



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

JOÃO MIGUEL RIBEIRO COSTA

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DO PSEUDOESCORPIÃO *PARATEMNOIDES*
NIDIFICATOR BALZAN, 1888 (PSEUDOESCORPIONES: ATEMNIDAE) EM ÁREA
URBANA DE RECIFE, PERNAMBUCO**

Recife
2022

JOÃO MIGUEL RIBEIRO COSTA

Aspectos ecológicos do pseudoescorpião *Paratemnoides nidificator* Balzan, 1888 (Pseudoescorpiones: Atemnidae) em área urbana de Recife, Pernambuco

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura

Co-orientador: Dr. André Felipe de Araújo Lira

Recife

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Costa, João Miguel Ribeiro.

Aspectos ecológicos do pseudoescorpião *Paratemnoides nidificator* Balzan, 1888 (pseudoscorpiones: atemnidae) em área urbana de Recife, Pernambuco / João Miguel Ribeiro Costa. - Recife, 2022.

45 : il., tab.

Orientador(a): Geraldo Jorge Barbosa de Moura

Cooorientador(a): André Felipe de Araújo Lira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas /Ciências Ambientais - Bacharelado, 2022.

1. Aracnídeos. 2. Artrópodes. 3. Habitat urbano. 4. Ecologia. 5. Pseudoescorpiões. I. Moura, Geraldo Jorge Barbosa de. (Orientação). II. Lira, André Felipe de Araújo. (Coorientação). III. Título.

590 CDD (22.ed.)

JOÃO MIGUEL RIBEIRO COSTA

Aspectos ecológicos do pseudoescorpião *Paratemnoides nidificator* Balzan, 1888 (Pseudoescorpiones: Atemnidae) em área urbana de Recife, Pernambuco

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Aprovada em: _14__/_10__/_2022__

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. GERALDO JORGE BARBOSA DE MOURA (Orientador)
Departamento de Biologia - UFRPE

Profa. Dra. DÉBORA BARBOSA DE LIMA MELO (1° Titular)
Departamento de Zoologia - UFPE

Dr. FÁBIO CORREIA COSTA (2 ° Titular)
Departamento de Zoologia - UFPE

Dr. EDER SILVA BARBIER (Suplente)
Departamento de Zoologia - UFPE

Recife
2022

Dedico esse trabalho aos meus pais, Carlos José e Beatriz Maria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de todo coração o esforço dos meus pais, Carlos José e Beatriz Maria, ao me educarem e por terem possibilitado toda a base que me permitiu chegar até aqui. Sou muito grato também ao meu irmão, que como um verdadeiro melhor amigo sempre me incentivou a continuar lutando. Eterna gratidão a minha família, que sempre me apoiaram e me deram forças para seguir em frente com o meu sonho.

Agradeço a minha namorada, Mariane Barbosa, que me deu forças e apoio, sempre me incentivando nos meus desejos e sonhos, um verdadeiro exemplo de força de vontade e companheirismo. No final de tudo, você foi a minha alegria em meio às inseguranças.

Sou muito grato aos meus amigos de graduação, especialmente Maykon Vinicius (Big Maykon), Vinicius Buregio (Buregim) e Plínio Penaforte (Dio). Vocês foram verdadeiros parceiros desde a primeira vez que pisei no CB, naquela aula inaugural. Foi um prazer passar por todos os perrengues ao lado de vocês meus amigos, guardarei para sempre essas memórias.

Agradeço ao meu orientador professor Geraldo Jorge Barbosa de Moura por me dar apoio e estrutura para seguir com o meu trabalho. Agradeço em especial ao meu coorientador André Felipe de Araújo Lira, que me proporcionou todo o material e base necessária para o desenvolvimento da pesquisa, além de ser uma fonte de incentivo perante toda dificuldade que nós alunos temos o dom de enxergar.

Agradeço a Universidade Federal de Pernambuco por me proporcionar essa preciosa experiência acadêmica.

“A tarefa de viver é dura, mas fascinante.”

Ariano Suassuna, 2013.

RESUMO

Os pseudoescorpiões são aracnídeos pertencentes a ordem Pseudoescorpiones que apresentam cerca de 4.038 espécies e 473 gêneros descritos. Estes invertebrados, são cosmopolitas e geralmente encontrados sob cascas de árvores, pedras, cavernas, entre outros habitats naturais. Apesar da ampla distribuição geográfica e relativa diversidade, estudos ecológicos com os pseudoescorpiões são escassos principalmente na região Neotropical. Visando preencher essa lacuna no conhecimento, o presente trabalho teve como objetivo analisar os aspectos ecológicos de pseudoescorpiões arborícolas em áreas verdes urbanizadas. As amostragens dos animais foram realizadas durante o mês julho de 2021 na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em árvores suberosas (Tamarineiras, Jambeiros e Jaqueiras) encontradas ao longo do *Campus*. Os pseudoescorpiões foram coletados manualmente em 50 árvores distribuídas na UFPE, onde cada árvore foi checada por 15 minutos por uma dupla de coletores. Adicionalmente, foram obtidos dados referentes ao diâmetro da árvore, altura onde os pseudoescorpiões foram encontrados, bem como a abundância de outros artrópodes. Um total de 690 artrópodes foram coletados, sendo 130 pseudoescorpiões de pertencentes a espécie *Paratemnoides nidificator* (BALZAN, 1888). Os resultados mostraram que a probabilidade de ocorrência dos pseudoescorpiões não foi relacionada com o diâmetro da árvore. Os animais não apresentaram preferência em relação à altura podendo ocorrer de 10 a 180 cm do solo. Com relação aos outros invertebrados, a abundância de formigas afetou negativamente a probabilidade de ocorrência dos pseudoescorpiões. Dois indivíduos de pseudoescorpiões da espécie *Parachernes melanopygus* (BEIER, 1959) foram coletados co-ocorrendo com *P. nidificator*. Por fim, *P. nidificator* mostrou um padrão de distribuição agregado. Os nossos resultados indicam que as interações bióticas, em particular com as formigas modulam a ocorrência de pseudoescorpiões em áreas urbanas.

Palavras-chave: Arachnida, *Paratemnoides*, Ecologia, Abundância, Artrópodes

ABSTRACT

Pseudoscorpions are arachnids belonging to the order Pseudoescorpiones that have about 4,038 species and 473 described genera. These invertebrates are cosmopolitan and usually found under tree bark, rocks, caves, among other natural habitats. Despite the wide geographic distribution and relative diversity, ecological studies with pseudoscorpions are scarce, mainly in the Neotropical region. In order to fill this gap in knowledge, the present work aimed to analyze the ecological aspects of arboreal pseudoscorpions in urbanized green areas. Animal samplings were carried out during July 2021 at the Federal University of Pernambuco (UFPE), in suberose trees (Tamarineiras, Jambeiros and Jaqueiras) found along the Campus. The pseudoscorpions were manually collected in 50 trees distributed in UFPE, where each tree was checked for 15 minutes by a pair of collectors. Additionally, data were obtained regarding tree diameter, height where pseudoscorpions were found, as well as the abundance of other arthropods. A total of 690 arthropods were collected, of which 130 were pseudoscorpions belonging to the *Paratemnoides nidificator* species (BALZAN, 1888). The results showed that the probability of occurrence of pseudoscorpions was not related to the diameter of the tree. The animals showed no preference in relation to height, which may occur from 10 to 180 cm from the ground. Regarding the other invertebrates, the abundance of ants negatively affected the probability of occurrence of pseudoscorpions. Two individuals of pseudoscorpions of the species *Parachernes melanopygus* (BEIER, 1959) were collected co-occurring with *P. nidificator*. Finally, *P. nidificator* showed an aggregated distribution pattern. Our results indicate that biotic interactions, particularly with ants, modulate the occurrence of pseudoscorpions in urban areas.

Keywords: Arachnida, *Paratemnoides*, Ecology, Species richness, arthropods.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Referencial Teórico

FIGURA 1 – Diferença morfológica e de tamanho (segundo escala 20/1 cm) entre um escorpião e um pseudoescorpião. A= Escorpião, *Tityus stigmurus* (KOCH, 1836). B= Pseudoescorpião, *Paratemnoides nidificator* (BALZAN, 1888).....14

FIGURA 2 – Pseudoescorpiões, *Paratemnoides nidificator* (Círculo vermelho) e *Parachernes melanopygus* (Círculo amarelo), vivendo em cascas de árvores.....19

Interações biológicas e não a complexidade do habitat predizem a ocorrência de pseudoescorpiões associados a árvores em ambiente urbano

FIGURA 1 – Número de espécimes de *Paratemnoides nidificator* coletados em árvores de um ambiente urbano no nordeste do Brasil de acordo com três estratos de altura. Os pontos pretos representam a abundância média em cada estrato de altura, e as linhas de intervalo mostram o erro padrão em torno da média: 0,1 m (estrato inferior), 0,9 m (estrato intermediário) e 1,8 m (estrato superior).....38

FIGURA 2 – Proporção de espécimes de *Paratemnoides nidificator* e formigas coletados em árvores de um ambiente urbano no nordeste do Brasil. Os números dentro das barras representam as contagens brutas de cada táxon.....39

FIGURA 3 – Curva de resposta mostrando a probabilidade prevista de ocorrência de *Paratemnoides nidificator* em árvores amostradas no nordeste do Brasil em função da co-ocorrência de abundância de formigas. As probabilidades previstas foram estimadas por modelagem linear mista assumindo uma estrutura de erro binomial e função de ligação cloglog.....39

LISTA DE TABELAS

Interações biológicas e não a complexidade do habitat predizem a ocorrência de pseudoescorpiões associados a árvores em ambiente urbanos

TABELA 1 – Resumo estatístico do modelo linear de efeitos mistos aplicado para estimar a probabilidade predita de *Paratemnoides nidificator* em árvores, em função da abundância de formigas co-ocorrentes e do diâmetro na altura do peito (DAP) das árvores amostradas. As árvores amostradas foram incluídas como um termo aleatório para minimizar os efeitos potenciais da autocorrelação espacial entre os pontos de dados.....37

