



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

VINICIUS BUREGIO PESSOA

**IMPORTANCIA DA DENSIDADE DE INDIVDUOS E FREQUÊNCIA ALIMENTAR  
NO CANIBALISMO EM ESCORPIÕES JUVENIS**

Recife

2023

VINICIUS BUREGIO PESSOA

IMPORTANCIA DA DENSIDADE DE INDIVIDUOS E FREQUÊNCIA ALIMENTAR  
NO CANIBALISMO EM ESCORPIÕES JUVENIS

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.

Orientador: Prof. Dr. André Morgado Esteves

Coorientador: Dr. André Felipe de Araújo Lira

Recife

2023

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

Pessoa, Vinicius Buregio.

Importância da densidade de indivíduos e frequência alimentar no  
canibalismo em escorpiões juvenis / Vinicius Buregio Pessoa. - Recife, 2023.  
38 p. : il., tab.

Orientador(a): André Morgado Esteves

Coorientador(a): André Felipe de Araújo Lira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas /Ciências  
Ambientais - Bacharelado, 2023.

1. Predação intraguilda. 2. Ecologia alimentar. 3. Tityus pusillus. 4. Jaguajir  
rochae. 5. Buthidae. I. Esteves , André Morgado. (Orientação). II. Lira, André  
Felipe de Araújo. (Coorientação). IV. Título.

590 CDD (22.ed.)

VINICIUS BUREGIO PESSOA

IMPORTANCIA DA DENSIDADE DE INDIVIDUOS E FREQUÊNCIA ALIMENTAR  
NO CANIBALISMO EM ESCORPIÕES JUVENIS

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 / 09 / 2023

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente



**ANDRE MORGADO ESTEVES**  
Data: 26/09/2023 13:38:04-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Dr. André Morgado Esteves/UFPE**

Documento assinado digitalmente



**FABIO CORREIA COSTA**  
Data: 26/09/2023 19:41:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Dr. Fábio Correa Costa/UFPE**

Documento assinado digitalmente



**GILBERTO NICACIO BATISTA**  
Data: 27/09/2023 15:08:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Dr. Gilberto Nicácio Batista/UFPE**

Recife

2023

Dedico esse trabalho aos meus pais, Rogerio Pessoa, Armanda Buregio e  
Marcio Rodrigues.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos os meus familiares por seu apoio inabalável ao longo desta jornada que é a vida, aos meus pais por me educarem e possibilitarem toda a base que me permitiu chegar até aqui, sou muito grato aos meus irmãos por me apoiarem em toda minha graduação. E ao meu pai Rogerio Pessoa que me faz batalhar pra ser uma pessoa melhor a cada dia.

Agradeço a todos os meus amigos que me apoiaram, não adiantaria eu reviver daqui a centenas ou milhares de anos. Minha vida vale porque estou aqui e agora, é uma felicidade poder andar no mesmo caminho que vocês. Não me importa o quão difícil isso possa ser, houve um tempo em que eu amaldiçoava o meu infeliz nascimento, mas agora eu agradeço a Deus por ele ter me permitido viver ao mesmo tempo que os meus amigos!

Aos meus amigos de graduação que me enriqueceram com conhecimento e experiências indescritíveis, mudando minha perspectiva de vida. Ao grupo Means girl, composto por meninas de personalidades fortes e bem distintas entre si, mas que sempre buscaram se ajudar, onde as meninas caminharam comigo desde o início da graduação e seguem até hoje, Wanessa, Nycolle, Bia, Gio, Bruna, Mari, Calado e kbina. Ao hospício grupo dos meus grandes amigos Maykon, Miguel e Dio, vocês foram verdadeiros parceiros desde o primeiro dia que pisei no CB. Aos meus lindos que me acolheram no retorno da pandemia, estava sozinho e vocês tornaram meus dias mais felizes, Yara, Gabriel, Sandro, Pablo e Laisa.

Agradecimento especial a Yara, Sabrina, Maria, Miguel e André que passaram por esse sufoco de mãos dadas comigo. Obrigado por todo apoio!!

Agradeço ao meu orientador 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. À instituição de ensino Universidade Federal de Pernambuco, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

"A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo."

Malala Yousafzai, 2013

## RESUMO

O canibalismo é uma interação intraespecífica importante que afeta a dinâmica populacional e a ecologia de comunidades. Apesar dos escorpiões possuírem enorme importância ecológica como predadores generalistas em seus ecossistemas nativos, muitos aspectos da sua história natural ainda permanecem desconhecidos. Sendo assim, neste estudo, investigamos a influência da frequência alimentar e densidade de indivíduos na ocorrência de canibalismo em escorpiões juvenis de diferentes ecossistemas. Foram utilizadas duas espécies de escorpiões, *Tityus pusillus* Pocock, 1893 e *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910) consideradas como dominante em seus respectivos habitats, Mata Atlântica e Caatinga. Juvenis de segundo instar de ambas as espécies foram separados em grupos de acordo com a frequência alimentar (semanal e quinzenal) e densidade de indivíduos (5 indivíduos e 10 indivíduos). A influência dos fatores analisados sobre a ocorrência de canibalismo foi espécie específica. Os nossos resultados indicaram que independente a densidade e frequência alimentar o canibalismo foi frequente para juvenis de *T. pusillus*. No entanto, em juvenis de *J. rochae* o canibalismo foi acentuado nos grupos com maiores densidades. Os resultados indicam que para *T. pusillus* outras variáveis diferentes da densidade e frequência alimentar são importantes para o canibalismo, enquanto que *J. rochae* apresentou uma resposta densidade dependente. Deste modo, espécies de habitats contrastantes podem sofrer processos seletivos diferenciados que influenciam na ocorrência de canibalismo.

**Palavras-chave:** Ecologia alimentar, predação intraguildd, Densidade populacional, Ecologia comportamental.

## ABSTRACT

Cannibalism is an important intraspecific interaction that affects population dynamics and community ecology. Despite scorpions acquiring significant ecological relevance as generalist predators in their native ecosystems, little is known about the determinants of cannibalism in these species. Therefore, in this study, we investigated the factors influencing the occurrence of cannibalism in juvenile scorpions from different ecosystems, the Caatinga and the Atlantic Forest. Our study focused on two scorpion species, *Tityus pusillus* Pocock, 1893 and *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910), inhabiting the Atlantic Forest and the Caatinga, respectively. For our methodology, both species were accommodated in two experimental groups: I) biweekly feeding and II) weekly feeding. Additionally, groups were created to assess the effect of density on cannibalism: III) 5 individuals and IV) 10 individuals. The results showed that regardless of the factors analyzed, cannibalism was frequent in juvenile *T. pusillus*. However, in juvenile *J. rochae*, cannibalism occurred in all situations, but when food availability increased, cannibalism also increased. Therefore, this study contributes to the understanding of intraspecific interactions in scorpions and their adaptation to different environmental conditions.

**Keywords:** Food ecology, Intraguild predation, Population density, Behavioral ecology.

**LISTA DE FIGURAS  
REFERENCIAL TEÓRICO**

- Figura 1 - Canibalismo entre Indivíduos Jovens de *Jaguajir rochae* 16  
Borelli, 1910.
- Figura 2 - Morfologia de escorpião adulto: A – face dorsal; B – face 19  
ventral.

**Importância da densidade de indivíduos e frequência  
alimentar no canibalismo em escorpiões juvenis**

- Figura 1 - Porcentagem de indivíduos de *Tityus pusillus* canibalizados 38  
de acordo com a densidade e frequência alimentar. A) Baixa  
densidade, B) Alta densidade, C) Dieta semanal e D) Dieta  
quinzenal.
- Figura 2 - Porcentagem de indivíduos de *Jaguajir rochae* canibalizados 39  
de acordo com a densidade e frequência alimentar. A) Baixa  
densidade, B) Alta densidade, C) Dieta semanal e D) Dieta  
quinzenal.

