



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**KATHERINE FALCÃO ARAÚJO**

**EFEITOS DO GRADIENTE ALTITUDINAL EM ASSEMBLEIAS DE  
MYGALOMORPHAE EDÁFICAS (ARACHNIDA:ARANEAE) EM ÁREA DE  
ENCLAVE ÚMIDO DO DOMÍNIO CAATINGA**

**FORTALEZA**

**2023**

KATHERINE FALCÃO ARAÚJO

EFEITOS DO GRADIENTE ALTITUDINAL EM ASSEMBLEIAS DE  
MYGALOMORPHAE EDÁFICAS (ARACHNIDA: ARANEAE) EM ÁREA DE ENCLAVE  
ÚMIDO DO DOMÍNIO CAATINGA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia Terrestre

Orientador: Prof. Dr. Jober Fernando Sobczak

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A689e Araújo, Katherine Falcão.  
Efeitos do gradiente altitudinal em assembleias de mygalomorphae edáficas (arachnida: araneae) em  
área de enclave úmido do domínio caatinga / Katherine Falcão Araújo. – 2023.  
53 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação  
em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Jober Fernando Sobczak.

1. Aranhas. 2. Floresta úmida. 3. Semiárido. 4. Altitude. I. Título.

CDD 577

---

KATHERINE FALCÃO ARAÚJO

EFEITOS DO GRADIENTE ALTITUDINAL EM ASSEMBLEIAS DE  
MYGALOMORPHAE EDÁFICAS (ARACHNIDA: ARANEAE) EM ÁREA DE ENCLAVE  
ÚMIDO DO DOMÍNIO CAATINGA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia Terrestre

Aprovada em: 31/01/2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Jober Fernando Sobczak (Orientador)  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)

---

Prof. Dr. José Moacir de Carvalho Araújo Júnior  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

---

Prof. Dr. Silvio Felipe Barbosa de Lima  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES). Agradeço ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides da Região Sudeste Brasileira (HYMPAR/Sudeste – CNPq/FAPESP/CAPES), FUNCAP-BPI (J. F. Sobczak) pelo apoio financeiro.

Ao Prof. Dr. Jober Fernando Sobczak, pela orientação.

Aos professores membros da banca, Dr. José Moacir de Carvalho Araújo Júnior e Dr. Silvio Felipe Barbosa de Lima.

Aos taxonomistas Leonardo Carvalho e José Paulo Leite Guadanucci pela identificação dos espécimes.

À minha mãe Ocilia pela sua dedicação e apoio à minha formação, bem como pela sua força e energia. Ao meu pai Araújo (in memoriam) que, mesmo ausente, foi figura fortemente inspiradora na minha vida. À minha irmã Michelle pela ajuda, afeto e empatia, principalmente nos momentos mais difíceis. Aos meus amados sobrinhos Gabriel e Miguel pelas experiências e momentos de felicidade compartilhados. Ao meu irmão Weverton pela sua leal amizade nutrida com tanto amor e paciência, em cada pensamento e ação seus, durante toda a minha vida. Você foi a figura intelectual, sensível e sábia que incentivou a minha curiosidade natural, me ensinou a valorizar as ciências, me inspirou a aprender com a natureza, a contemplar a existência, a vislumbrar as realidades e a amar as diversas formas de vida. Ao meu companheiro Dewison Silfarney, pela parceria, conversas e por seu amor a mim e à preciosa matilha: Kali, Dêgo e Kiara, durante todos esses anos compartilhados. Aos meus amigos extramuros da Universidade que, mesmo longe, estiveram sempre presentes e são fundamentais na minha vida. Ao meu amigo Raul Azevedo, pelos ensinamentos e também pelas prosas sobre a vida. A todos esses que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à minha formação. Aos meus colegas do PPGERN e do grupo de pesquisa do laboratório de Ecologia e Evolução da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB pelos momentos compartilhados em campo e em laboratório.

Aos professores do PPGERN pelos ensinamentos, mesmo com todos os obstáculos enfrentados durante um período pandêmico e crítico política, ambiental e economicamente.

Agradeço a todos esses “fios-guia” que contribuíram de algum modo para o desenvolvimento deste trabalho, bem como para o meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional.