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 PSEUDOESCORPIÕES.....	14
2.2 <i>PARATEMNOIDES NIDIFICATOR</i> (BALZAN,1888).....	15
2.3 RELAÇÕES ENTRE ARTRÓPODES DE TRONCO.....	18
3. OBJETIVO GERAL.....	23
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
4. HIPÓTESES.....	23
5. REFERÊNCIAS.....	24
6. RESULTADOS.....	30
6.1 INTERAÇÕES BIOLÓGICAS E NÃO A COMPLEXIDADE DO HABITAT PREDIZEM A OCORRÊNCIA DE PSEUDOESCORPIÕES ASSOCIADOS A ÁRVORES EM AMBIENTE URBANOS.....	31
7. CONCLUSÕES.....	45

1. INTRODUÇÃO

A ecologia urbana tem despertado um crescente interesse na comunidade acadêmica, uma vez que as relações dos organismos com os habitats altamente modificados como as cidades são pouco conhecidas. Isso é especificamente verdadeiro para os artrópodes, um grupo com mais de 1 milhão de espécies descritas e distribuídas em todos os ecossistemas. Os pseudoescorpiões são aracnídeos pequenos da ordem que atualmente é denominada de Pseudoescorpiones, sendo geralmente encontrados em pedras, cavernas, sob cascas de árvores, entre outros habitats naturais (Harvey 1992, Weygoldt 1969); esses artrópodes recebem esse nome devido à semelhança morfológica que apresentam com os escorpiões, sendo normalmente predadores naturais de pequenos artrópodes como besouros, drosófilas, pequenas formigas, cupins, entre outros (Harvey 1986, Levi 1953, Weygoldt 1969). A espécie alvo do atual estudo foi o pseudoescorpião *Paratemnoides nidificator* (BALZAN, 1888), uma espécie social e colonial que pode ser encontrada nas cascas de árvores suberosas, escolhida a fim de se entender melhor as relações ecológicas da espécie com o habitat em questão assim como as interações com outros artrópodes.

O presente trabalho buscou estudar os fatores ecológicos que envolvem os pseudoescorpiões associados ao ambiente urbano de Recife (Pernambuco). Para isso, foram realizadas amostragens de campo na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) a fim de coletar os artrópodes que habitam as árvores suberosas (Tamarineiras, Jambeiros e Jaqueiras) do *campus*. O trabalho buscou relacionar a probabilidade de ocorrência de pseudoescorpiões com o diâmetro a altura do peito (DAP) dos troncos das árvores, assim como a existência de outros artrópodes; a preferência dos pseudoescorpiões quanto a altura nos troncos e o padrão de distribuição espacial dos animais pelo campus da UFPE; além disso, também foram analisadas relações antagônicas entre o pseudoescorpião *Paratemnoides nidificator* (BALZAN, 1888) e outros artrópodes e como essas competições interferem na ocorrência desses pseudoescorpiões; a co-ocorrência de *Paratemnoides nidificator* com uma outra espécie de pseudoescorpião conhecida como *Parachernes melanopygus* (BEIER, 1959) também foi registrada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. PSEUDOESCORPIÕES

Os pseudoescorpiões são aracnídeos de pequeno porte (2 - 8 mm) pertencentes a ordem Pseudoescorpiones, sendo normalmente encontrados em pedras, cavernas, sob cascas de árvores, entre outros habitats naturais (HARVEY, 1992; WEYGOLDT, 1969; WEYGOLDT, 1969; ZEH, 1987). Dado o seu tamanho corporal reduzido, a detecção dos pseudoescorpiões na natureza é dificultada, além disso estes animais têm facilidade em se esconder no seu habitat. Os pseudoescorpiões recebem esse nome devido à semelhança morfológica que apresentam com os escorpiões (FIGURA 1), contudo, diferem destes pela ausência do metassoma em forma de 'cauda' com um télson na sua porção terminal (BALZAN, 1888). Estes aracnídeos são normalmente predadores naturais de pequenos artrópodes, como besouros, drosófilas, pequenas formigas, cupins, entre outros (HARVEY, 1986; LEVI, 1953; WEYGOLDT, 1969). Dessa forma, os pseudoescorpiões podem contribuir ecologicamente com o balanço na disposição de controle biológico no habitat em que estão inseridos, sendo potenciais bioindicadores de desequilíbrio ambiental (VARGAS, 2019).

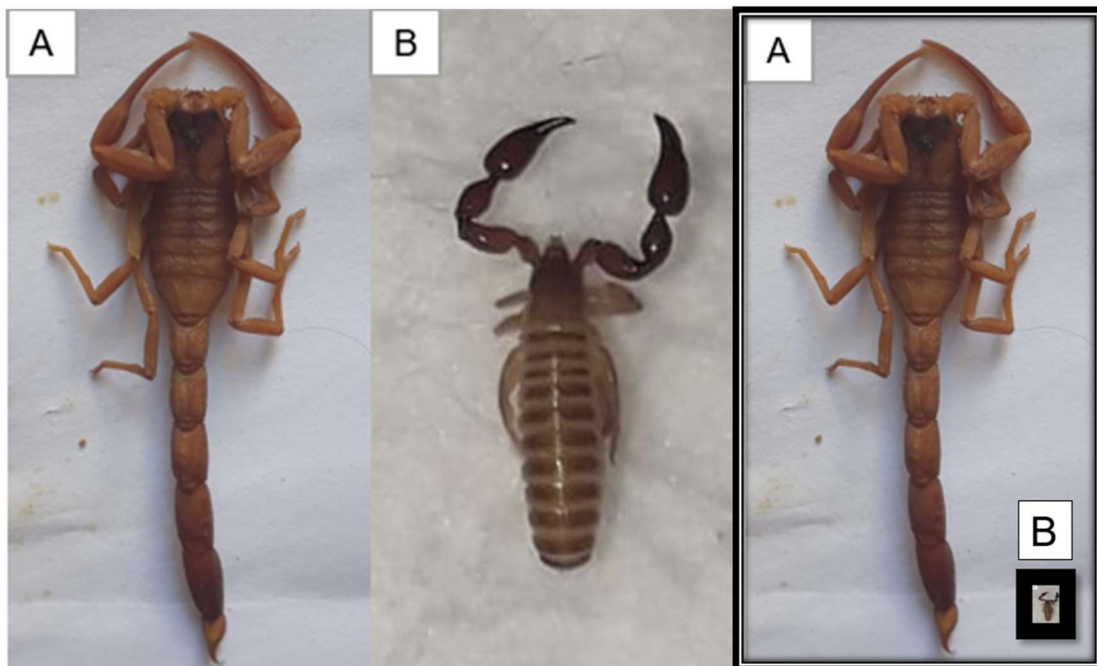


Figura 1. Diferença morfológica e de tamanho (segundo escala 20/1 cm) entre um escorpião e um pseudoescorpião. A= Escorpião, *Tityus stigmurus* (KOCH, 1836). B= Pseudoescorpião, *Paratemnoides nidificator* (BALZAN, 1888). (Fonte: Acervo pessoal do autor).

Atualmente a ordem dos pseudoescorpiões aloca 4.038 espécies em todo o mundo, 473 gêneros e 27 famílias (WORLD PSEUDOSCORPIONES CATALOG, 2022). Logo, no Brasil são registradas 177 espécies de pseudoescorpiões, distribuídas em 15 famílias. Para o Nordeste brasileiro são identificadas um total de 24 espécies de pseudoescorpiões (WORLD PSEUDOSCORPIONES CATALOG, 2022). De forma geral, os pseudoescorpiões são animais solitários e hostis com os indivíduos de sua espécie e outros artrópodes (TIZO-PEDROSO, 2007), sendo raras as espécies verdadeiramente sociais e mais tolerantes, dentre as espécies que ocorrem nas américas, são registradas duas com este tipo de comportamento social, *Paratemnoides nidificator* (BALZAN, 1888) e *Paratemnus elongatus* (BANKS, 1895).

2.2. *PARATEMNOIDES NIDIFICATOR* (BALZAN, 1888)

Paratemnoides nidificator é uma espécie colonial de pseudoescorpião, em que nos grupos desses aracnídeos é possível observar a existência de cuidado parental tanto por parte do macho como por parte da fêmea. A caça ocorre em grupo, fato que possibilita o generalismo da espécie permitindo a caça de grandes artrópodes (DEL-CLARO; TIZO-PEDROSO, 2009). Além disso, a espécie apresenta divisão de tarefas em suas colônias, dessa forma esses pseudoescorpiões dividem suas atividades em limpeza da colônia, caça e cuidado parental (TIZO-PEDROSO; DEL-CLARO, 2011), esta última não está restrita a apenas um único indivíduo, possuindo, portanto, uma alternância de papéis, que caracteriza um cuidado biparental (DEL-CLARO; TIZO-PEDROSO, 2009). Logo, os comportamentos sociais de *P. nidificator* são muito bem estruturados se comparados com o observado com a maioria dos aracnídeos.

Com isso, mediante o decorrer da evolução, os mecanismos que modulam a capacidade dos predadores de localizar e capturar a sua presa sofreram uma série de adaptações (PIANKA, 2011). Os predadores podem ser classificados em dois tipos principais, os indivíduos que caçam de forma ativa as suas presas e os que se utilizam da estratégia de caça 'senta-e-espera', sendo indivíduos que se posicionam a fim de emboscar suas presas (ALCOCK, 2009; GREENE, 1983; HUEY; PIANKA, 1981). *Paratemnoides nidificator*, baseado na observação de seu sistema de captura de outros artrópodes, é possível concluir que esta espécie busca capturar suas

presas adotando a estratégia “senta-e-espera” (MOURA, 2017), além de se evidenciar uma clara cooperação entre os indivíduos, que caçam em grupo, devido a sua característica social (TIZO-PEDROSO; DEL-CLARO, 2011). *Paratemnoides nidificator* pode se beneficiar da estrutura ambiental a qual estão submetidos, utilizando abrigos naturais, como a abertura das cascas das árvores, que atuam como aliados dessa espécie nas emboscadas contra as presas, além de servir de proteção para estes (FOLSOM; COLLINS, 1984; MANATUNGE; ASAEDA; PRIYADARSHANA, 2000). As colônias que podem possuir até 300 indivíduos, onde o sistema de caça cooperativa foi observado em *P. nidificator* como uma característica social incomum para a maioria das espécies desta ordem (TIZO-PEDROSO; DEL-CLARO, 2005; 2007).