## LISTA DE TABELAS

### **Importância da densidade de indivíduos e frequência alimentar no canibalismo em escorpiões juvenis**

Tabela 1 –	Sumário dos modelos lineares sobre os efeitos da densidade de indivíduos e frequência alimentar no canibalismo em juvenis de <i>Tityus pusillus</i> e <i>Jaguajir rochae</i> . Em negrito a variável significativa.	37
------------	---	----

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEORICO</b>	<b>15</b>
2.1	CANIBALISMO	15
2.2	ESCORPIÕES	18
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
3.1	OBJETIVOS PRINCIPAIS	21
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
<b>4</b>	<b>HIPOTESSES</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>26</b>
6.1	IMPORTÂNCIA DA DENSIDADE DE INDIVDUOS E FREQUÊNCIAALIMENTAR NO CANIBALISMO EM ESCORPIÕES JUVENIS	27
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No ecossistema, a exploração de novas áreas em busca de recursos pode criar oportunidades para interações entre os organismos (McNamara & Houston, 1987). Portanto, os organismos que apresentam maior abundância ou um índice de atividade de forrageio elevado tendem a ser mais suscetíveis a interações antagonistas (Lima et al., 1990). Essas interações, por sua vez, exercem influência nas dinâmicas ecológicas das populações, comunidades e ecossistemas (Brown et al., 2004; Cresswell et al., 2013), uma vez que os predadores desempenham um papel direto no fluxo de energia do ambiente, mantendo o controle populacional nos diversos níveis da teia trófica (Cresswell et al., 2013; Hawlena et al. 2010).

Dentre as interações antagonistas, destacam-se a predação intraguilda, que consiste na combinação entre predação e competição entre predadores de uma mesma guilda trófica, e o canibalismo, caracterizado pelo consumo total ou parcial de indivíduos da mesma espécie (Fox, 1975; Polis, 1981). Em invertebrados, especificamente escorpiões, ambas as interações são frequentes (Polis, 1981). Comumente, o canibalismo pode ocorrer de maneiras distintas, como o canibalismo materno, definido como o consumo da própria prole pelo indivíduo parental (Lawa, 2013) e o canibalismo entre filhotes da mesma ninhada (Santana, 2012). No entanto, o canibalismo pode aumentar a taxa de sobrevivência quando o alimento é escasso (Polis, 1980; Polis, 1981), tendo a qualidade e quantidade da dieta desempenhando um papel fundamental na sobrevivência, reprodução e no desenvolvimento dos escorpiões (Polis, 1980; Polis et al., 1987). Escorpiões são amplamente reconhecidos por sua natureza predatória, exibindo uma notável intolerância em relação a outros membros de sua própria espécie, ao mesmo tempo em que apresentam um ritmo metabólico reduzido (Sinclair et al., 2002; Araújo et al., 2010). A diminuição na taxa metabólica dos escorpiões conduz ao aumento de sua massa corporal e, conseqüentemente, à expansão de suas populações em ambientes onde a oferta de alimentos é abundante (Lighton et al., 2001).

As espécies de escorpiões, *Tityus pusillus* Pocock, 1893 e *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910), representam espécies dominantes em seus respectivos ambientes. Sendo *J. rochae* encontrado no ecossistema da Caatinga, e *T. pusillus* com maior abundância no ecossistema da Mata Atlântica, tendo ocorrência para Caatinga, respectivamente. Apesar de sua importância ecológica como predadores generalistas

em seus ecossistemas nativos, pouco se sabe sobre os fatores determinantes da ocorrência de canibalismo nessas espécies. Portanto, o presente estudo tem como objetivo investigar os efeitos da densidade populacional e da frequência de alimentação em jovens escorpiões originários de habitats sazonalmente contrastantes. Através disso, visamos analisar o efeito do habitat (Mata Atlântica e Caatinga) sobre a ocorrência de canibalismo, mensurar o papel da densidade de indivíduos sobre o canibalismo em escorpiões juvenis, e verificar a importância da frequência alimentar sobre a ocorrência de canibalismo em escorpiões.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1-Canibalismo**

O canibalismo é definido como o comportamento em que um indivíduo se alimenta de outro da mesma espécie, também conhecido como predação intraespecífica (Figura 1). É uma característica comportamental observada em diversos animais embora durante muito tempo tenha sido considerado um comportamento derivado do estresse do cativeiro ou de condições de laboratório (Schutt, 2017). Contudo, nas últimas décadas o canibalismo passou a ser reconhecido como uma estratégia de adaptação para a sobrevivência e reprodução (Fox, 1975; Schutt, 2017). É um fator importante na biologia de muitas espécies e pode influenciar a estrutura populacional, o ciclo de vida, o comportamento e a competição por parceiros e recursos (Thomas & Manica, 2003; Orr et al., 1990; Samanta et al., 2020). Essa interação interespecífica ocorre com frequência na natureza e foi documentada em mais de 1300 espécies (Fox, 1975; Richardson et al., 2010). O canibalismo foi registrado para diversas ordens de insetos e aracnídeos, como Odonata, Orthoptera, Diptera, Coleoptera, Opiliones, Araneae, Scorpiones e Acari (Momen, 2009; Clark et al., 2021; Faria et al., 2004; Eggert & Sakaluk, 1994; Snyder et al., 2000; Samu et al., 1999; Mora, 1990; Polis, 1980). O canibalismo pode ser ocorrer em vários modos, como o canibalismo filial, definido como o consumo da própria prole pelo indivíduo parental (Lawa, 2013); canibalismo entre filhotes da mesma ninhada (Santana, 2012), em que o canibalismo pode aumentar a taxa de sobrevivência quando o alimento é escasso; canibalismo sexual, no qual uma fêmea canibaliza o macho durante a cópula (Buskirk, 1984) e canibalismo como competição (Claessen, 2004) onde são retirados da população os indivíduos menos aptos.



Figura 1: Canibalismo entre indivíduos jovens de *Jaguajir Rocha* Borelli, 1910. Fonte: Vinicius Buregio.

O tamanho do indivíduo, estágio de desenvolvimento e sexo, são fatores que influenciam a dinâmica e os padrões do canibalismo dentro de uma população. De forma geral, observa-se que animais maiores têm uma maior tendência a exibir canibalismo em comparação aos animais menores, e é mais comum que indivíduos de menor tamanho da mesma espécie sejam consumidos em relação aos maiores (Schutt, 2017). Em muitas espécies, o tamanho relativo, em vez do tamanho absoluto, parece desempenhar um papel primordial nessa dinâmica, onde limites específicos de proporção de tamanho entre predador e presa devem ser ultrapassados para que a predação ocorra. Durante o desenvolvimento dos artrópodes temos o fenômeno conhecido por reversões canibais, as reversões ocorrem quando os indivíduos estão sujeitos a predação por coespecíficos menores durante os períodos de ecdise e pupa, nesses períodos, os artrópodes estão temporariamente imóveis ou com seus corpos mais moles, tornando-se indefesos diante dos predadores (Wise, 2006). Por exemplo,

esse comportamento já foi observado em aranhas da espécie *Latrodectus mactans* (Silva, 2022), ocorre como estratégia para os indivíduos jovens obterem alimento e reduzirem a competição com os adultos, esse comportamento canibal, e a sua ocorrência pode variar entre espécies, populações e condições ambientais específicas. Com relação ao sexo, o canibalismo pode ser realizado tanto por machos quanto por fêmeas em artrópodes, e isso pode variar dependendo da espécie e do contexto específico (Schutt, 2017). Em algumas espécies o viés sexual pode ter um impacto significativo na proporção dos sexos, podendo alterar a razão sexual para favorecer as fêmeas, um exemplo disso é o escorpião *S. mesaensis*, no qual o canibalismo resulta em uma diminuição da proporção total de machos (Polis, 1980). Por outro lado, em machos a razão sexual tende a não ser tão expressiva em diferentes espécies, existindo um caso conhecido em uma espécie de vespa braconidae em que o canibalismo diferencial realizado pelas fêmeas resulta em uma proporção sexual significativamente favorecedora para os machos (Rotary & Gerling, 1973).

A qualidade e quantidade da dieta desempenham um papel fundamental na sobrevivência e no desenvolvimento dos artrópodes, quando a qualidade do alimento diminui, ou seja, quando há escassez de nutrientes, alguns artrópodes podem recorrer ao canibalismo como uma estratégia de sobrevivência, em estudos com *Tribolium* quando a qualidade da dieta e nutrientes foi melhorada o canibalismo reduziu (King, 1973). Além disso, a baixa disponibilidade de presas também afeta as taxas de predação intraespecífica. Numerosos estudos mostraram que o canibalismo aumenta quando há uma diminuição na oferta de alimento (Polis, 1980; Rickers & Scheu, 2005; Holt & Huxel, 2007; Okuyama, 2009). Durante períodos de fome ou baixa quantidade de comida, os artrópodes podem expandir sua dieta além das presas normalmente aceitas, incluindo indivíduos da mesma espécie que são considerados menos valiosos em termos de valor energético (Curtis et al., 2010). Esse comportamento apresenta custos e benefícios, se torna benéfico pois pode satisfazer necessidades nutricionais e reduzir o potencial de competição intraespecífica (Schausberger e Croft, 2001), melhora a taxa de crescimento, sobrevivência, vigor, longevidade e fecundidade (Richardson et al., 2010). No entanto, também pode acarretar efeitos adversos, como aquisição de parasitas prejudiciais ao organismo e patógenos, e ferimentos causados pela presa os riscos ou custos de retaliação (Polis, 1981).

