específica para nesse ambiente [25]. Nossos dados revelam a dominância de *B. asper* em comparação com outras espécies de escorpiões, nas duas áreas o que sugere que *B. asper* necessita de menos exigências de seus habitats, embora a baixa abundância de outras espécies deva estar ligada ao uso de armadilhas de queda como metodologia única [26]. Porém, *B. asper* é uma espécie geralmente dominante em ambientes xéricos [26] também pode ser encontrada em áreas florestadas, ocorrendo em áreas de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica [27].

Os padrões de abundância observados ao longo de ambas as áreas apresentaram diferença significativa (Permanova, $F = 9,259$, $p < 0,05$) e as áreas quando comparadas entre si também apresentaram diferença (Anosim, $R = 0,1949$, $p < 0,05$). O índice de Shannon e Simpson apresentaram maiores valores para área preservada. O índice de Shannon apresentou diferença significativa entre área preservada e antropizada ($t = 28,878$, $gl. = 282,46$, $p < 0,05$), assim como o índice de Simpson ($t = 19,995$, $gl. = 177,85$, $p < 0,05$) (Figura 6). Por sua vez, o Índice de Pielou exibiu valor igual a 0,7895 para área preservada e 0,8279 para área antropizada.

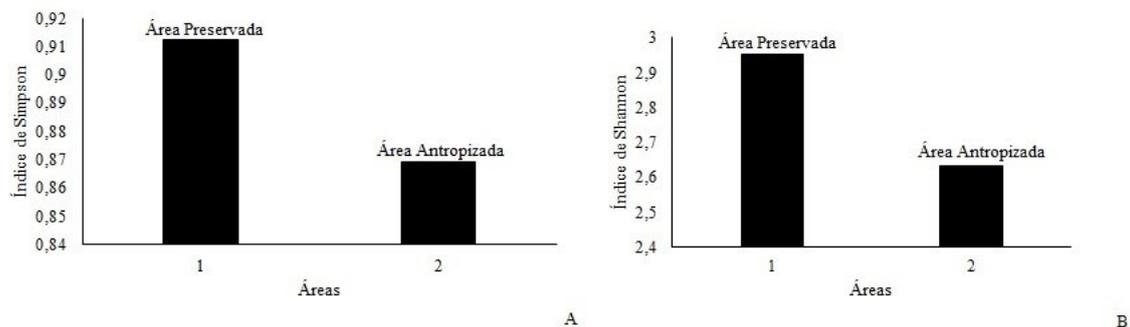


Figura 6: Índice de Simpson (A) e índice de Shannon (B) calculados para assembleias de aranhas (A) e escorpiões (B) na área preservada e antropizada.

A área antropizada apresentou menor abundância, tanto para aranhas quanto para escorpiões. Observa-se que a perturbação humana costuma alterar as estruturas dos habitats, aumentando a fragmentação do habitat e a produtividade do local [28], resultando em uma diminuição da diversidade biológica associada a uma diminuição da heterogeneidade ambiental [29, 30].

4. CONCLUSÃO

Este estudo desempenha um papel importante na ampliação do conhecimento sobre a biodiversidade das aranhas e escorpiões na Caatinga, um ambiente que tem sido historicamente subamostrado. Ao aumentar o número de espécies documentadas e expandir sua distribuição geográfica, contribuimos para preencher lacunas importantes no entendimento desse ecossistema. Além disso, ao identificar áreas de ocorrência das espécies encontradas, estamos contribuindo com dados para futuros planos conservação da fauna da Caatinga.