Os pseudoescorpiões da espécie *P. nidificator* apresentam uma variedade alimentar ampla, abrangendo artrópodes de diferentes tamanhos, como formigas, besouros e outros aracnídeos (TIZO-PEDROSO; DEL-CLARO, 2007). Com isso, esses indivíduos podem enfrentar relações antagônicas e de competição com outros artrópodes, fato extremamente relevante para o estudo da ecologia que envolve esses animais. Estudos anteriores indicam que presas grandes, como formigas do gênero *Camponotus*, costumam ficar presas sob a casca das árvores, o que facilita a alimentação desses pseudoescorpiões (MOURA, 2017; MAYR, 1861). Logo há uma clara relação ecológica envolvendo formigas que habitam o mesmo sistema ambiental de *P. nidificator*. Predadores que se utilizam de um sistema de caça de emboscada normalmente estão bem adaptados para a captura de presas maiores, como é o caso dessas formigas, ao contrário do que é observado em predadores que predam presas pequenas, os quais tem a tendência de perseguir ativamente estas presas menores (BARNARD, 2004; GRIFFITHS, 1980; O'BRIEN; BROWMAN; EVANS, 1990). Por conseguinte, é possível concluir que *P. nidificator* está envolvido na captura de artrópodes grandes, por outro lado, devido ao seu tamanho pequeno, podem ser consideravelmente predados ou enfrentar competição por parte indivíduos especializados na caça de pequenos artrópodes. A percepção e perseguição contra outros artrópodes não é uma especialidade de *P. nidificator*, uma vez que essas ações por parte da espécie duram pouquíssimo tempo, enquanto os ataques e tentativas de imobilização são investidas mais características e demoradas da espécie (TIZO-PEDROSO; DEL-CLARO, 2018). Baseado nisso, é

possível elaborar a hipótese de que artrópodes menores, mais ágeis e em maiores números que estes pseudoescorpiões podem se apresentar como potenciais competidores dessa espécie. Além disso, não só as formigas se apresentam como potenciais competidoras, um estudo mostrou que uma outra espécie de pseudoescorpião pode ser encontrada convivendo com *P. nidificator* em suas colônias e atuando como parasita, espécie esta conhecida como *Parachernes melanopygus* (BEIER, 1959) (TIZO-PEDROSO; DEL-CLARO, 2013).

Sabe-se que o tamanho das presas capturadas é de fundamental importância para o incentivo da caça por parte dos predadores, uma vez que presas maiores são capazes de fornecer maiores quantidades de energia ao predador (HARPER & Blake, 1988; KRIVAN, 1996; BRECHBÜHL et al., 2011; MOURA, 2017). Porém, proporcionalmente ao seu tamanho, presas maiores podem infligir maiores danos em predadores (FORBES, 1989; DIETL, 2003; RUTTEN et al., 2006). Todavia, presas menores são mais vulneráveis e de fácil abate, no entanto proporcionando menores quantidades de energia (CHEN & JIANG 2006; FOSSETTE et al., 2011). Com isso, a captura de presas menores por si só pode não ser suficiente para sustentar grandes colônias de predadores sociais como *P. nidificator*. Estudos revelam, que determinada abundância de insetos grandes é necessária para que grandes colônias de arcnídeos, como aranhas se mantenham energeticamente viáveis (AVILÉS et al., 2007; POWERS & AVILÉS 2007; PURCELL, 2011). As formigas do gênero *Camponotus* é um exemplo dessa relação alimentar, uma vez que representam o maior gênero de formigas, com mais de mil espécies (BACCARRO et al., 2016), sendo um gênero composto normalmente por formigas grandes que fazem parte da composição alimentar de muitos artrópodes. Além disso, as formigas do gênero *Camponotus* são conhecidas por serem onívoras e causar danos a apiários (BACCARO et al., 2015); estudos relacionaram uma seletividade alimentar por parte dos pseudoescorpiões *P. nidificator* negativa quanto à caça de formigas desse gênero (GARCIA et al., 2016). Porém, existem registros que confirmam a busca de insetos maiores por *P. nidificator*, como é o caso de formigas do gênero *Acromyrmex* (MAYR, 1865) que são predadas pelos pseudoescorpiões dessa espécie (GARCIA et al., 2016). A preferência de pseudoescorpiões pelo tamanho de presas é evidente, uma vez que costumam caçar indivíduos 50% menores que o comprimento do corpo de um adulto o

(JOHNSON; WELLINGTON, 1980); esse fato também se aplica a *P. nidificator*, uma vez que há registros comprovando que essa espécie frequentemente está envolvida na captura de presas cerca de quatro vezes menores que o seu tamanho (TIZO-PEDROSO; DEL-CLARO, 2007). Logo, é possível concluir que a característica social e o número de indivíduos nas colônias *P. nidificator* é um fator determinante no sucesso da captura de presas menores.

Há uma premissa de que predadores de emboscada, como é o caso de *P. nidificator*, possam se beneficiar do habitat no qual estejam inseridos, especialmente em ambientes espaçados, uma vez que ambientes com muitos obstáculos possam dificultar a detecção e obtenção das presas (FOLSOM & COLLINS, 1984; MANATUNGE et al. 2000). Logo, em ambientes como cascas de árvores, as fretas da madeira são utilizadas por *P. nidificator* como mecanismo de emboscada de presas, sendo, no entanto, pouco eficiente na captura completa de presas grandes, ficando restrita aos apêndices. O tamanho da abertura das cascas também é uma variável na captura de presas, especialmente as menores ou do mesmo tamanho do pseudoescorpião, pois *P. nidificator* pode utilizar as aberturas para prender as presas e manter uma posição de segurança contra o ataque das presas (MOURA, 2017).

O aumento na abundância de *Paratemnoides nidificator* está intimamente relacionado com a abertura de frestas nas árvores, pois esse habitat fornece uma proteção não só contra as presas maiores e perigosas para a espécie, como também outros predadores, os hábitos de caça fora das cascas das árvores são incomuns e uma desvantagem para esse pseudoescorpião (TIZO-PEDROSO; DEL-CLARO, 2007). A exemplo dessa relação desvantajosa de caça, tem-se as formigas do gênero *Camponotus*, que são grandes e perfeitamente capazes de mutilar os pseudoescorpiões caso estejam desprotegidos (MOURA, 2017). Além das cascas das árvores, também existe relação entre a abundância de *P. nidificator* com a altura das árvores, assim como com o diâmetro dos troncos (TIZO-PEDROSO; DEL-CLARO, 2007).

2.3. RELAÇÕES ENTRE ARTRÓPODES DE TRONCO

Muitos estudos evidenciam as relações entre a diversidade de árvores e a estruturação habitacional do tronco com a sobrevivência de diversas espécies de artrópodes. Os artrópodes que habitam a casca do tronco das árvores (FIGURA 2), por exemplo, podem ser importantes bioindicadores de alterações ambientais associadas a sistemas de colheitas (HALAJ; HALPERN; YI, 2009). Há evidências de que nem todas as regiões das árvores apresentam a mesma diversidade de artrópodes, sendo um fator variável; com isso, a região do tronco tende a apresentar maior diversidade desses invertebrados se comparada as outras regiões das árvores (MÜLLER et al., 2018). Alguns artrópodes, contudo, não estão limitados a apenas o tronco das árvores, sendo encontrados em diversas proporções deste habitat e com grande capacidade de dispersão devido as suas características naturais, esse fato é evidenciado em espécies de formigas que são capazes de forragear tanto no solo quanto nas árvores, além de afetar a sobrevivência de outros artrópodes arborícolas (RIIHIMÄKI et al. 2005; KAITANIEMI et al. 2007). Por conseguinte, as formigas representam um grupo de artrópodes bastante diversificado e que normalmente não está restrito a um único ambiente, fato que facilita a interferência das mesmas em distintos ambientes; sendo um grupo de predador que comumente não apresenta preferência específica quanto as espécies de árvores em um determinado ambiente (MÜLLER et al., 2018).



Figura 2. Pseudoescorpiões, *Paratemnoides nidificator* (Círculo vermelho) e *Parachernes melanopygus* (Círculo amarelo), vivendo em cascas de árvores. (Fonte: Acervo pessoal do autor).

Existem evidências de que a maioria dos artrópodes arborícolas de vegetação tropical são pequenos (JANZEN & SCHOENER, 1968; ERWIN & SCOTT, 1980), fato que confirma a relação existente entre o tamanho reduzido de algumas espécies de aracnídeos com a capacidade de habitar a casca das árvores (HARVEY, 1992; WEYGOLDT, 1969; WEYGOLDT, 1969; ZEH, 1987). Sendo assim, muitos fatores e pressões ambientais podem estar envolvidos na redução do tamanho corporal dessas espécies de artrópodes arbóreos, além de haver estudos que sinalizam a importância do tamanho corporal dessas espécies em seus processos ecológicos (GASTON & LAWTON, 1988). No que diz respeito a abundância de artrópodes, pequenas espécies têm necessidades energéticas mais baixas do que espécies maiores, demandando assim menos recursos, fato que viabiliza maiores taxas de crescimento populacional e habilidade de dispersão por partes de espécies pequenas (GASTON & LAWTON, 1988; LAWTON, 1989). Com isso, estudos sugerem que o tamanho reduzido de muitas espécies de artrópodes está

relacionado com a estrutura fractal das árvores, uma vez que haja mais espaços disponíveis para espécies pequenas (MORSE et al., 1985; LAWTON, 1986), fator este observado em habitats que apresentam artrópodes vivendo sob as cascas dos troncos.