## 2.2- Escorpiões

Os escorpiões são artrópodes pertencentes à ordem Scorpiones, sendo o mais antigo e basal grupo da classe Arachnida, com um registro fóssil que data do período Siluriano de aproximadamente 450 milhões de anos (Dunlop, 2000). Estimativas apontam que estes animais se originaram no ambiente aquático e apresentam poucas mudanças morfológicas desde o seu surgimento, principalmente por possuírem uma grande plasticidade ecológica (Jeram, 2001; Brownell & Polis, 2001). Atualmente, os escorpiões possuem ampla distribuição geográfica, ocorrendo em todos os ecossistemas terrestres, com exceção da tundra, taiga de alta latitude, áreas boreais e em algumas áreas de elevada altitude (Polis & Sissom, 1990). São animais quase sempre solitários, poucas espécies desenvolvem algum grau de comportamento social (Lourenço, 2002).

Os escorpiões apresentam corpo revestido por um exoesqueleto de quitina, que suporta e protege suas estruturas internas. O corpo é composto por duas partes distintas: o prossoma (cefalotórax), que contém um par de quelíceras e um par de pedipalpos que terminam em forma de pinças, e o opistossoma, que é subdividido em mesossoma (pré-abdome) e metassoma (pós-abdome), ambas as partes são segmentadas, apresentam quatro pares de pernas e o telson - composto de uma vesícula com duas glândulas de peçonha e um aguilhão (Brazil e porto, 2011) (Figura 2). Em relação ao seu sistema sensorial, os escorpiões, possuem uma série de receptores, como por exemplo na porção ventral do segundo segmento do mesossoma onde está presente um par de pectinas, estruturas em forma de pente com função de captar vibrações e químicos do solo (Ruppert et al., 2005). Também possuem cerdas cuticulares, quimiorreceptores e mecanorreceptores por todo corpo (Root, 1990).

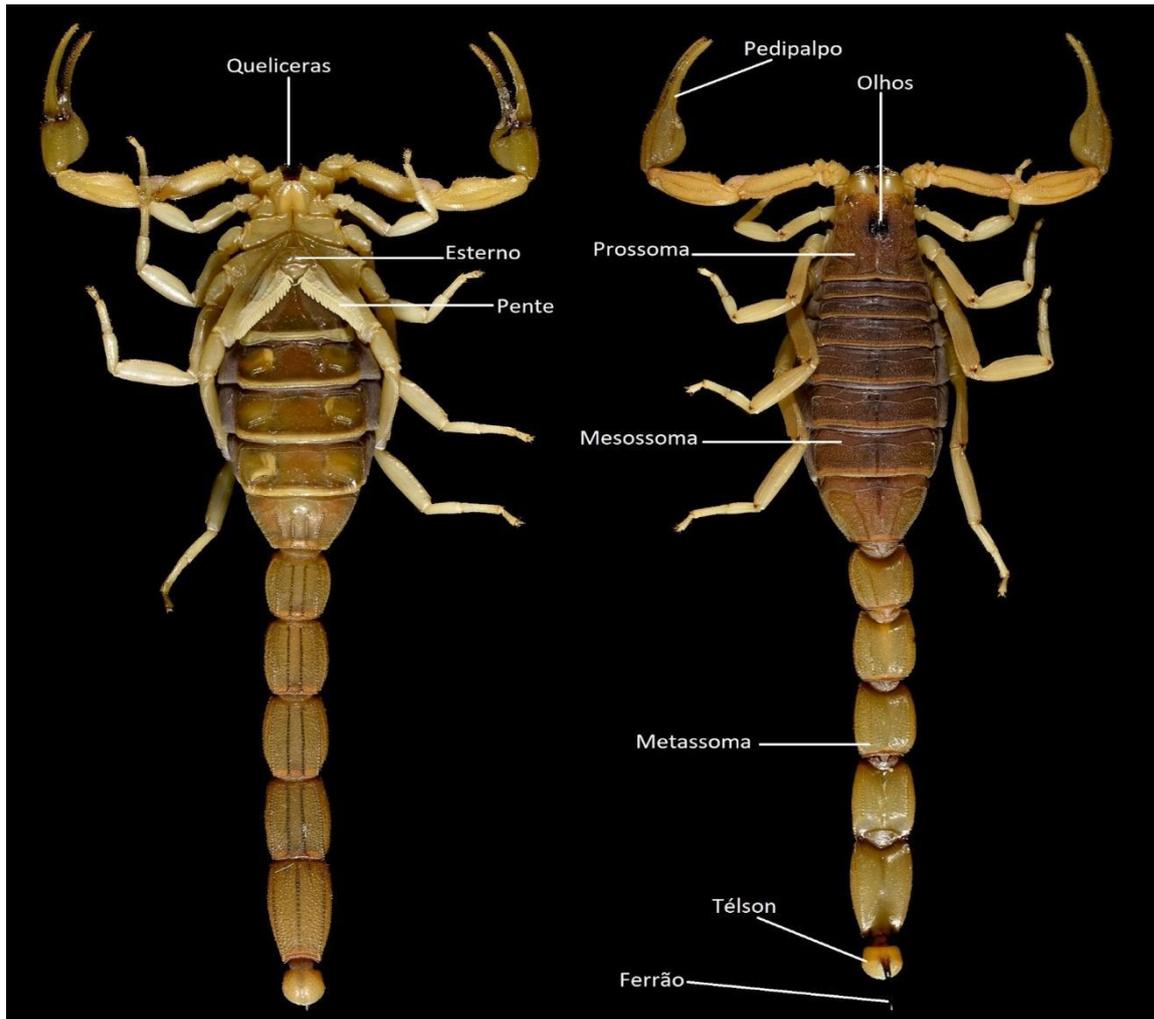


Figura 2: Morfologia de escorpião adulto *Jaguajir rochae Borelli, 1910*: A – face ventral; B – face dorsal. Fonte: Vinicius Buregio.

Esses aracnídeos, apresentam hábito noturno, geralmente se escondendo durante o dia em buracos no solo, sob pedras, troncos ou em fendas e rachaduras em estruturas (Ruppert et al., 2005). São considerados predadores generalistas se alimentando de outros artrópodes e pequenos vertebrados, como lagartos e roedores (Lourenço, 2002). Dada essa voracidade, o canibalismo é frequentemente descrito para esses animais (Polis, 1981). O tamanho do corpo é considerado como um dos fatores chave para as interações entre esses aracnídeos, escorpiões maiores são considerados os principais predadores de escorpiões menores. Por exemplo, 14,2% das presas consumidas por adultos do escorpião *Smeringurus mesaensis* são coespecíficos, enquanto na classe de idade mais jovem, os coespecíficos constituem apenas 6,7% da dieta (Polis, 1980). O canibalismo pode ocorrer tanto em escorpiões jovens como em adultos, e pode ter diferentes formas de manifestação, pode ser influenciado por fatores antrópicos, como a degradação ambiental e a introdução de

espécies exóticas em um ecossistema (Polis, 1981). A degradação do habitat pode afetar a disponibilidade de alimento e a qualidade do ambiente, aumentando a incidência de canibalismo em escorpiões. Além disso, a introdução de espécies exóticas pode alterar a competição por recursos e a dinâmica populacional, favorecendo o canibalismo em algumas espécies de escorpiões (Souza; Ferreira, 2005).

Os efeitos do canibalismo em escorpiões podem ser variáveis e dependem da intensidade e frequência do comportamento. Em populações onde o canibalismo é frequente, pode haver redução da densidade populacional e aumento do risco de endogamia, além de redução da diversidade genética da população (Polis, 1981; McNamara & Houston, 1987). Além disso, o canibalismo pode ter impactos sobre a dinâmica das comunidades, incluindo mudanças na composição e estrutura da assembleia de escorpiões (Sánchez-hernández, 2018). Em adição, os escorpiões se destacam por apresentar uma taxa metabólica relativamente baixa em comparação com outros artrópodes (Lighton 2001). De forma que contribui para a alta biomassa observada nas populações de desses aracnideos, uma vez que a redução da taxa metabólica aumenta a eficiência na conversão da biomassa das presas em biomassa dos próprios escorpiões (McCormick e Polis, 1990). Conseqüentemente aumentando a eficiência metabólica que proporciona uma maior densidade populacional, a qual os indivíduos utilizam essa eficiência e engajam em comportamentos como o canibalismo e a predação intraguilda (Polis, 1981; Lighton et al., 2001).