## RESUMO

A biodiversidade e as variedades das estruturas espaciais dos ecossistemas derivam de um antigo e constante processo de formação que inclui combinações de condições e recursos abióticos; e dos organismos existentes nesses lugares, ambos compartilhados sob mesmo espaço e tempo. Dentre esses organismos, as aranhas se apresentam amplamente distribuídas nos mais diferentes extratos ecossistêmicos e constituem modelos para se estudar como respondem às alterações de condições e recursos em função de gradientes estabelecidos. No entanto, os estudos sobre a diversidade de aranhas são distribuídos desproporcionalmente no Brasil e as regiões semiáridas são consideradas as menos estudadas. Inseridos nesses ambientes, podem ocorrer grandes formações geomorfológicas elevadas com resquícios de vegetação de mata úmida conhecidas como Brejos de Altitude, os quais fornecem conjuntos ecossistêmicos ricos e complexos distribuídos em sua extensão vertical e abrigam diversas espécies de organismos. Dentre esses, o Maciço de Baturité-CE ainda é pouco amostrado para a fauna de aranhas, principalmente as inseridas na infraordem Mygalomorphae. Este trabalho objetivou realizar um levantamento das aranhas Mygalomorphae edáficas em um enclave úmido do Maciço de Baturité inserido ao longo de um gradiente altitudinal existente, investigando assim as suas distribuições espaciais. Para a realização desse estudo, foram realizadas coletas mensais durante o período de um ano em cinco pontos de altitude distintos distribuídos ao longo do gradiente, abrangendo os municípios de: Redenção (2 pontos), Pacoti (1 ponto) e Guaramiranga (2 pontos). As coletas foram feitas por meio do uso de 10 conjuntos de baterias de armadilhas de queda, conhecidas como *pitfall traps* (uma bateria é igual ao conjunto de 5 *pitfall traps* distribuídos em forma de cruz), por faixa altitudinal, totalizando, dessa forma, 50 armadilhas em cada um dos cinco pontos de altitude. Para a medição da altitude foi utilizado GPS e os dados das variáveis climáticas foram extraídos do banco de dados do site da WorldClim, utilizando-se resolução de 30'' (aproximadamente 1 km<sup>2</sup>). O material coletado foi triado e identificado à nível de morfoespécies/espécies e analisados através de estatísticas univariadas e multivariadas objetivando caracterizar a distribuição temporal e espacial das aranhas coletadas em função do gradiente altitudinal, bem como sua correlação com a pluviosidade e número de presas (abundância de insetos) na área de Brejo de Altitude.

**Palavras-chave:** araneae; altitude; floresta úmida; mata atlântica; caranguejeiras.

## ABSTRACT

Spatial biodiversity and the varieties of ecosystem structures derive from an ancient and constant process of formation that includes variations in conditions and an ecosystem; and of organisms in these places, both shared under the same space and time. Among these organisms, spiders are widely disseminated in the most different models to improve themselves as resources due to changes in conditions and defined gradients. However, studies on spider diversity are proportionally distributed in Brazil and as less. Inserted in these species of geographic extension can occur large forms with remnants of species of vegetation of tropical extension, the sets of ecological species of high extension can shelter diverse species of species of animals. Among these, the Baturité Massif-CE is still poorly sampled for spider fauna, mainly as embedded in the infraorder Mygalomorphae. This work aimed to carry out a survey of edaphic Mygalomorphae spiders in a humid enclave of the Maciço de Baturité inserted along an existing altitudinal gradient, thus investigating their spatial distributions. To carry out this study, monthly collections were carried out over a period of one year at five different altitude points distributed along the gradient, covering the municipalities of: Redenção (2 points), Pacoti (1 point) and Guaramiranga (2 points). The collections were made through the use of 10 sets of pitfall traps, known as pitfall traps (one battery is equal to the set of 5 pitfall traps distributed in a cross shape), per altitudinal range, thus totaling 50 traps at each of the five altitude points. A GPS was used to measure altitude and data on climate variables were extracted from the database on the WorldClim website, using a resolution of 30'' (approximately 1 km<sup>2</sup>). The collected material was sorted and identified at the morphospecies/species level and analyzed using univariate and multivariate statistics, aiming to characterize the temporal and spatial distribution of the collected spiders as a function of the altitudinal gradient, as well as its correlation with rainfall and number of prey (abundance of insects) in the area of Brejo de Altitude.

**Keywords:** araneae; altitude; rainforest; atlantic forest; tarantula spiders.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Geral.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Específicos .....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 1: EFEITOS DO GRADIENTE DE ALTITUDE EM UMA ASSEMBLEIA DE ARANHAS MYGALOMORPHAE EDÁFICAS EM UM ENCLAVE ÚMIDO EM ÁREA DE DOMÍNIO CAATINGA.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Material e métodos .....</b>	<b>24</b>
<i>3.2.1</i>	<i>Área de Estudo .....</i>	<i>24</i>
<i>3.2.2</i>	<i>Amostragem .....</i>	<i>25</i>
<i>3.2.3</i>	<i>Análises Estatísticas .....</i>	<i>25</i>
<b>3.3</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>26</b>
<b>3.4</b>	<b>Discussão.....</b>	<b>31</b>
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO 2: EFEITOS DA PLUVIOSIDADE EM UMA ASSEMBLEIA DE ARANHAS CARANGUEJEIRAS (ARANEAE: MYGALOMORPHAE) EM UMA ÁREA DE BREJO DE ALTITUDE. ....</b>	<b>39</b>
<b>5.1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>42</b>
<b>5.2</b>	<b>Material e métodos .....</b>	<b>43</b>
<i>5.2.1</i>	<i>Área de Estudo .....</i>	<i>43</i>
<i>5.2.2</i>	<i>Amostragem .....</i>	<i>43</i>
<i>5.2.3</i>	<i>Obtenção de dados pluviométricos.....</i>	<i>44</i>
<i>5.2.4</i>	<i>Análises Estatísticas .....</i>	<i>44</i>
<b>5.3</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>45</b>
<b>5.4</b>	<b>Discussão.....</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A distribuição de espécies é delimitada, entre outros fatores, por padrões abióticos e geográficos, distribuídos em função de gradientes, como elevação de altitude, latitude, profundidade (Brown; Lomolino, 1998; Rahbek, 1995; Lomolino, 2001), e, sobretudo, os gradientes altitudinais variam geograficamente independentemente da latitude (Begon *et al.*, 2007), atuando como filtros dispersivos da distribuição das espécies (Vellend *et al.*, 2010).