Os troncos das árvores não só constituem um habitat natural por si só, mas também se apresentam como uma área de transição entre as demais áreas da árvore, uma vez que muitas espécies de artrópodes migram pelo tronco até o dossel das árvores (SOUZA. et al., 2007). Há estudos que sugerem uma evidente correlação entre os artrópodes que vivem sob as cascas dos troncos com os fatores ambientais desta área, já que estes artrópodes apresentam sensibilidade às características desse habitat que estão sujeitas à estrutura de ocupação, como o diâmetro das árvores (MARIANI & MANUWAL, 1990; ADAMS & MORRISON, 1993; HANULA et al., 2000), espessura da casca (MARIANI & MANUWAL, 1990; HANULA et al., 2000), e diversidade ou densidade de vegetação de sub-bosque (DUGUAY et al., 2000; COLLINS et al., 2002). Em árvores, o diâmetro do tronco pode constituir uma associação bastante significativa quanto a abundância de artrópodes, vários grupos, principalmente aranhas, apresentam relações de abundância positivas quanto ao diâmetro do tronco das árvores (HALAJ, 2009). Além do diâmetro, o habitat de cascas do tronco pode constituir por si só uma variável, uma vez que em várias espécies de pinheiros, por exemplo, a fauna de artrópodes que habitam as cascas é composta principalmente por aranhas e outros aracnídeos (HANULA & NEW, 1996; HANULA & FRANZREB, 1998; HANULA et al., 2000; COLLINS et al., 2002; HORN & HANULA, 2002). Muitos estudos sugerem que a variabilidade na composição das populações de artrópodes entre as diversas espécies de árvores está relacionada com uma série de variáveis ecológicas, variáveis estas que incluem a rugosidade da casca e suas propriedades térmicas (JACKSON, 1979; NICOLAI, 1986; MARIANI & MANUWAL, 1990; HORN E HANULA, 2002), aparecimento de epífitas nos fustes (toda a medida do tronco da árvore) das árvores (NICOLAI, 1986; STUBBS, 1989; PETTERSSON et al., 1995), assim como presença de estratos que podem servir como fonte de colonização de fustes das árvores (HANULA E FRANZREB, 1998; DUGUAY ET AL., 2000; COLLINS et al., 2002). Os troncos das árvores podem também agir como uma extensão do habitat para determinadas espécies de artrópodes, o que favorece a manutenção da diversidade local (SOUZA,

et al., 2007). Além disso, é possível observar nos troncos maiores quantidades de grupos taxonômicos em relação a serapilheira, consequentemente grande número de pequenos artrópodes encontrados sob as cacas (SOUZA, et al., 2007). Diferentes métodos são úteis para estimativa da densidade de artrópodes que em árvores são utilizados, entre estes um é usado a fim de se estabelecer a relação entre a densidade com o diâmetro à altura do peito (DAP), como por exemplo a relação existente entre abundância de lagartas da espécie *Dendrolimus spectabilis* (BUTLER, 1877) e o diâmetro dos troncos dos pinheiros (KIKUZAWA; FURUNO, 1968). Há evidências que, portanto, apontam que os troncos, especificamente as cascas, não agem apenas como rotas de dispersão para microartrópodes por exemplo, sendo um habitat distinto das extremidades inferiores e superiores (PROCTOR et al., 2002).

A disposição espacial das árvores também é um fator que influencia as populações de artrópodes existentes nas mesmas. Em árvores isoladas por exemplo, aranhas com tática de caça do tipo raptora são comumente encontradas (OZANNE, 2000). Dessa forma, pesquisas indicam que em árvores isoladas a abundância de artrópodes da ordem Araneae normalmente é superior a outros predadores, sendo o grupo predador dominante (ROOT, 1973; MORAN & SOUTHWOOD, 1982). Em contrapartida, de maneira geral as árvores isoladas tendem a apresentar uma abundância de predadores menor e maior abundância de herbívoros (FAETH; SIMBERLOFF, 1981).

3. OBJETIVO GERAL

Estudar os aspectos ecológicos de pseudoescorpiões da espécie *Paratemnoides nidificator* cabe aqui o nome do autor e ano, associados a troncos suberosos em área urbana.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a relação entre a abundância dos pseudoescorpiões e o diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores, assim como a abundância de outros artrópodes;
- Identificar se há preferência desses aracnídeos em relação à altura nas árvores;
- Analisar se haverá padrão de distribuição espacial agregado dos pseudoescorpiões;
- Investigar se haverá antagonismo entre os pseudoescorpiões com outros artrópodes e se isto afeta a ocorrência de *Paratemnoides nidificator*;
- Registrar a co-ocorrência entre os pseudoescorpiões *Paratemnoides nidificator* e *Parachernes melanopygus*.

4. HIPÓTESES

- 4.1 Haverá relação entre a abundância dos pseudoescorpiões com o diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores.
- 4.2 Os pseudoescorpiões apresentarão preferências em relação à altura nas árvores.
- 4.3 Haverá padrão de distribuição espacial agregado dos pseudoescorpiões.
- 4.4 Haverá antagonismo entre *Paratemnoides nidificator* com outros artrópodes e sua ocorrência será, portanto, afetada.
- 4.5 Os pseudoescorpiões da espécie *Paratemnoides nidificator* irão co-ocorrer com os pseudoescorpiões da espécie *Parachernes melanopygus*.

5. REFERÊNCIAS

- ADAMS, E.M.; MORRISON, M.L., 1993. Effects of forest stand structure and composition on red-breasted nuthatches and brown creepers. **Journal of Wildlife Management** 57, 616–629.
- AVILÉS, L. et al. 2007. Altitudinal patterns of spider sociality and the biology of a new midelevation social *Anelosimus* species in Ecuador. **Am. Nat.** 170:783–792.
- BARNARD, C. J., 2004. Animal behavior: mechanism, development, function, and evolution. **New Jersey: Pearson Education**, 756 p.
- BACCARO, F. et al. 2015. **Guia para os gêneros de Formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA. P. 178.
- BRECHBÜHL, R.; CASAS, J.; BACHER, S., 2011. Diet choice of a predator in the wild: overabundance of prey and missed opportunities along the prey capture sequence. **Ecosphere** 2:1–15.
- COLLINS, C.S.; CONNER, R.N.; SAENZ, D., 2002. Influence of hardwood midstory and pine species on pine bole arthropods. **Forest Ecology and Management** 164, 211–220.
- CHEN, X.; Jiang, Y. 2006. Diet of Chinese skink, *Eumeces chinensis*: is prey size important? **Integr. Zool.** 1:59–66.
- DIETL, G.P. 2003. Coevolution of a marine gastropod predator and its dangerous bivalve prey. **Biol. J. Linn. Soc.** 80:409–436.
- DUGUAY, J.P.; WOOD, P.B.; MILLER, G.W., 2000. Effects of timber harvests on invertebrate biomass and avian nest success. **Wildlife Society Bulletin** 28, 1123–1131.
- ERWIN, T.L.; SCOTT, J.C., 1980. Seasonal and size patterns, trophic structure and richness of Coleoptera in the tropical arboreal ecosystem: the fauna of the tree *Luehea seemannii* Triaha and Planch in the Canal Zone of Panama. **Coleopterists Bulletin**, 34, 305–322.
- FORBES, L.S., 1989. Prey defences and predator handling behaviour: the dangerous prey hypothesis. **Oikos**:155–158.

- FAETH, S.H.; SIMBERLOFF, D., 1981. Experimental isolation of oak host plants: effects on mortality survivorship and abundance of leaf-mining insects. **Ecology** 62, 293–310.
- FOSSETTE, S. et al. 2011. Does prey size matter? Novel observations of feeding in the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) allow a test of predator–prey size relationships. **Biol. Lett.** rsbl20110965.
- FOLSOM, T. C.; COLLINS, N. C., 1984. The diet and foraging behavior of the larval dragonfly *Anax junius* (Aeshnidae), with an assessment of the role of refuges and prey activity. **Oikos**, p. 105–113.
- GREENE, C. H., 1983. Selective predation in freshwater zooplankton communities. **Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie**, v. 68, n. 3, p. 297–315.
- GRIFFITHS, D., 1980. Foraging costs and relative prey size. **The American Naturalist**, v. 116, n. 5, p. 743–752.
- GASTON, K.J.; LAWTON, J.H., 1988. Patterns in body size, population dynamics, and regional distribution of bracken herbivores. **The American Naturalist**, 132. 662 - 680.
- GARCIA, L. et al. 2016. Diet composition and prey selectivity of Colombian populations of a social pseudoscorpion. **Insect. Soc.** DOI 10.1007/s00040-016-0505-Z.
- HANULA, J.L., NEW, K.C.P., 1996. A trap for capturing arthropods crawling up tree boles. **USDA Forest Service Research Note SRS-3, USDA Forest Service, Southern Research Station, Ashville, NC**, p. 8.
- HANULA, J.L., FRANZREB, K., 1998. Source, distribution and abundance of macroarthropods on the bark of longleaf pine: potential prey of the red-cockaded woodpecker. **Forest Ecology and Management** 102, 89–102.
- HANULA, J.L.; FRANZREB, K.E.; PEPPER, W.D., 2000. Longleaf pine characteristics associated with arthropods available for red-cockaded woodpeckers. **Journal of Wildlife Management** 64, 60–70.

HALAJ, J.; HALPERN, C. B.; YI, H., 2009. Effects of green-tree retention on abundance and guild composition of corticolous arthropods. **Forest Ecology and Management** 258, 850–859.

HARVEY, M.S. 1986. The systematics and biology of pseudoscorpions. In: **Austin AD, Heather NW (eds) Australian arachnology. Australian entomological society, Brisbane**, pp 75–85.

HARVEY, M.S. 1992. Catalogue of the Pseudoscorpionida. **Manchester University Press, Manchester**.

HUEY, R. B.; PIANKA, E.R., 1981 Ecological consequences of foraging mode. **Ecology**, v. 62, n. 4, p. 991–999.

HORN, S., HANULA, J.L., 2002. Comparison of arthropod prey of red-cockaded woodpeckers on the boles of longleaf and loblolly pines. **Wildlife Society Bulletin** 30, 131–138.

JANZEN, D.H.; SCHOENER, T.W. ,1968. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. **Ecology**, 49, 96- 110.