Autores prévios afirmavam que a ocorrência de canibalismo em escorpiões acontecia somente em regiões desérticas (revisado em Polis 1990). Contudo, nos últimos anos tem crescido o número de registros dessa interação em diferentes biomas da região Neotropical (Lira et al., 2017; Silva et al., 2019; Lira et al., 2018; Moreira et al., 2022). Diferentes ambientes podem exercer diferentes pressões seletivas que modulam a ocorrência de canibalismo nos escorpiões. Como por exemplo, espécies que habitam em áreas com forte sazonalidade como a Caatinga podem ser mais propensas ao canibalismo devido a restrição na oferta de alimentos do que espécies que vivem em áreas sem uma sazonalidade marcada como a Floresta Atlântica onde os recursos são frequentes ao longo do ano (Polis, 1981 ).

### **3 OBJETIVOS**

### 3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Investigar quais fatores influenciam na ocorrência de canibalismo em escorpiões juvenis de habitats distintos.

### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mensurar o papel da densidade de indivíduos sobre o canibalismo em escorpiões juvenis;
- Verificar a importância da frequência alimentar sobre a ocorrência de canibalismo em escorpiões.

## 4 HIPÓTESES

- O canibalismo será maior nos grupos com maior densidade de escorpiões;
- Os grupos onde os escorpiões serão submetidos a uma frequência alimentar reduzida apresentarão maiores taxas de canibalismo.

## 5 REFERÊNCIAS

BRAZIL, T & PORTO, T.J. Os escorpiões. Edufba, V. 1, p. 15-28, 2011.

BROWNELL, P. & G.A. POLIS, G. Scorpion Biology and Researcrh. Oxford University Press. 431p, 2001.

CLAESSEN, D.; DE ROOS, A. M.; PERSSON, L. Population dynamic theory of size-dependent cannibalism. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, v. 271, p. 333-340, 2004.

CLARK, C. et al. Density-Dependent Cannibalism in Dragonfly Nymphs (Odonata: Anisoptera) Overwintering in Temperate Freshwater Ponds. Environmental Entomology, v. 50, n. 6, p. 1483-1489, dez. 2021.

CURTIS, D. L., VANIER, C. H., & MCGAW, I. J. The effects of starvation and acute low salinity exposure on food intake in the Dungeness crab, *Cancer magister*. Marine Biology, v. 157, n. 3, p. 603–612, 2010.

DUNLOP, J.A. Character states and evolution of the chelicerate claws. Proceedings of the 19th European Colloquium of Arachnology: 345-354, 2000.

EGGERT, A.-K., & SAKALUK, S. K. Sexual cannibalism and its relation to male mating success in sagebrush crickets, *Cyphoderris strepitans* (Haglidae: Orthoptera). Animal Behaviour, v. 47, n. 5, p. 1171-1177, 1994.

FARIA, L. D. B., TRINCA, L. A. & GODOY, W. A. C. Cannibalistic Behavior and Functional Response in *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). Journal of Insect Behavior, v. 17, p. 251-261, 2004.

FOX, L.R. Cannibalism in natural populations. Annu Rev Ecol Syst, v. 6; p. 87-106, 1975.

HOLT, R. D.; HUXEL, G. R. Alternative prey and the dynamics of intraguild predation: theoretical perspectives. Ecology, v. 88, p. 2706-2712, 2007.

JERAM, A. J. Paleontology. In: BROWNELL, P.; POLIS, G. (Ed.). Scorpion biology and reseach. New York: Oxford University Press, P. 370-392, 2001.

KING, C. E., & DAWSON, P. S. Population biology and the *Tribolium* model. Evol Biol, 5, 133-227, 1973.

- LAWA, Y. H.; ROSENHEIM, J. A. Presence of conspecific females motivates egg cannibalism owing to lower risk of filial cannibalism. *Animal Behaviour*, v. 85, p. 403-409, 2013.
- LIGHTON, J.R.; BROWNELL, P.H.; JOOS, B.; TURNER, R.J. Low metabolic rate in scorpions: implications for population biomass and cannibalism. *Journal of Experimental Biology*, v. 204, Pt 3, p. 607-613, fev. 2001.
- LIRA, A.F.A.; DESOUZA, A.M.; ALBUQUERQUE, C.M.R. Environmental variation and seasonal changes as determinants of the spatial distribution of scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. *Canadian Journal of Zoology*, v. 96, n. 9, p. 963-972, 2018.
- LIRA, A.F.A.; DESOUZA, A.M.; ALBUQUERQUE, C.M.R. Report of intraguild predation and cannibalism in scorpions (Scorpiones: Buthidae) in the Brazilian Atlantic forest. *North-Western Journal of Zoology*, v. 13, n. 2, p. 356-358, 2017.
- Lira-da-Silva, R. M.; Amorim, A. M. de; Brazil, T. K. Envenenamento por *Tityus stigmurus* (Scorpiones; Buthidae) no Estado da Bahia, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 33(3):239-245, 2000.
- LOURENÇO and EICKSTEDT. (Scorpiones, Buthidae) para o Brasil, e observações sobre o habitat da espécie. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, V. 43, p. 513-515, 2008.
- LOURENÇO, W. R. Reproduction in scorpions, with special reference to parthenogenesis. In: TOFT, S.; SCHARFF, N. (Org.). *European Arachnology 2000*. Aarhus: Aarhus University Press, 2002. p. 71-85.
- LOURENÇO, W.R. Scorpiones. In: Adis, J. (Ed.). *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Sofia: Pensoft Publishes, 2002, p. 399-438, 2002.
- Lourenço, W. R.; Eickstedt, V. R. D. V. Escorpiões de importância médica. In: Cardoso, J. L. C.; França F.O. de S.; Wen, F. H.; Málaque, C. M. S.; Haddad Jr, V. *Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clinica e terapêutica dos acidentes*. São Paulo: Sarvier, p. 182-197, 2003.

- McCORMICK, S. J.; POLIS, G. A. Prey, predators and parasites. In: POLIS, G. A. (Ed.). *The Biology of Scorpions*. Stanford, CA: Stanford University Press, 1990. p. 294-320.
- McNAMARA, J. M.; HOUSTON, A. I. Starvation and Predation as Factors Limiting Population Size. *Ecology*, v. 68, n. 5, p. 1515-1519, 1987.
- MOMEN, F. Mites of the family Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from Iran. *Acarina*, Novosibirsk, v. 17, n. 2, p. 105-114, 2009.
- MORA, G. Paternal care in a neotropical harvestman, *Zygopachylus albomarginis* (Arachnida, Opiliones: Gonyleptidae). *Animal Behaviour*, v. 39, n. 3, p. 582-593, 1990.
- MOREIRA, M.O.M. et al. Relationship between body size and habitat heterogeneity on cannibalism and intraguild predation in scorpions. *Biologia*, v. 77, p. 2867-2873, 2022.
- OKUYAMA, T. Intraguild predation in biological control: consideration of multiple resource species. *Biocontrol*, v. 54, p. 3-7, 2009.
- ORR, B. K.; MURDOCH, W. W.; BENCE, J. R. Population regulation, convergence, and cannibalism in *Notonecta* (Hemiptera). *Ecology*, v. 71, p. 68-82, 1990.
- POLIS, G. A. The effect of cannibalism on the demography and activity of a natural population of desert scorpions. *Behav. Ecol Sociobiol*, v. 7, p. 25-35, 1980.
- POLIS, G. A. The Evolution and Dynamics of Intraspecific Predation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 12, n. 1, p. 225–251, 1981.
- POLIS, G.A.; McCORMICK, S.J. Intraguild predation and competition among desert scorpions. *Ecology*, v. 68, p. 332-343, 1987
- POLIS, G.A. & W.D. SISSOM. Life History. In: Polis, G.A. (Ed.). *The biology of scorpions*. Stanford University Press. pp. 161-223, 1990.
- RICKERS, S.; SCHEU, S. Cannibalism in *Pardosa palustris* (Araneae, Lycosidae): effects of alternative prey, habitat structure, and density. *Basic and Applied Ecology*, v. 6, p. 471-478, 2005.