Os dados obtidos neste estudo lançam luz sobre como essas espécies respondem às perturbações humanas, fornecendo subsídios para futuras investigações ecológicas, zoológicas e biogeográficas. Essas descobertas não apenas enriquecem nosso conhecimento sobre a diversidade biológica da caatinga, mas também destacam a importância de medidas de conservação direcionadas para garantir a preservação desse ambiente em um contexto de crescente pressão ambiental.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Dr. Antonio Domingos Brescovit, curador da coleção do Laboratório de Coleções Zoológicas – LCZ do Instituto Butantan, pela identificação taxonômica do material coletado e ao Dr André Felipe de Araújo Lira da Colección Nacional de Arácnidos / Universidad Nacional Autónoma de México pelo auxílio com análise dos dados e identificação de parte dos escorpiões.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrade-Lima D. The caatinga dominium. *Rev Bras Bot.* 1981;4:149-63.
2. Prado DE. As Caatingas da América do Sul. In: Leal LIR, Tabarelli M, Silva JMC, editores. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife (BR): Editora UFPE; 2003. p. 3-74.
3. Araújo EL. Estresses abióticos e bióticos como forças modeladoras da dinâmica de populações vegetais da caatinga. In: Nogueira RJM, Araújo EL, Willadino LG, Cavalcante UMT, editores. *Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas*. Recife (BR): MXM Gráfica e Editora; 2005. p. 50-64.
4. Araújo EL, Ferraz EMN. Processos ecológicos mantenedores da diversidade vegetal na caatinga: estado atual do conhecimento. In: Claudino SV, editores. *Ecossistemas brasileiros: Manejo e conservação*. Fortaleza (BR): Expressão Gráfica; 2003. p115-28.
5. Moura FMS, Vasconcellos A, Araújo VFP, Bandeira AG. Seasonality in foraging behaviour of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae) in the Caatinga of Northeastern Brazil. *Insectes Soc.* 2006;53(4):472-9. doi: 10.1007/s00040-005-0899-0
6. Vasconcellos A, Araújo VFP, Moura FMS, Bandeira AG. Biomass and population structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri) (Isoptera: Termitidae) in the dry forest of caatinga, northeastern Brazil. *Neotrop Entomol.* 2007 Oct;36(5):693-8. doi: 10.1590/S1519-566X2007000500009
7. Nunes FA, Martins SGB, Vasconcelos YB, Azevedo R, Quinet Y. Ground-foraging ants (Hymenoptera: Formicidae) and rainfall effect on pitfall trapping in a deciduous thorn woodland (Caatinga), Northeastern Brazil. *Rev Biol Trop.* 2011;59(4):1637-50.
8. Araújo CS, Candido DM, de Araújo HFP, Dias SC, Vasconcellos A. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in northeastern Brazil. *Zool.* 2010 Jun;27(3):372-6. doi: 10.1590/S1984-46702010000300008
9. Carvalho LS, Sebastian N, Araujo HFP, Dias SC, Venticinquê E, Brescovit AD, et al. Climatic variables do not directly predict spider richness and abundance in semiarid caatinga vegetation, Brazil. *Environ Entomol.* 2015 Feb;44(1):54-63. doi: 10.1093/ee/nvu003
10. Peter SJ, de Araújo JC, Araújo NAM, Herrmann HJ. Flood avalanches in a semiarid basin with a dense reservoir network. *J Hydrol.* 2014 May;512(1):408-20. doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.03.001
11. Vasconcelos JJT, da Silva AC, Araújo LDFP, Cabral NRAJ. Análise de impactos ambientais no entorno do açude gameleira, município de Itapipoca (CE). *Conex - Ciência e Tecnol.* 2020 Jul;14(3):116-24. doi: 10.21439/conexoes.v14i3.1393