JOHNSON, D. L.; WELLINGTON, W.G., 1980. Predation of *Apochthonius minimus* (Pseudoscorpionida, Chthoniidae) on *Folsomia candida* (Collembola, Isotomidae).1. Predation rate and size selection. **Res Popul Ecol** 22:339–352.

JACKSON, J.A., 1979. Tree surfaces as foraging substrates for insectivorous birds. In: **Dickson, J.G., Connor, R.N., Fleet, R.R., Jackson, J.A., Kroll, J.C. (Eds.), The Role of Insectivorous Birds in Forest Ecosystems. Academic Press, New York**, pp. 69–93.

KIKUZAWA, K., FURUNO, T., 1968. The estimation of population density of the pine caterpillar, *Dendrolimus spectabilis* Butler. **Bull. Kyoto Univ. For.** 40, 7–15.

KAITANIEMI, P. et al. 2007. Experimental evidence for associational resistance against the European pine sawfly in mixed tree stands. **Silva Fenn.** 41: 259268.

LEVI, H.W., 1953. Observations on two species of pseudoscorpions. **Canadian Entomologist** 85:55-62.

LAWTON, J.H., 1986. Surface availability and insect community structure: the effects of architecture and fractal dimension of plants. *Insects and the Plant Surface* (ed. by B. Juniper and T. R. E. Southwood), pp. 317-331. **Edward Arnold, London.**

LAWTON, J.H., 1989. What is the relationship between population density and body size in animals? **Oikos**, 55, 429-434.

MORSE, D.R. et al. 1985. Fractal dimension of vegetation and the distribution of arthropod body lengths. **Nature**, 314, 731-732.

Mayr, G. 1861. Die europäischen Formiciden. Nach der analytischen Methode bearbeitet. **Viena: C. Gerolds Sohn**, 80 pp.

MARIANI, J.M.; MANUWAL, D.A., 1990. Factors influencing brown creeper (*Certhia americana*) abundance patterns in the southern Washington Cascade Range. **Studies in Avian Biology** 13, 53–57.

MANATUNGE, J.; ASAEDA, T.; PRIYADARSHANA, T., 2000. The influence of structural complexity on fish–zooplankton interactions: a study using artificial submerged macrophytes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 58, n. 4, p. 425–438.

MÜLLER, M. et al. 2018. Tree genetic diversity increases arthropod diversity in willow short rotation coppice. **Biomass and Bioenergy** 108, 338-344.

MOURA, R., 2017. Estrutura de Habitat e Tamanho da Presa Modulam a Ecologia da Predação de um Pseudoescorpião Social Neotropical. **Universidade Federal de Uberlândia.**

MORAN, V.C.; Southwood, T.R.E., 1982. The guild composition of arthropod communities in trees. **J. Anim. Ecol.** 51, 289–306.

NICOLAI, V., 1986. The bark of trees: thermal properties, microclimate and fauna. **Oecologia** 69, 148–160.

OZANNEA, C.M.P. et al. 2000. Isolated trees and forest patches: Patterns in canopy arthropod abundance and diversity in *Pinus sylvestris* (Scots Pine). **Forest Ecology and Management** 137, 53–63.

O'BRIEN, W. J.; BROWMAN, H. I.; EVANS, B. I. Search strategies of foraging animals. **American Scientist**, v. 78, n. 2, p. 152–160, 1990.

PIANKA, E. R., 2011. Evolutionary ecology. Seventh edition, e-book. 512 p.

PROCTOR, H. C. et al. 2002. Are tree trunks habitats or highways? A comparison of oribatid mite assemblages from hoop-pine bark and litter. **Australian Journal of Entomology** 41, 294–299.

PURCELL, J., 2011. Geographic patterns in the distribution of social systems in terrestrial arthropods. **Biol. Rev.** 86:475–491.

POWERS, K.S.; AVILÉS, L., 2007. The role of prey size and abundance in the geographical distribution of spider sociality. **J. Anim. Ecol.** 76:995–1003.

PETTERSSON, R.B. et al. 1995. Invertebrate communities in boreal forest canopies as influenced by forestry and lichens with implications for passerine birds. **Biological Conservation** 74, 57–63.

RUTTEN, A. L.; OOSTERBEEK K.; ENS, B.J.; VERHULST, S., 2006. Optimal foraging on perilous prey: risk of bill damage reduces optimal prey size in oystercatchers. **Behav. Ecol.** 17:297–302.

RIIHIMÄKI, J. et al. 2005. Testing the enemies hypothesis in Forest stands: the important role of tree species composition. **Oecologia** 142: 9097.

ROOT, R.B., 1973. Organisation of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats; the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecol. Monogr.** 43, 95–124.

STUBBS, C.S., 1989. Patterns of distribution and abundance of corticolous lichens and their invertebrate associates on *Quercus rubra* in Maine. **Bryologist** 92, 453–460.

SOUZA, C. M. et al. 2007. Artrópodes associados à serapilheira e troncos de árvores suberosas em uma área de cerrado em uberlândia, mg. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237399895>

TIZO-PEDROSO, E.; DEL-CLARO, K., 2005. Matriphagy in the neotropical pseudoscorpion *Paratemnoides nidificator* (Balzan 1888) (Atmenidae). **Journal of Arachnology**, v. 33, n. Balzan 1888, p. 873–877.

TIZO-PEDROSO, E.; DEL-CLARO, K., 2007. Cooperation in the neotropical pseudoscorpion, *Paratemnoides nidificator* (Balzan, 1888): feeding and dispersal behavior. **Insectes Soc** 54:124–131.

TIZO-PEDROSO, E.; DEL-CLARO, K., 2009. Ecological and evolutionary pathways of social behavior in Pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones). **Acta Ethol** 12:13–22.

TIZO-PEDROSO, E.; DEL-CLARO, K., 2011. Is there division of labor in cooperative pseudoscorpions? An analysis of the behavioral repertoire of a tropical species. **Ethology**, v. 117, n. 6, p. 498–507.

TIZO-PEDROSO, E.; DEL-CLARO, K., 2013. Social parasitism: emergence of the cuckoo strategy between pseudoscorpions. **Behavioral Ecology**, 25(2), 335–343. doi:10.1093/beheco/art114

TIZO-PEDROSO, E.; DEL-CLARO, K., 2018. Capture of large prey and feeding priority in the cooperative pseudoscorpion *Paratemnoides nidificator*. **Acta Ethol** 21:109–117 doi: 10.1007/s10211-018-0288-5.

VARGAS, R. J. 2019. Controle estatístico de processo para avaliação de bioindicadores do solo submetido à irrigação com efluente industrial tratado de abatedouro de aves. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4451/1/bioindicadoressoloirrigacaoefluente.pdf>

WEYGOLDT, P., 1969. The biology of pseudoscorpions. Cambridge Mass. **Harvard Univ. Press**, 145pp.

World Pseudoscorpiones Catalog (2022). World Pseudoscorpiones Catalog. **Natural History Museum Bern**. Disponível em: <http://wac.nmbe.ch>.

ZEH, D.W., 1987. Aggression, density and sexual dimorphism in chernetid pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpionida). **Evolution**, 41 (5): 1072–1087.

Os resultados do presente trabalho serão apresentados na forma de um manuscrito a ser submetido ao periódico científico *Journal of Tropical Ecology*

Interações biológicas e não complexidade do habitat predizem a ocorrência de pseudoescorpiões associados a árvores em ambiente urbano

João M.R. Costa^{1*}; Geraldo J.B. Moura²; André F. A. Lira²

¹Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235 -Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-901

²Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900

** E-mail of corresponding author: Joao.miguelcosta@ufpe.br*

Resumo

O processo de urbanização, muitas vezes configura um ambiente diferente do natural, configurando mudanças no habitat e nas interações biológicas da fauna. No presente trabalho, foram estudados os aspectos ecológicos do pseudoescorpião *Paratemnoides nidificator* (Balzan, 1888) associados às árvores no contexto do ambiente urbano, analisando assim a relação com a complexidade ambiental e interações com outros artrópodes. Os animais foram coletados manualmente mediante uma divisão das alturas (10cm a 180cm) dos troncos por 15 minutos de coleta em cada árvore no município de Recife, estado de Pernambuco, Brasil; tanto a altura quanto o diâmetro dos troncos das árvores foram medido utilizando uma trena. Os pseudoescorpiões e as formigas foram armazenados e identificados no Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram coletados um total de 132 pseudoescorpiões representados por duas espécies, *P. nidificator* e *Parachernes melanopygus* (Beier, 1959), dos 690 artrópodes coletados, 81% foram representados por formigas. Os resultados mostraram que a probabilidade de ocorrência dos pseudoescorpiões não foi relacionada com o diâmetro da árvore. Os animais mostraram uma falta de preferência em relação à altura pode ocorrer de 10 a 180 cm do solo. Contudo, a abundância de formigas afetou negativamente a probabilidade de ocorrência dos pseudoescorpiões. Nossos resultados indicam que a ocorrência de *P. nidificator* é explicada pela abundância das formigas da espécie *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802) e *Azteca* Sp (Forel, 1878), sendo as interações biológicas entre esses artrópodes o principal fator para ocorrência desses pseudoescorpiões nas árvores do ambiente urbano.

Palavras-chave: Formigas, ecologia urbana, *Paratemnoides nidificator*, relações antagônicas.

Introdução

O processo de crescimento da população e expansão urbana ocasionam várias transformações, gerando impactos no meio ambiente que são constantemente intensificados pelas mudanças no espaço, o que por conseguinte um desequilíbrio na natureza (Feitosa et al. 2011). Com isso, o crescimento populacional da humanidade tem causado mudanças nas paisagens naturais (Forman e Godron 1986), mudanças estas que podem interferir individual ou coletivamente, em diferentes escalas espaciais e em grupos distintos de organismos (Uchida et al. 2007). Dessa forma, a transformação do meio ambiente por parte da urbanização de fato leva a sérias alterações ambientais (Silva e Travassos 2008).