ROOT, T. M; POLIS, G. A. The biology of scorpions. Stanford: Stanford University Press, V. 64, p. 51-60, 1990.

ROTARY, N., GERLING, D. The influence of some external factors upon the sex ratio of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Environ. Entomol*, 2, 134-138, 1973.

SAMANTA, S.; SAHOO, B.; DAS, B. Emergent impacts of alternative resource in cannibalistic predator–prey system. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2020. doi:10.1007/s40808-020-00884-w.

SAMU, F., TOFT, S. & KISS, B. Factors influencing cannibalism in the wolf spider *Pardosa agrestis* (Araneae, Lycosidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 45, p. 349-354, 1999.

SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J. C.; MORENO-SÁNCHEZ, X. G.; FERNÁNDEZ-RIVERA MELO, F. J. Intra-specific predation and cannibalism in reptiles: A review. *Animal Behavior and Cognition*, v. 5, n. 2, p. 213-232, 2018.

SANTANA, A. F.; ROSELINO, A. C.; CAPPELARI, F. A.; ZUCOLOTO, F. S. Cannibalism in insects. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). *Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2012. p. 177-194.

SCHAUSBERGER P.; CROFT B.A. Kin recognition and larval cannibalism by adults females in specialist predaceous mites. *Animal Behaviour*, v. 61, p. 459-464, 2001.

SCHUTT, B. *Cannibalism: A Perfectly Natural History*. Algonquin Books, 2017.

SILVA, João. Os artrópodes e o fenômeno das reversões canibais. *Revista Brasileira de Zoologia*, [S.l.], v. 15, n. 3, p. 357-370, set. 2022.

SILVA, M.A. et al. Role of venom quantity in the feeding behavior of *Jaguajir rochae* (Scorpiones: Buthidae). *Acta Ethologica*, v. 22, p. 99-104, 2019.

SNYDER, W. E. et al. Nutritional Benefits of Cannibalism for the Lady Beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) When Prey Quality is Poor. *Environmental Entomology*, v. 29, n. 6, p. 1173-1179, dez. 2000.

THOMAS, L. K.; MANICA, A. Filial cannibalism in an assassin bug. *Animal Behaviour*, v. 66, p. 205-210, 2003.

WISE, D. H. Cannibalism, Food Limitation, Intraspecific Competition, and the Regulation of Spider Populations. *Annual Review of Entomology*, v. 51, n. 1, p. 441-465, 2006.

## **6 RESULTADOS**

6.1 OS RESULTADOS DO PRESENTE TRABALHO SERÃO APRESENTADOS E DISCUTIDOS NO FORMATO DE MANUSCRITO FORMATADO PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO CIENTÍFICO *Biologia*

**IMPORTÂNCIA DA DENSIDADE DE INDIVÍDUOS E FREQUÊNCIA ALIMENTAR  
NO CANIBALISMO EM ESCORPIÕES JUVENIS**

Vinicius B. Pessoa<sup>1\*</sup>; André M. Esteves<sup>1</sup>; André F. A. Lira<sup>2</sup>

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

*<sup>2</sup>Departamento 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: [vinicius.buregio@ufpe.br](mailto:vinicius.buregio@ufpe.br)*

## Resumo

O canibalismo é uma interação intraespecífica comum em vários táxons, influenciada por fatores como densidade populacional, idade dos indivíduos e disponibilidade de alimentos. Neste estudo, investigamos os efeitos da densidade populacional e da frequência alimentar em duas espécies de escorpiões, *Tityus pusillus* Pocock, 1893, e *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910), que habitam diferentes biomas no Brasil. Os escorpiões foram coletados em seus respectivos habitats e mantidos em condições controladas de laboratório. Eles foram divididos em grupos experimentais com diferentes densidades populacionais e frequências de alimentação. A ocorrência de canibalismo foi monitorada diariamente até que os juvenis passassem pelo processo de ecdise. Encontramos que o canibalismo ocorre em ambas as espécies, mas seus padrões foram espécie-específico. Para *T. pusillus*, o canibalismo não foi influenciado pela frequência alimentar nem pela densidade de indivíduos. Em contraste, *J. rochae*, apresentou um aumento significativo no canibalismo relacionado ao aumento da densidade de indivíduos. Esses resultados sugerem que espécies oriundas de habitats distintos podem sofrer diferentes pressões seletivas que influenciam diretamente na taxa de canibalismo.

**Palavras-chave:** Predação intraguilda, *Tityus pusillus*, *Jaguajir rochae*, ecologia alimentar, Buthidae.

## Introdução

O canibalismo é um tipo de interação intraespecífica desarmônica em que certas espécies de animais se alimentam de indivíduos de sua própria espécie (Fox, 1975; Polis, 1981). A densidade de indivíduos pode atuar como fator determinante para a ocorrência de canibalismo, isso ocorre porque, à medida que a população cresce, aumentam as chances de encontros e a competição por recursos entre os indivíduos (Polis, 1979, 1990; Bradley, 1982). Com densidades mais elevadas, devido ao aumento na competição por recursos, o canibalismo passa a ser frequente, principalmente em predadores generalistas (Warburg, 2000; Fox, 1975; Polis e McCormick, 1987). Em poças temporárias, a ocorrência de canibalismo em larvas de libélulas é fortemente influenciada pela densidade de indivíduos (Buskirk, 1989). De modo similar, densidade de larvas de moscas *Drosophila* sp. é fortemente relacionada com a ocorrência de canibalismo (Fisher et al., 2021).

Além da densidade, a idade dos indivíduos pode influenciar na predação intraespecífica e predominar em algum estágio de desenvolvimento. No percevejo *Podisus distinctus* Stal, 1860 as ninfas apresentam maior predação em seus coespecíficos do que os adultos (Sá, 2011; Gyawaly, 2011). Contudo, muitos predadores apresentam as populações estruturadas pelo tamanho dos indivíduos (Claessen et al., 2004; Cooper jr et al., 2015). Por exemplo, caranguejos *Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758 com a carapaça inferior a 60 mm são mais vulneráveis a predação por coespecíficos do que indivíduos maiores (Marshall et al., 2005). Deste modo, o canibalismo desempenha um papel significativo como interação que influencia a estrutura populacional dos predadores (Polis, 1981; Rudolf, 2006; Leonardsson et al., 1991).

O fluxo de energia dos ambientes também pode influenciar na ocorrência do canibalismo. A disponibilidade de alimentos na natureza é influenciada por variações sazonais, sendo a escassez uma restrição enfrentada pelos organismos que vivem em habitats fortemente sazonais (Lida & Fujisaki, 2007; McNamara et al., 1987; Lima and Dill, 2011; Brown and Kotler, 2004). Por exemplo, indivíduos da salamandra *Salamandra salamandra* Linnaeus, 1758 de ambientes com pouco recursos alimentares apresentam uma maior propensão ao canibalismo do que indivíduos com alta oferta de alimento (Melotto et al., 2019). Portanto, em habitats onde existe escassez de recursos alimentares (Ho e Dawson, 1966; Fox, 1975) o canibalismo pode representar uma boa estratégia de sobrevivência, aumentando a quantidade de recursos alimentares disponíveis e também alterando a relação competitiva existente (Fox, 1975; Johansson, 1992; Fincke, 1994).

A ocorrência de canibalismo tem sido frequentemente observada em ambientes naturais em um importante grupo de artrópodes predadores, os escorpiões (Polis, 1981). Estudos anteriores sugerem que os principais predadores desses aracnídeos são outros escorpiões de maior porte (Claessen et al., 2004; Moreira et al., 2022; Carter et al., 2018; Polis e McCormick, 1987). De acordo com Moreira et al. (2022) fatores como o tamanho corporal e a heterogeneidade ambiental são determinantes no canibalismo em escorpiões. Esses autores encontraram que o canibalismo de juvenis por adultos do escorpião *Tityus pusillus* Pocock, 1893 foi mitigado pelo aumento da heterogeneidade ambiental. Esses animais são considerados como predadores generalistas com elevada intolerância a outros indivíduos e com baixa taxa metabólica (Sinclair et al., 2002; Araújo et al., 2010). O baixo metabolismo dos escorpiões reflete em um incremento na biomassa e consequente aumento na abundância de indivíduos em ambientes com alta oferta de alimentos (Lighton et al., 2001). Podendo aumentar assim as chances de encontro e a probabilidade de canibalismo entre esses animais (Polis e McCormick, 1987; Lighton et al. 2001; Moreira et al. 2022).