12. Santos MJR, Borges IMS, Fernandes ACG, da Silva ECB, Martins MS, da Silva JA, et al. Impactos ambientais em Juazeirinho-PB: análise do açude do Mucutú após intervenção antrópica. *Res Soc Dev*. 2022 Jun;11(7):1-10. doi: 10.33448/rsd-v11i7.30290
13. Dahirel M, Dierick J, de Cock M, Bonte D. Intraspecific variation shapes community-level behavioral responses to urbanization in spiders. *Ecology*. 2017 Sep;98(9):2379-90. doi: 10.1002/ecy.1915
14. Lira AFA, Foerster SIA, Salomão RP, Porto TJ, Albuquerque CMR, Moura GJB. Understanding the effects of human disturbance on scorpion diversity in Brazilian tropical forests. *J Insect Conserv*. 2021 Feb;25(1):147-58. doi: 10.1007/s10841-020-00292-6
15. World Spider Catalog (WSCA). Versão 25.5. 2024. Museu de História Natural de Berna, online em <http://wsc.nmbe.ch>; [cited 2024 Nov 05]. Disponível em: <https://wsc.nmbe.ch/>. doi: 10.24436/2
16. Tourinho AL, Lo-Man-Hung N. Standardized sampling methods and protocols for harvestman and spider assemblages. In: *Measuring arthropod biodiversity*. Cham: Springer International Publishing; 2021. p. 365-400. doi: 10.1007/978-3-030-53226-0_15
17. Mascarenhas JC, Beltrão BA, Souza Júnior LC, Galvão MJTG, Pereira SN, Miranda LF. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Salgueiro, estado de Pernambuco. Recife (PE): Serviço Geológico do Brasil; 2005.
18. Legendre P, Legendre L. *Numerical Ecology*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier; 2012.
19. Magurran AE. *Ecological diversity and its measurement*. Dordrecht (NL): Springer Science & Business Media; 2013.
20. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeotologia Electronica*. 2001;4(1):1-9.
21. Podgaiski LR, Rodrigues GG. Spider community responds to litter complexity: insights from a small-scale experiment in an exotic pine stand. *Iheringia Série Zool*. 2017;107:1-8. doi 10.1590/1678-4766e2017007
22. Torres VM, González-Reyes AX, Rodríguez-Artigas SM, Corronca JA. Efectos del disturbio antrópico sobre las poblaciones de *Leprolochus birabeni* (Araneae, Zodariidae) en el Chaco Seco del noroeste de Argentina. *Iheringia Série Zool*. 2016 Jan;106(1):268-80. doi: 10.1590/1678-4766e2016009
23. Azevedo R, Menezes KG, Barbosa RA, Matos Neto JDR, Monteiro JON, Coutinho AG, et al. Aranhas epígeas de um fragmento de mata em área urbana em Fortaleza, Ceará, Brasil. *Pesqui e Ensino em Ciências Exatas e da Nat*. 2017 Dec;1(2):104. doi: 10.29215/pecen.v1i2.449
24. Azevedo R, Silva LN, Silva Júnior FB, de Azevedo FR, Araújo Júnior JMC, Sobreira JACD. Spiders collected in residences from municipalities of Barbalha, Crato and Juazeiro do Norte, CE, Brazil. *Bol Soc Zool Uruguay*. 2019;28(1):15-20.
25. Lira AFA, Foerster SIA, Salomão RP, Porto TJ, Albuquerque CMR, Moura GJB. Understanding the effects of human disturbance on scorpion diversity in Brazilian tropical forests. *J Insect Conserv*. 2021 Feb;25(1):147-58. doi: 10.1007/s10841-020-00292-6
26. Carmo RFR, Amorim HP, Vasconcelos SD. Scorpion diversity in two types of seasonally dry tropical forest in the semi-arid region of Northeastern Brazil. *Biota Neotrop*. 2013 Jun;13(2):340-4. doi: 10.1590/S1676-06032013000200037
27. Santos-Da-Silva ADP, Carvalho LS, Brescovit AD. Two new species of *Bothriurus* Peters, 1861 (Scorpiones, Bothriuridae) from Northeastern Brazil. *Zootaxa*. 2017 Apr;4258(3):340-4. doi: 10.11646/zootaxa.4258.3.2
28. Ziv Y, Davidowitz G. When Landscape Ecology Meets Physiology: Effects of Habitat Fragmentation on Resource Allocation Trade-Offs. *Front Ecol Evol*. 2019 Apr 24;7. doi: 0.3389/fevo.2019.00137/full
29. Rosenzweig ML. Species diversity gradients: We know more and less than we thought. *J Mammal*. 1992 Nov;73(4):715-30. doi: 10.2307/1382191
30. Rosenzweig ML, Abramsky Z. How are diversity and productivity related? In: Schluter D, Ricklefs R, editors. *Historical and geographical determinants of community diversity*. Chicago (US): University of Chicago Press; 1993. p. 52-65.