Uma alternativa capaz de amenizar os impactos ambientais causados pelo avanço da urbanização é a criação de áreas verdes, que são capazes de cumprir funções ecológico-ambientais, estéticas e de lazer (Cavalheiro et al. 1999). As áreas verdes são de fundamental importância nos ambientes urbanos, pois proporcionam serviços ecossistêmicos para a sociedade (Tratalos et al. 2007), como a filtragem do ar, regulação do microclima, redução de ruídos, drenagem de águas pluviais, tratamento de esgoto e valores recreativos/culturais, além da estabilização superficial através da fixação das raízes no solo (Bolund e Hunhammar 1999; Matias e Caporusso 2008). As plantas presentes nos espaços verdes são capazes de melhorar o conforto do meio ambiente tanto interna quanto externamente, fornecendo muitos benefícios como o armazenamento do carbono, redução da poluição do ar e proteção do habitat da biodiversidade urbana (Xiao et al. 2018).

As áreas verdes são de grande importância para a fauna, pois muitas espécies que sobrevivem em ambiente urbano, apresentando muitas vezes distribuição reduzida, causada, por exemplo, pela disponibilidade de recursos (Mckinney 2002). Os artrópodes são exemplos de animais que sobrevivem em áreas urbanas, capazes de resistir às ações humanas (Youngsteadt et al. 2014). Em ambientes urbanos, alguns artrópodes como abelhas por exemplo, apresentam alta diversidade em pontos verdes, fato que contribui com a preservação de polinizadores nessas regiões (Rahimi, et al. 2022).

Estudos prévios indicam que as áreas verdes são de extrema importância para artrópodes arborícolas, pois as árvores urbanas localizadas nessas regiões servem de abrigo para espécies de formigas e outros artrópodes (Yasuda e Koike

2009, Uno et al. 2010, Guénard et al. 2015, Ossola et al. 2015, Vonshak e Gordon 2015). Um forte grupo de artrópodes associados a esse tipo de ambiente, são os pseudoescorpiões, pois eles realizam interações com outros artrópodes que transitam pelos troncos das árvores, se alimentando de espécies de formigas por exemplo (Moura 2017). Um outro exemplo de interação evidenciada por parte dos pseudoescorpiões em áreas associadas a vegetação, é a capacidade de dispersão desses aracnídeos ao se ligarem ao corpo de outros artrópodes, atingindo assim maiores áreas (Lira e Tizo-Pedroso 2017). Portanto, o presente trabalho teve como objetivo investigar os aspectos ecológicos de pseudoescorpiões associados a árvores em áreas urbanas. Dessa forma, foram elaboradas e testadas as hipóteses: I) haverá relação entre a abundância dos pseudoescorpiões com o diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores; II) esses aracnídeos apresentarão preferências em relação à altura nas árvores; III) haverá padrão de distribuição espacial agregado por parte dos pseudoescorpiões; IV) haverá antagonismo entre *Paratemnoides nidificator* com outros artrópodes e sua ocorrência será, portanto, afetada; V) os pseudoescorpiões da espécie *Paratemnoides nidificator* irão co-ocorrer com os pseudoescorpiões da espécie *Parachernes melanopygus*.

Metodologia

Área de estudo

A coleta dos animais foi realizada no *campus* da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), (8°03'01" S e 34°57'03" O) em julho de 2021, no município de Recife, Brasil. O clima da região é o tropical litorâneo ou tropical úmido, com uma média elevada de índices pluviométricos de aproximadamente 2074,7 milímetros por ano e com uma temperatura que varia de 21 a 29°C (APAC, 2021).

Amostragem dos pseudoescorpiões

Os artrópodes foram coletados em 50 árvores de tronco suberoso (jambeiros, tamarineiras e jaqueiras) distribuídas ao longo do *campus* e escolhidas aleatoriamente, árvores estas com estrutura de casca propícias à ocorrência dos pseudoescorpiões. Os artrópodes foram coletados manualmente com pinça, durante um período de 15 minutos por uma dupla de coletores. Após a visualização dos pseudoescorpiões a altura em relação ao solo foi mensurada utilizando uma trena para medição. Por fim, para a obtenção do padrão de distribuição, cada árvore foi

georreferenciada através de um aparelho de GPS digital e foram feitas medições do diâmetro a altura do peito (DAP).

Os indivíduos capturados foram armazenados em frascos de eppendorf contendo 1 ml de álcool 70%. Em seguida, foram levados ao Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos da Universidade Federal Rural de Pernambuco para posterior identificação ao menor nível taxonômico possível. As formigas foram identificadas através da chave de identificação (Baccaro et al, 2016), os pseudoescorpiões foram identificados pelo especialista Dr. André Felipe de Araújo Lira da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Após a análise, os pseudoescorpiões foram depositados na coleção aracnológica da Universidade Estadual de Goiás (UEG) e as formigas depositadas na coleção entomológica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Análise de dados

A relação entre a abundância de pseudoescorpiões e a altura onde os animais foram amostrados foi analisada através do teste de Kruskal-Wallis (Kruskal e Wallis, 1952). Esta análise foi escolhida por causa da falta de normalidade apresentada pelo dataset (0.1 m: $W = 0.463$, $P < 0.01$; 0.9 m: $W = 0.521$, $P < 0.01$; 1.8 m: $W = 0.432$, $P < 0.01$), embora a variância tenha sido similar entre eles (Levene: $F = 0.029$, $df = 2$, $P = 0.972$). A força da relação entre os pseudoescorpiões e a altura foi analisada através do coeficiente de associação phi de Pearson (Φ) (Tichý e Chytrý 2006; De Cáceres e Legendre 2009) através de 1000 permutações e controlada pelas diferenças no número de amostras em cada altura (Tichý e Chytrý 2006). A co-ocorrência entre os pseudoescorpiões e os demais artrópodes foi inicialmente analisada através um teste de Fischer. A posteriori, foi realizado um modelo linear generalizado misto para prever a probabilidade de ocorrência dos pseudoescorpiões em relação a abundância dos demais artrópodes. Para verificar o padrão de distribuição espacial dos pseudoescorpiões foi analisado através do índice de agregação de Cox (Neumann e Starlinger, 2001). De acordo com esse índice, valores = 1 representam uma distribuição aleatória, menores do que 1 uma distribuição uniforme e maiores distribuição agregada. Todas as análises foram feitas no software R (R Core Team 2022).

Resultados

No total foram coletados 690 artrópodes associados a troncos no *campus* da UFPE, destes 19% corresponderam aos pseudoescorpiões ($n = 132$), o restante foi representado por formigas (81%). Dentre os pseudoescorpiões (98%) foram identificados como *Paratemnoides nidificator* (Balzan, 1888), enquanto as formigas foram divididas em 14 morfoespécies, com (70,17%) correspondendo as espécies *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802) e *Azteca* sp. (Forel, 1878). Além disso, foram coletados dois indivíduos de pseudoescorpiões identificados como *Parachernes melanopygus* (Beier, 1959), porém devido ao seu baixo número de amostra, não foram incluídos nas análises estatísticas. A abundância de *P. nidificator* em cada árvore amostrada variou de 0 a 31 indivíduos ($2,60 \pm 5,99$ indivíduos), enquanto o número de formigas encontradas variou de 0 a 21 ($11,20 \pm 6,23$ indivíduos). O número de *P. nidificator* encontrado no estrato de altura intermediária (0,9 m) foi ligeiramente maior ($n = 46$) do que o número de espécimes coletados nos estratos mais baixo (0,1 m) e mais alto (1,8 m) ($n = 44$ e 40 , respectivamente). As formigas foram predominantemente encontradas no estrato mais baixo ($n = 237$), seguido pelos estratos intermediário ($n = 165$) e superior ($n = 158$). Não foram encontradas diferenças estatísticas na abundância de *P. nidificator* entre os estratos de altura ($\chi^2 = 0,520$, $df = 2$, $P = 0,771$, Figura 1). As análises das espécies indicadoras sugeriram uma associação positiva fraca de *P. nidificator* com o estrato intermediário ($\Phi = 0,068$) e associações negativas fracas com os estratos inferior ($\Phi = -0,037$) e superior ($\Phi = -0,031$). No entanto, as mesmas análises indicaram que a frequência de *P. nidificator* em cada estrato de altura não diferiu do que seria esperado ao acaso ($P = 0,994$). Uma relação antagônica entre *P. nidificator* e abundância de formigas pode ser observada (Figura 2), uma vez que em maior abundância de formigas, foi registrado um número de indivíduos significativamente baixo de *P. nidificator*. Este dado foi estatisticamente apoiado pelo teste exato de Fischer (odds ratio = 0,036, $P < 0,01$). Além disso, a probabilidade de encontrar *P. nidificator* foi afetada negativamente pela abundância de formigas, conforme indicado pela curva de resposta (Figura 3) do modelo misto linear generalizado (Tabela 1). Esse modelo também sugeriu que o diâmetro à altura do peito não afetou a probabilidade de ocorrência de *P. nidificator* (Tabela 1); nenhum problema relacionado às suposições do modelo (por exemplo, normalidade dos

resíduos) foi relatado durante o procedimento de diagnóstico residual (Figura 1). Finalmente, o índice de aglomeração de Cox indicou uma distribuição espacial aglomerada de *P. nidificator* na área estudada, e este fator não foi afetado pela resolução celular das grades espaciais (CCI100m2 = 9.491, CCI200m2 = 10.632, CCI300m2 = 9.383).

Tabela 1. Resumo estatístico do modelo linear de efeitos mistos aplicado para estimar a probabilidade predita de *Paratemnoides nidificator* em árvores, em função da abundância de formigas co-ocorrentes e do diâmetro na altura do peito (DAP) das árvores amostradas. As árvores amostradas foram incluídas como um termo aleatório para minimizar os efeitos potenciais da autocorrelação espacial entre os pontos de dados.