Visando aumentar o conhecimento sobre os fatores determinantes da ocorrência de canibalismo em escorpiões nesse estudo nós investigamos os efeitos da densidade e frequência alimentar em juvenis oriundos de habitats sazonalmente contrastantes. Portanto, testamos as seguintes hipóteses: I) O canibalismo será positivamente relacionado com o aumento na densidade de indivíduos e II) animais expostos a uma dieta restritiva apresentarão uma maior taxa de canibalismo.

## **Materiais e métodos**

### *Obtenção e manutenção dos escorpiões*

Para o presente estudo foram utilizadas duas espécies de escorpiões, *T. pusillus* representante da Mata Atlântica e *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910) representante da Caatinga. Essas espécies foram escolhidas por ser consideradas como as dominantes em seus respectivos biomas de ocorrência (Lira et al. 2018). Os animais foram obtidos através de buscas ativas durante o período noturno (19:00-23:00 h). Indivíduos fêmeas de *T. pusillus* foram coletados na Estação Ecológica do Tapacurá (8°02'27.8"S; 35°11'46.3"O) uma área composta por três remanescentes de Mata Atlântica com cerca de 800 ha classificados como Floresta Estacional Semidecidual de Terras baixas, localizada no município de São Lourenço da Mata, estado de Pernambuco. O clima na região é quente e úmido, com período chuvoso entre março e julho e precipitação julho média de 1.800 mm/ano (Climate-Data 2023). Indivíduos fêmeas de *J. rochae* foram coletados em uma área de Caatinga arbóreo-arbustiva localizada no município de Nova Palmeira (6°38'38,71" S; 36°27'1,07" O) no estado da Paraíba, Brasil. A área apresenta um clima caracterizado como semiárido quente (BSh) e uma temperatura e pluviosidade média anual de 24.2 °C e 340 mm respectivamente (Climate-Data 2023).

Os indivíduos foram trazidos para o laboratório onde foram mantidos em condições naturais com temperatura de 24°C ± 2°C e 80% ± 5% de umidade relativa em um fotoperíodo de 12:12h. As fêmeas grávidas (apresentando embriões visíveis através da pleura do mesossoma) foram individualizadas em recipientes plásticos (6,5cm x 8,5cm x 10cm) com eppendorf contendo algodão embebido em água e um pedaço de papelão para abrigo até o nascimento dos juvenis. Os animais foram alimentados semanalmente com baratas da espécie *Nauphoeta cinerea* (Oliver, 1789).

### *Efeito da frequência alimentar e densidade sobre o canibalismo*

Após o nascimento dos juvenis, os animais foram separados uma semana após a primeira ecdise e mantidos em potes de plástico transparentes (7,5 cm de altura x 11,5 cm de diâmetro) contendo um de papelão como abrigo e um eppendorf contendo algodão embebido em água como fonte hídrica. Para avaliar o efeito da frequência alimentar sobre a ocorrência de canibalismo, os escorpiões de ambas as espécies foram acomodados em dois grupos experimentais: I) alimentação quinzenal e II) alimentação semanal. Adicionalmente foram criados grupos para a avaliação do efeito da densidade sobre o canibalismo: III) 5 indivíduos e IV) 10 indivíduos. Deste modo, os seguintes subgrupos foram criados: A) alimentação quinzenal + 5 indivíduos; B) alimentação quinzenal + 10 indivíduos; C) alimentação semanal + 5 indivíduos e D) alimentação semanal + 10 indivíduos. Para cada subgrupo foram utilizadas 15 réplicas. As inspeções sobre a ocorrência de canibalismo foram realizadas diariamente até a realização de ecdise dos juvenis. Isso foi adotado para evitar o efeito do tamanho corporal sobre o canibalismo.

#### *Análise de dados*

Os efeitos da densidade de indivíduos e frequência alimentar sobre a porcentagem de canibalismo nos escorpiões juvenis de *T. pusillus* e *J. rochae* foram investigados através de modelos lineares. A porcentagem de escorpiões canibalizados foi transformada em arco seno para otimizar os modelos e atingir os critérios de normalidade e homoscedasticidade dos dados. Deste modo, a porcentagem transformada foi utilizada como variável resposta nos modelos lineares, dos quais foram explicados por duas variáveis categóricas: densidade de indivíduos (alta e baixa) e a frequência alimentar (semanal e quinzenal). As inspeções sobre o ajuste dos modelos foram realizadas através de gráficos de distribuição dos resíduos. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software Past (Hammer et al. 2011).

### **Resultados**

Os efeitos da densidade de indivíduos e frequência alimentar na ocorrência de canibalismo em juvenis foram diferentes entre *T. pusillus* e *J. rochae*. Para *T. pusillus*, o canibalismo ocorreu independentemente da densidade de indivíduos (Tabela 1), apesar de ter ocorrido com maior frequência na dieta semanal em baixas densidades (Figura 1A) e quinzenal em altas densidades (Figura 1B). Resultados similares foram encontrados em relação aos efeitos da oferta de alimento (Tabela 1), com o canibalismo sendo registrado em maior número na dieta semanal com baixa densidade (Figura 1C) e na dieta quinzenal com alta densidade (Figura 1D). Contudo,

em *J. rochae* foi encontrada uma tendência de aumento do canibalismo no grupo de baixa densidade com o maior espaçamento da oferta de alimentos (Figura 2A). Em relação ao grupo de alta densidade, o canibalismo ocorreu de modo similar independente da oferta de alimentos (Figura 2B). O aumento da densidade de indivíduos resultou em um acréscimo significativo no canibalismo no grupo de alimentação semanal (Tabela 1, Figura 2C). Sendo esse efeito mitigado no grupo de alimentação quinzenal (Figura 2D).

## Discussão

Este estudo investigou os efeitos de diferentes níveis de oferta de alimento e da densidade populacional de juvenis das espécies de escorpiões *T. pusillus* e *J. rochae* no índice de canibalismo. Os resultados encontrados mostraram que tanto a densidade quanto a oferta de alimento influenciam no canibalismo de modo diferente as espécies analisadas. No que diz respeito a *T. pusillus*, não foi observada uma diferença significativa no índice de canibalismo em relação a ambos os fatores. Independentemente do tratamento ao quais os juvenis foram submetidos, o canibalismo ocorreu de forma frequente. Estudos prévios indicam que a ocorrência de canibalismo nos estágios iniciais de desenvolvimento indica a presença de taxas de predação elevadas, sujeitando os juvenis a uma intensa pressão predatória desde o nascimento (Lira et al., 2020).

Indivíduos juvenis de *T. pusillus* são recorrentemente registrados sendo predados por outros artrópodes e até mesmo indivíduos adultos da sua espécie (Silva-Júnior et al., 2021; Lira et al., 2017). Considerando que no presente estudo, nós padronizamos o tamanho corporal dos indivíduos, a complexidade do ambiente parece ser um fator chave para a ocorrência de canibalismo em *T. pusillus*. De acordo com Lira et al. (2018) existe uma segregação espacial onde os juvenis desta espécie utilizam as camadas mais profundas da serrapilheira para evitar encontros com adultos. Resultados similares foram encontrados para juvenis de *Smeringurus mesaensis* (Stahnke, 1957) que apresentam hábitos diferenciados dos adultos como ocupação de nichos distintos a fim de minimizar o canibalismo (Polis, 1988; Polis, 1980). Em adição, através de um ensaio comportamental em laboratório utilizando *T. pusillus*, foi registrado que o canibalismo é reduzido com o incremento da complexidade ambiental (Moreira et al. 2022). Portanto, fatores como frequência alimentar e densidade de indivíduos não representam um papel importante na ocorrência de canibalismo em *T. pusillus*.

Em contraste, o canibalismo foi acentuado com o aumento da densidade de indivíduos em *J. rochae*. Deste modo, uma possível explicação para a relação entre o canibalismo e a densidade pode estar relacionada com as dificuldades impostas pelo ambiente onde *J. rochae* é

encontrado. Essa espécie de escorpião é considerada como um elemento típico da Caatinga (Esposito et al., 2017), um ecossistema semiárido que apresenta elevada sazonalidade com períodos de chuvas curtos e até mesmo escassos (Leal et al., 2003). Portanto, o aumento da densidade de indivíduos representa um incremento na competição por recursos como abrigos e alimentos (Li et al., 2020; Richardson et al., 2010). Por exemplo, em regiões áridas a alta densidade populacional de *S. mesaensis* resulta em um aumento significativo na taxa de canibalismo, o que, por sua vez, pode contribuir para a regulação da população (Polis, 1980). De modo similar, os nossos resultados parecem suportar o cenário de elevada competição em *J. rochae* onde o canibalismo atua como um fator de regulação populacional.

Estudos anteriores com escorpiões têm demonstrado que o tipo do habitat onde o animal vive apresenta um importante papel na história de vida destes invertebrados. Por exemplo, Cunha et al. (2022) encontraram que os indivíduos de Caatinga utilizam menos o seu ferrão e se movem rapidamente com a presa para poder se alimentar quando comparados com os da Mata Atlântica. De acordo com esses autores, esses comportamentos apresentados por escorpiões da Caatinga pode ser uma adaptação para mitigar o gasto energético com a peçonha e diminuir a exposição a possíveis predadores durante a alimentação. Portanto, a diferença encontrada na ocorrência de canibalismo entre duas espécies de escorpião dominante pode estar relacionada ao tipo de ambiente onde os animais vivem. No caso de *T. pusillus*, a complexidade do ambiente parece exercer um papel mais importante do que a densidade e a oferta de alimento. Enquanto que para *J. rochae* ocorreu uma resposta densidade-dependente na ocorrência de canibalismo. Portanto, ressaltamos que não existe uma resposta única para os escorpiões devendo-se levar em conta o tipo de ambiente onde o animal vive para compreender quais fatores são determinantes para a ocorrência de canibalismo.

## Referências

- A.F.A. Lira, A.M. DeSouza, and C.M.R. Albuquerque. 2018. Environmental variation and seasonal changes as determinants of the spatial distribution of scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. *Canadian Journal of Zoology*, [Detalhes da página e volume].
- ARAÚJO, C. S. et al. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in northeastern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, v. 27, n. 3, p. 372-376, 2010.

BRADLEY, R.A. Digestion time and reemergence in the desert grassland scorpion *Paruroctonus utahensis* (Williams) (Scorpionida, Vaejovidae). *Oecologia*, v. 55, n. 3, p. 316-318, 1982.

Brown, J.S.; Kotler, B.P. Hazardous duty pay and the foraging cost of predation. *Ecological Letters*, v. 7, p. 999-1014, 2004.

Carter, S.K.; Vodopich, D.; Crumrine, P.W. Heterogeneity in body size and habitat complexity influence community structure. *Journal of Freshwater Ecology*, v. 33, p. 239-249, 2018.

Claessen, D.; de Roos, A.M.; Persson, L. Population dynamic theory of size-dependent cannibalism. *Proceedings of the Royal Society of London B*, v. 271, p. 333-340, 2004.

Claessen D, de Roos AM, Persson L. Population dynamic theory of size-dependent cannibalism. *Proc Biol Sci*. 2004 Feb 22;271(1537):333-340.

CLIMATE DATA. Clima Nova Palmeira (Brasil). Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/paraiba/nova-palmeira-312318/>. Acesso em: 03 jun. 2023.

CLIMATE DATA. Clima Recife (Brasil). Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/peernambuco/recife-5069/>. Acesso em: 25 jun. 2023.

Cooper, W.E.; Dimopoulos, I.; Pafilis, P. Sex, Age and Population Density Affect Aggressive Behaviors in Island Lizards Promoting Cannibalism. *Ethology* 2015, 121, 260–269.

ESPOSITO, Lauren A. et al. Systematic Revision of the Neotropical Club-Tailed Scorpions, *Physoctonus*, *Rhopalurus*, and *Trogloorhopalurus*, Revalidation of *Heteroctenus*, and Descriptions of Two New Genera and Three New Species (Buthidae: *Rhopalurusinae*). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 415, p. 1-134, 2017.

Fincke, O.M. Population regulation of a tropical damselfly in the larval stage by food limitation, cannibalism, intraguild predation and habitat drying. *Oecologia*, v. 100, p. 118-127, 1994.

Fisher, A.M.; Page, S.L.; Manser, A.; Lewis, D.R.; Holwell, G.I.; Wigby, S. Relatedness modulates density-dependent cannibalism rates in *Drosophila*. *Funct. Ecol.* 2021, 89, 1788–1798.

Fox, L. R. (1975). Cannibalism in Natural Populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 6(1), 87–106.

- Gyawaly, Sudan, "Feeding Behavior of *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae): Implications for Mass Rearing and Biological Control" (2011). Graduate Theses, Dissertations, and Problem Reports. 4727.
- HO, F. K.; DAWSON, P. S. Egg cannibalism by *Tribolium* larvae. *Ecology*, v. 47, p. 318-322, 1966.
- JOHANSSON, F. Effects of zooplankton availability and foraging mode on cannibalism in three dragonfly larvae. *Oecologia*, v. 91, p. 179-183, 1992.
- John R. B. Lighton, Philip H. Brownell, Barbara Joos, Robbin J. Turner; Low Metabolic Rate in Scorpions: Implications for Population Biomass and Cannibalism. *J Exp Biol* 1 February 2001; 204 (3): 607–613.
- LEAL, Inara Roberta. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária UFPE, 2003.
- LEONARDSSON, K. Effects of cannibalism and alternative prey on population dynamics of *Saduria entomon* (Isopoda). *Ecology*, v. 72, p. 1273-1285, 1991.
- LI, J.; ZHU, X.; LIN, X.; LI, J. Impact of cannibalism on dynamics of a structured predator–prey system. *Applied Mathematical Modelling*, v. 78, p. 1-19, 2020.
- Lima, S.L.; Dill, L.M. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, v. 68, n. 4, p. 619-640, 2011.
- LIRA, A.F.A.; DESOUSA, A.M.; ALBUQUERQUE, C.M.R. Report of intraguild predation and cannibalism in scorpions (Scorpiones: Buthidae) in the Brazilian Atlantic forest. *North-Western Journal of Zoology*, e167302, 2017.
- Lira, A.F.A., Almeida, F.M.F. & Albuquerque, C.M.R. Reaction under the risk of predation: effects of age and sexual plasticity on defensive behavior in scorpion *Tityus pusillus* (Scorpiones: Buthidae). *J Ethol* 38, 13–19 (2020).
- Marshall, S., Warburton, K., Paterson, B., & Mann, D. (2005). Cannibalism in juvenile blue-swimmer crabs *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1766): effects of body size, moult stage and refuge availability. *Applied Animal Behaviour Science*, 90(1), 65–82.
- Melotto, A., Ficetola, G.F. & Manenti, R. Safe as a cave? Intraspecific aggressiveness rises in predator-devoid and resource-depleted environments. *Behav Ecol Sociobiol* 73, 68 (2019).

Moreira, M.O.M., Araújo, V.L.N., Foerster, S.Í.A. et al. Relationship between body size and habitat heterogeneity on cannibalism and intraguild predation in scorpions. *Biologia* 77, 2867–2873 (2022).

McNamara, J.M.; Houston, A.I. Starvation and predation as factors limiting population size. *Ecology*, v. 68, p. 1515-1519, 1987.

PESSOA, Vinicius B.; MOURA, Geraldo J. B.; LIRA, André F. A. Influence of predator density in foraging behavior and microhabitat choice on litter-dwelling scorpions. *Neotropical Biodiversity*, v. 8, n. 1, p. 297-300, 2022.

POLIS, G.A. Prey and feeding phenology of the desert sand scorpion *Paruroctonus mesaensis* (Scorpionidae: Vaejovidae). *Journal of Zoology*, v. 188, n. 3, p. 333-346, 1979.

POLIS, G.A. The effect of cannibalism on the demography and activity of a natural population of desert scorpions. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 7, p. 25-35, 1980.

POLIS, G.A. Exploitation Competition and the Evolution of Interference, Cannibalism, and Intraguild Predation in Age/Size-Structured Populations. In: Ebenman, B., Persson, L. (eds) *Size-Structured Populations*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1988.

POLIS, G.A. The Evolution and Dynamics of Intraspecific Predation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 12, n. 1, p. 225-251, 1981.

POLIS, G.A. *The biology of scorpions*. Stanford: Stanford University Press, 1990. 244p.

Polis, G. A., and S. J. McCormick. 1987. Intraguild predation and competition among desert scorpions. *Ecology* 68:332–343.