Efeitos fixos	Estimativa	Erro padrão	z	P
Intercepto	2.427	1.166	2.082	0.037
Diâmetro a altura do peito	0.001	0.010	0.058	0.954
Abundância de formigas	-3.242	1.098	-2.953	0.003

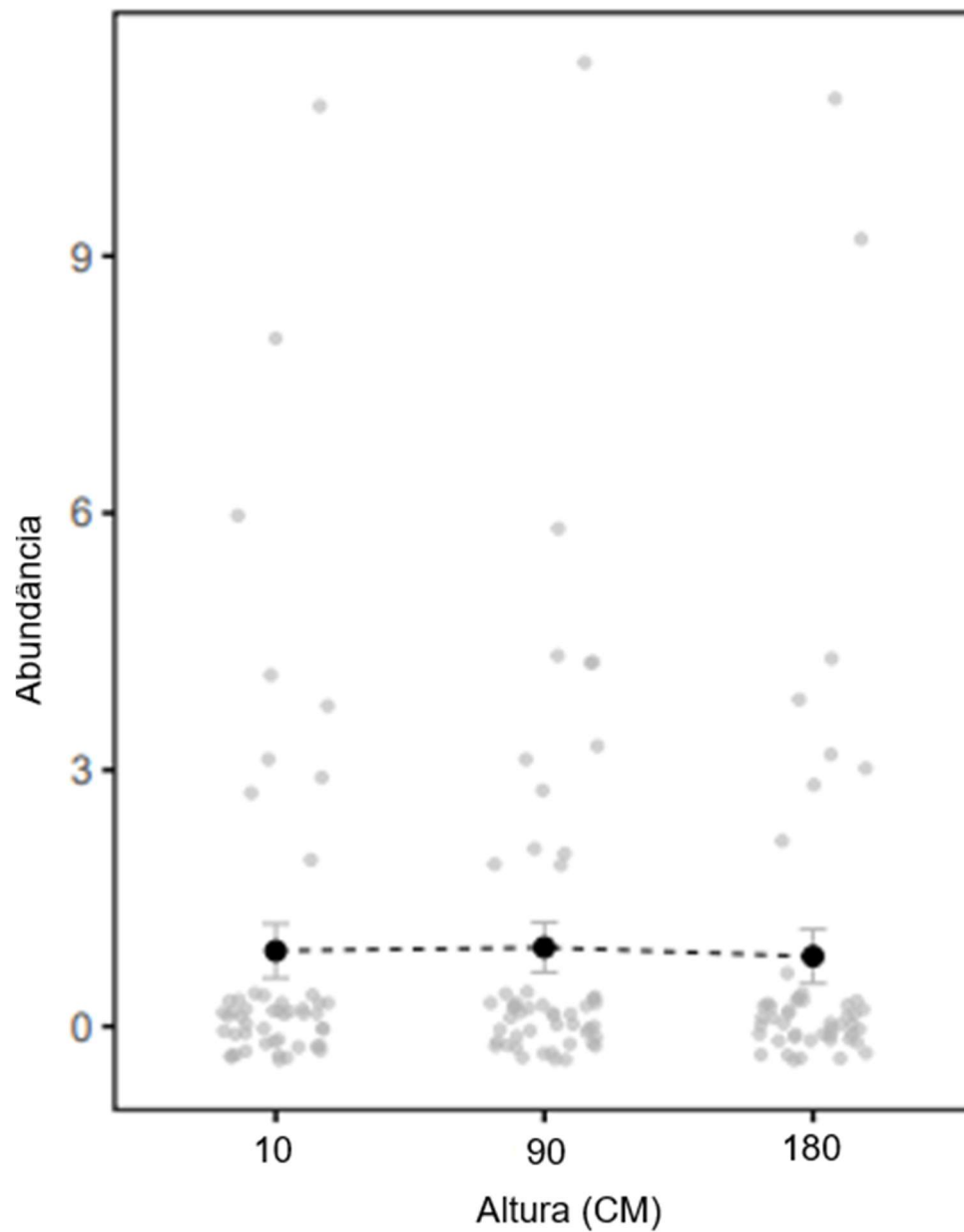


Figura 1. Número de espécimes de *Paratemnoides nidificator* coletados em árvores de um ambiente urbano no nordeste do Brasil de acordo com três estratos de altura. Os pontos pretos representam a abundância média em cada estrato de altura, e as linhas de intervalo mostram o erro padrão em torno da média: 10 cm (estrato inferior), 90 cm (estrato intermediário) e 180 cm (estrato superior). (Fonte: Acervo pessoal do autor).

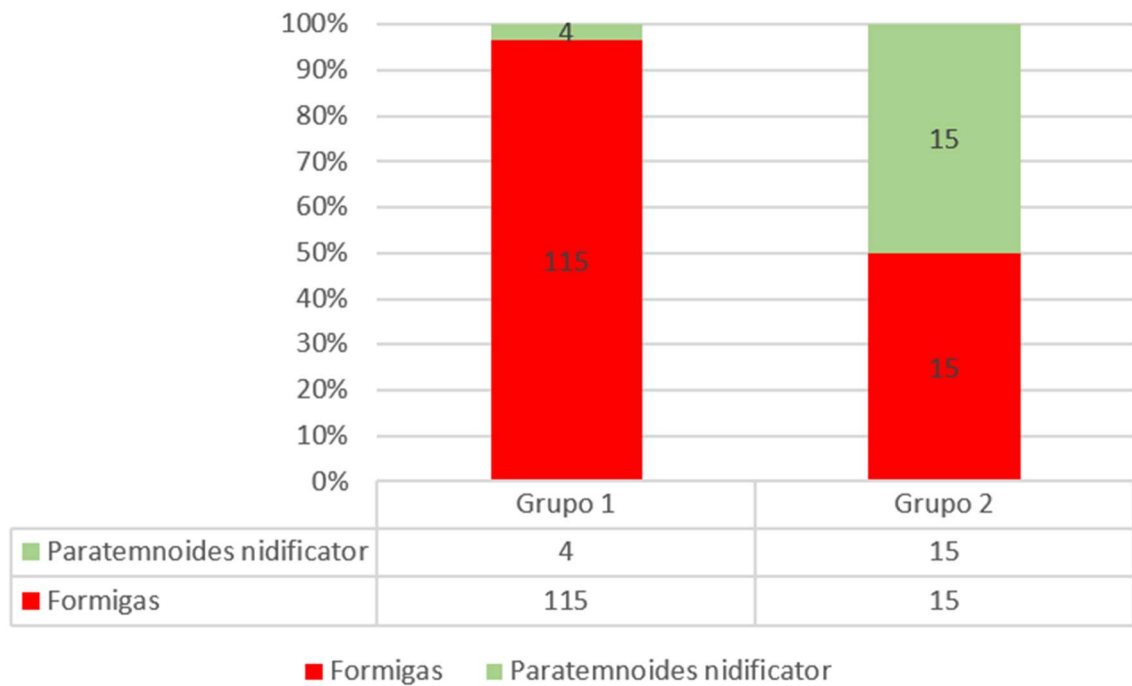


Figura 2. Proporção de espécimes de *Paratemnoides nidificator* e formigas coletados em árvores de um ambiente urbano no Nordeste do Brasil. Os números dentro das barras representam as contagens brutas de cada táxon. (Fonte: Acervo pessoal do autor).

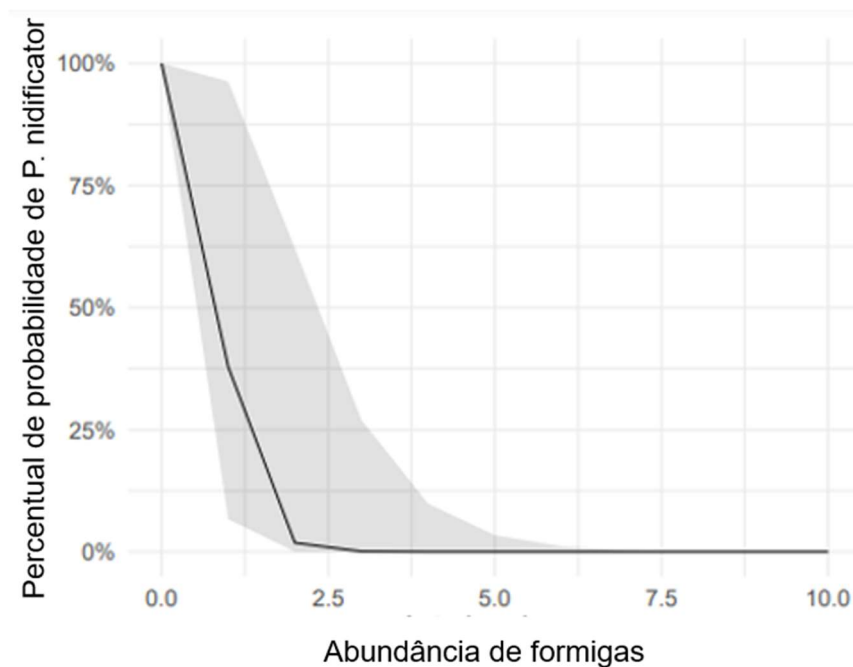


Figura 3. Curva de resposta mostrando a probabilidade prevista de ocorrência de *Paratemnoides nidificator* em árvores amostradas no nordeste do Brasil em função da co-ocorrência de abundância de formigas. As probabilidades previstas foram estimadas por modelagem linear mista assumindo uma estrutura de erro binomial e função de ligação cloglog. (Fonte: Acervo pessoal do autor).

DISCUSSÃO

No presente trabalho foram estudados os aspectos ecológicos do pseudoescorpião *P. nidificator* em áreas urbanas do nordeste brasileiro. Os resultados obtidos indicam que as relações antagônicas ente *P. nidificator* e a abundância de formigas pode ser um fator importante para a ocorrência dessa espécie de pseudoescorpião associado às árvores no ambiente urbano em relação a complexidade ambiental estudada no presente trabalho. Estudos prévios apontam que com outros grupos de aracnídeos as formigas se mostram como potenciais competidoras e predadoras mútuas (Hölldobler e Wilson, 1990; Sanders e Platner, 2007). As formigas mais abundantes nos troncos analisados foram *Azteca* sp e *P. longicornis*. Formigas do gênero *Azteca*, demonstram comportamento agressivo com outros artrópodes (Oliveira e Silva, 2007). De modo similar, *P. longicornis* considerada a espécie de formiga mais amplamente dispersa por todo o mundo (Wetterer, 2008) com grande potencial de competição com outros artrópodes (Baccaro et al., 2015).