RICHARDSON, M.L.; MITCHELL, R.F.; REAGEL, P.F.; HANKS, L.M. Causes and consequences of cannibalism in noncarnivorous insects. *Annual Review of Entomology*, v. 55, p. 39-53, 2010

RUDOLF, V.H.W. The influence of size-specific indirect interactions in predator-prey systems. *Ecology*, v. 87, p. 362-371, 2006.

SÁ, Veríssimo Gibran Mendes de. Cannibalism in the predator *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae): population and behavioral aspects. 2011. 82 f. Tese (Doutorado em Ciência entomológica; Tecnologia entomológica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

SILVA-JÚNIOR, A.O.; BARBOSA-DA-SILVA, H.R.; FEITOSA, M.L.B.; LIRA, A.F.A. Intraguild predation in Brazilian Atlantic Forest scorpions: report of *Tityus brazilae* Lourenço & Eickstedt, 1984 preying on *Tityus pusillus* Pocock, 1893 (Scorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, v. 39, p. 133-134, 2021.

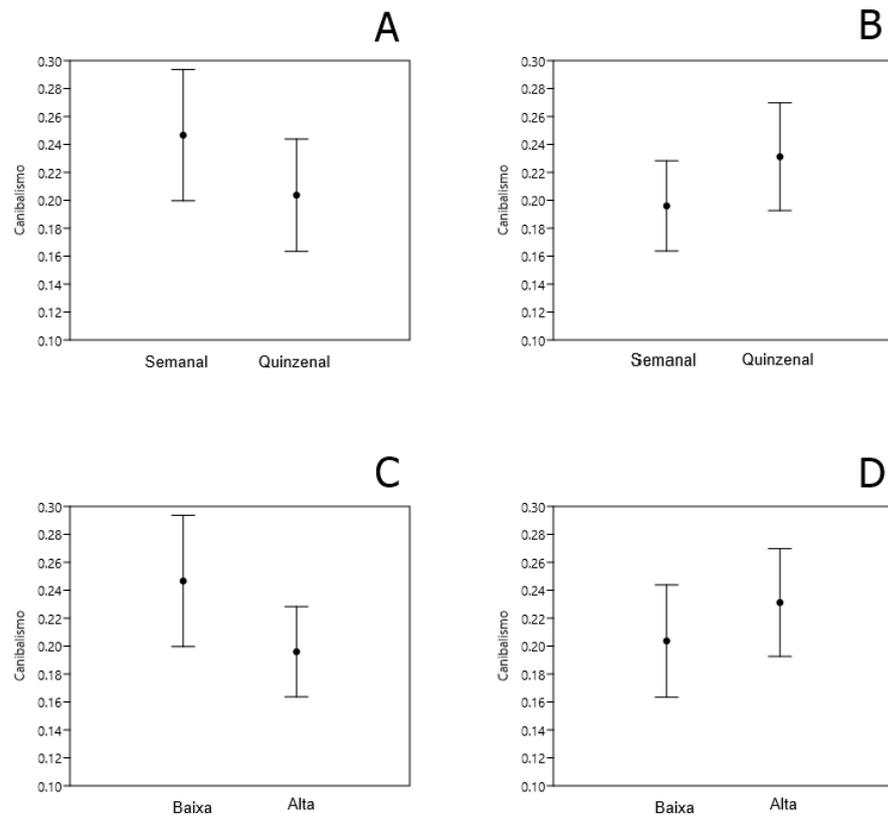
SINCLAIR, A. R. E.; KREBS, C. J. Complex numerical responses to top–down and bottom–up processes in vertebrate populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 357, n. 1425, p. 1221-1231, 2002.

Van Buskirk, Josh. “Density-Dependent Cannibalism in Larval Dragonflies.” *Ecology* 70, no. 5 (1989): 1442–49.

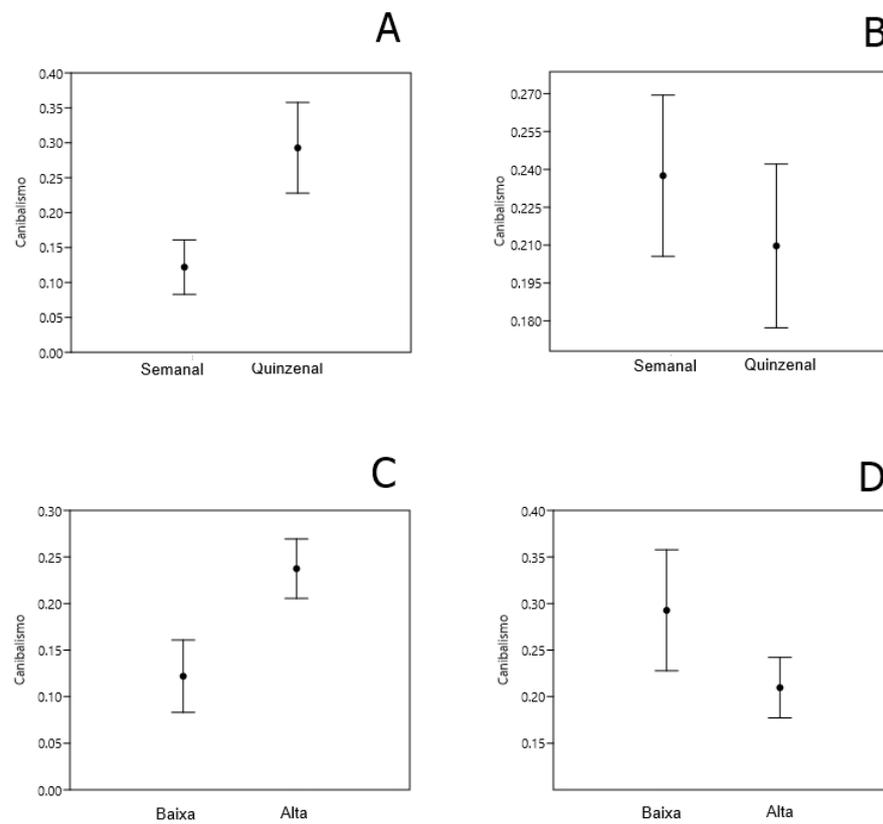
Warburg, M. Intra- and interspecific cohabitation of scorpions in the field and the effect of density, food, and shelter on their interactions. *J Ethol* 18, 59–63 (2000).

**Tabela 1.** Sumário dos modelos lineares sobre os efeitos da densidade de indivíduos e frequência alimentar no canibalismo em juvenis de *Tityus pusillus* e *Jaguajir rochae*. Em negrito a variável significativa.

Variável preditora	Estimativa ± EP	<i>T</i>	<i>P</i>
<i>Tityus pusillus</i>			
Baixa densidade	0,2516 ± 0,0636	-0,4772	0,6369
Alta densidade	0,1455 ± 0,0499	1,5603	0,1299
Dieta semanal	0,1879 ± 0,0588	0,6499	0,5210
Dieta quinzenal	0,2213 ± 0,0573	-0,0775	0,9340
<i>Jaguajir rochae</i>			
Baixa densidade	0,0797 ± 0,0797	1,8336	0,0773
Alta densidade	0,2147 ± 0,0469	0,2159	0,8305
Dieta semanal	0,0698 ± 0,0509	2,4694	<b>0,0198</b>
Dieta quinzenal	0,3103 ± 0,0750	-0,9021	0,3746



**Figura 1.** Porcentagem de indivíduos de *Tityus pusillus* canibalizados de acordo com a densidade e frequência alimentar. A) Baixa densidade, B) Alta densidade, C) Dieta semanal e D) Dieta quinzenal.



**Figura 2.** Porcentagem de indivíduos de *Jaguajir rochae* canibalizados de acordo com a densidade e frequência alimentar. A) Baixa densidade, B) Alta densidade, C) Dieta semanal e D) Dieta quinzenal.

## 7 CONCLUSÃO

No presente estudo, investigar o papel da densidade de indivíduos e frequência alimentar na ocorrência de canibalismo em escorpiões juvenis oriundos da Caatinga e Mata Atlântica. As respostas encontradas foram espécies-específicas com o canibalismo em *T. pusillus* ocorrendo de modo independente dos fatores analisados. Contudo, *J. rochae* apresentou uma resposta densidade-dependente com o canibalismo sendo acentuado pelo aumento da densidade de indivíduos. Os nossos resultados sugerem que fatores associados ao tipo de ambiente onde a espécie vive tenham um papel importante na ocorrência de canibalismo em escorpiões.