A falta de preferência pela altura e da relação do diâmetro das árvores com a ocorrência de *P. nidificator*, pode estar relacionado com a atividade de forrageio das formigas, pois os pseudoescorpiões provavelmente alternam sua distribuição por extrato de altura devido à presença dessas formigas, indicando assim uma falta de preferência por uma altura específica nos troncos. Por exemplo, *Azteca* sp. são predadoras facilmente encontradas forrageando ativamente na vegetação (Moraes, 1998). Formigas *P. longicornis*, são onívoras que apresentam uma grande voracidade se alimentando tanto de substâncias lipídicas quanto de outros artrópodes vivos ou mortos (Solis et al., 2007; Solis et al., 2009). São formigas tipicamente encontradas no solo, contudo podem forragear na vegetação em busca de alimento (Mühlen, 1887). A presença destas formigas nas árvores pode afugentar possíveis presas utilizadas pelos pseudoescorpiões, bem como, pode resultar na predação destes aracnídeos. Em relações entre predadores intraguilda, o predador dominante utiliza os melhores sítios de forrageio, deslocando os demais predadores para os sítios desocupados (Lima et al., 2013; Iemma, 2015). Deste modo, os indivíduos de *P. nidificator* são confinados a condições sub-ótimas dada a presença de um competidor superior no ambiente.

O padrão de distribuição agregado apresentado pelas colônias de *P. nidificator*, podem ser resultado conjunto da biologia dos pseudoescorpiões com a interação com as formigas. Pseudoescorpiões são animais que se dispersam através da forésia (Lira e Tizo-Pedroso 2017). Quando as colônias de *P. nidificator* apresentam uma grande densidade populacional, a colônia é fragmentada e os indivíduos buscam novos territórios usando outros animais como meio de transporte (Poinar, Curcic, Cokendolpher, 1998; Szymkowiak, Górski, Bajerlein, 2007). Contudo, animais que apresentam um padrão de distribuição agregado, são tipicamente encontrados em 'manchas' na paisagem (Elliott, 1979; Rabinovich, 1980; Perecin e Barbosa, 1992). Isso é um reflexo de que os recursos não estão disponíveis de modo uniforme no ambiente (Schumann e Tood, 1982). Portanto, a relação antagônica encontrada entre *P. nidificator* e as formigas sugere que os pseudoescorpiões são limitados a árvores sem a presença dos insetos por exclusão competitiva.

Em resumo, os nossos resultados indicaram que a complexidade ambiental não modula a ocorrência de pseudoescorpiões arborícolas em ambientes urbanos. As interações bióticas, particularmente com as formigas constitui um fator chave para a ocorrência e o padrão de distribuição de *P. nidificator* em árvores inseridas no contexto urbano. Por fim, o nosso registro de *Parachernes melanopygus* é o primeiro para a região nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

- Bolund P, Hunhammar S (1999) Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293–301.
- Cavalheiro F et al. (1999) Proposição de Terminologia para o Verde Urbano. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. SBAU: v. 7, n.3. Rio de Janeiro, RJ.
- Elliott JM (1979) Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates. 2. Ed. Ambleside: freshwater biological association. p. 157.

Feitosa SMR et al. (2011) Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina – Piauí. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.6, n.2, p.58-75.

Forman R, Godron M (1986) Landscape ecology. New York. John Wiley. p. 80-120.

Guénard B, Cardinal-De Casas A, Dunn RR (2015) High diversity in an urban habitat: are some animal assemblages resilient to long-term anthropogenic change? Urban Ecosyst. 18:449– 463.

Hölldobler B, Wilson EO (1990) The Ants. Cambridge, Mass., Belknap Ed.

Lira AFA, Tizo-Pedroso E (2017) Report of *Sphenochernes camponoti* (Beier, 1970) (Pseudoscorpiones, Chernetidae) in phoresy on Fanniidae (Diptera). Acta Scientiarum. Doi: 10.4025/actascibiolsci.v39i4.36373.

Landsberg HE (1981) The urban climate. New York: Academic Press. P. 285.

Lima JS. et al (2013) Interações tritróficas nos agrossistemas. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, nº 16, p. 1347.

Latreille PA (1802) Histoire naturelle des fourmis, et recueil de memoires et d'observations sur les abeilles, les araignees, les faucheurs, et autres insectes. – Imprimerie de Crapelet (chez T. Barrois), Paris, 445 pp.

Monteiro CAF (1976) Teoria e clima urbano. IGEG-USP. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências. n. 25, São Paulo.

Mano EB, Pacheco BAV, Bonelli CMC (2005) Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem. São Paulo: Blucher. P. 200.

Morais HC (1998) *Azteca* cf. *lanuginosa* (Hymenoptera: Formicidae): Biologia, comportamento de predação e forrageamento em cerrado. Instituto de Biologia – UNICAMP.

Mascaró L (1996) Urbanenvironment. Porto Alegre: Sagra, DC Luzzatto.

Matias LF, Caparusso D (2008) Áreas verdes urbanas: avaliação conceitual e metodológica a partir do estudo de caso na cidade de Paulínia – São Paulo, Brasil. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

Mckinney ML (2002) Urbanization, Biodiversity, and Conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *Bioscience*, v. 52, n. 10, p. 883-890.

Moura, R (2017) Estrutura de Habitat e Tamanho da Presa Modulam a Ecologia da Predação de um Pseudoescorpião Social Neotropical. Universidade Federal de Uberlândia.

Mühlen VZ (1887) Hiesige Formiciden. – Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat 8: 327-333.

Ossola A. et al (2015) Urban habitat complexity affects species richness but not environmental filtering of morphologically-diverse ants. *PeerJ* 3:e1356.

Oliveira BFD, Silva MRO (2007) Formigas do gênero azteca que nidificam em árvores reduzem os níveis de herbivoria? Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG.

Oliveira PS, Freitas AVL (2004) Ant-plant-herbivore interactions in the neotropical cerrado savana. *Naturwissenschaften* 91: 557-570.

Perecin D, Barbosa JC (1992) Amostragem e análise estatística de dados de distribuição de contágio. *Revista matemática e estatística, jaboticabal*, v. 10, p. 207-216.

Poinar GOJ, Curcic BPM, Cokendolpher JC (1998) Arthropod phoresy involving pseudoscorpions in the past and present. *Acta Arachnologica*, 47(2), 79-96.

Rahimi E, Barghjelveh S, Dong P (2022) A review of diversity of bees, the attractiveness of host plants and the effects of landscape variables on bees in urban gardens. *Rahimi et al. Agriculture & Food Security* 11-6. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00353-2>

Rabinovich JE (1980) Introducion a la ecologia de poblaciones animales. México, cecsa. p. 313.

Romero MAB (2001) A arquitetura bioclimática do espaço público. ed. UNB. Coleção arquitetura e urbanismo: Brasília.

Sanders D, Platner C (2007) Intraguild interactions between spiders and ants and top-down control in a grassland food web. *Oecologia* 150:611-624.

Solis DR et al. (2007) Observações sobre a biologia da formiga invasora *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802) (Hymenoptera, Formicidae) em ambiente urbano brasileiro. *Revista Brasileira de Zoociências* 9(1): 75-80.

Solis DR, Bueno OC, Moretti TC (2009) Preferência alimentar da formiga urbana *camponotus vittatus forel* (hymenoptera: formicidae). *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, v.76, n.4, p.755-759.

Schumann FW, Todd JW (1982) Population dynamics of the southern green stink bug (heteroptera: pentatomidae) in relation to soybean phenology. *Journal of economic entomology*, lanham, v. 75, n. 4, p. 748-753.

Silva LS, Travassos L (2008) Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas, *Cadernos Metrópole*, v.19, p. 27-47.

Sorre M (2006) Objeto e método da climatologia. Tradução de José Bueno Conti, FFLCH, USP. Original em francês: *Traité de climalogi e biologique et medicle*. *Revista do Departamento de Geografia*, n.18, p.89.

Tratalos J et al. (2007) Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landsc. Urban Plann.*, 83(4), 308–317. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.05.003.

Uchida S. Drossel B, Brose U (2007) The structure of food webs with adaptive behaviour. *ecological modelling*. 206 (3-4): 263-276.

Uno S, Cotton J, Philpott SM (2010) Diversity, abundance, and species composition of ants in urban green spaces. *Urban Ecosyst*. 13:425–441.

Vonshak M, Gordon DM (2015) Intermediate disturbance promotes invasive ant abundance. *Biol. Conserv*. 186:359–367.

Wetterer JK (2008) Worldwide spread of the longhorn crazy ant, *Paratrechina longicornis* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecol. News* 11: 137-149.

Xiao XD et al. (2018) The influence of the spatial characteristics of urban green space on the urban heat island effect in Suzhou Industrial Park. *Sustainable Cities and Society* 40, 428-439. journal homepage: www.elsevier.com/locate/scs.

Yasuda M, Koike F (2009) The contribution of the bark of isolated trees as habitat for ants in an urban landscape. *Landsc. Urban Plan.* 92:276–281.

Youngsteadt E et al. (2014) Habitat and species identity, not diversity, predict the extent of refuse consumption by urban arthropods. *Global Change Biology*, v.21, n.3, p.1103-1115.

CONCLUSÕES

No presente trabalho foram investigados aspectos ecológicos do pseudoescorpião *Paratemnoides nidificator* associados a troncos de árvores em área urbana. A abundância dos pseudoescorpiões não foi afetada pela variação do diâmetro das árvores nem os aracnídeos demonstraram preferência por algum extrato de altura da planta. Contudo, a presença de formigas como a *Paratrechina longicornis* e *Azteca sp* foi um fator negativo para a probabilidade de ocorrência de *P. nidificator* nas árvores. Foi registrada pela primeira vez no Nordeste do Brasil a co-ocorrência entre os pseudoescorpiões *P. nidificator* e *Parachernes melanopygus*. Por fim, os pseudoescorpiões apresentaram um padrão de distribuição agregado.