De acordo com a teoria de Biogeografia de Ilhas (MacArthur; Wilson, 1967), o número de espécies que habita uma ilha é o resultado do equilíbrio entre as taxas de emigração e imigração, onde esse equilíbrio leva em consideração o tamanho da ilha e a distância da ilha em relação ao continente. Desse modo, de acordo com a Teoria de MacArthur e Wilson (1967), ecossistemas montanhosos são pequenos e isolados de outras áreas montanhosas, e neles podem haver taxas de extinção relativamente altas e baixas taxas de emigração das porções mais elevadas para mais baixas (MacArthur, 1972).

O declínio da riqueza de espécies em função da altitude é tido como um padrão (Rahbek, 1995), porém esta generalização pode diferir em função dos táxons (Owen, 1990) e localidades (Almeida-Neto *et al.*, 2006), de modo que aparentemente, o pico de riqueza em altitudes intermediárias seguido pelo seu declínio parece ser mais comum que o declínio linear da riqueza de espécies em função do gradiente de altitude (Rahbek 1995, Almeida-Neto *et al.* 2006). Desse modo, também se observa o Efeito Resgate de Rapoport, onde as espécies de altitude mais elevadas migram para as mais baixas (Stevens, 1992).

Estudos realizados em gradientes altitudinais têm mostrado efeitos distintos, possibilitando maior densidade de plantas e distinção na fitofisionomia (Ferraz *et al.*, 2003) e aumento da riqueza de espécies de plantas em função do gradiente altitudinal de 500 a 1000 metros (Silveira *et al.*, 2020). Para os invertebrados, em especial, aranhas, os efeitos do gradiente de altitude são diversificados. São observados efeitos relacionados ao decréscimo da riqueza de espécies (Otto; Svensson, 1982); maior riqueza concentrada em porções extremas do gradiente (Bosmans *et al.*, 1986) e tendência linear em redução da riqueza de espécies (McCoy, 1990).

A diversidade de aranhas pode variar tanto espacialmente quanto temporalmente, bem como entre e, em alguns casos, dentro da mesma localidade (Abdelmoniem *et al.* 2003), de modo que se verificou que a altitude, os fatores abióticos, como a umidade relativa e a temperatura, tiveram efeitos distintos, positivos e negativos, na abundância de diferentes famílias. Além disso, os micro-habitats e seus microclimas também podem afetar a

diversidade das aranhas (Abdelmoniem *et al.*, 2003; Foelix, 2011). Do mesmo modo, as barreiras geográficas que se manifestam ao longo dos gradientes de altitude restringem a dispersão e a composição das aranhas existentes (González-Reyes *et al.*, 2017), sugerindo a existência de limites de tolerâncias para muitas espécies em gradientes altitudinais elevados.

Observou-se que a distribuição dos artrópodes, incluindo aranhas, ao longo de um gradiente altitudinal na Região Noroeste da Argentina, sofreram influência das variáveis ambientais (como precipitação, temperatura, vegetação e tipos de solo), oferecidas ao longo do gradiente (González-Reyes *et al.*, 2017), de modo que a maior diversidade ocorreu nas zonas de altitudes inferiores até os 2.500m. De modo similar, observou-se que as aranhas sedentárias e criptozóicas da infraordem Mygalomorphae de um ambiente montanhoso da Argentina parecem depender fortemente de habitats típicos, pois um aumento acima de 100 mm na precipitação levou à diminuição da abundância da assembleia de aranhas (Ferretti *et al.*, 2012).

Dentre a categoria dos animais móveis, as aranhas podem constituir um ótimo grupo modelo para estudar a variação temporal na diversidade e abundância (Abdelmoniem *et al.*, 2003), além de sua visibilidade ascendente em estudos ecológicos como bioindicadoras de qualidade ambiental (Ferretti *et al.*, 2012) e sua relativa acessibilidade de investigação científica (Santos *et al.*, 2007a). A riqueza na ordem Araneae é uma das maiores no grupo dos invertebrados (Coddington; Levi, 1991), compondo a quinta maior ordem do grupo (Carvalho; Oliveira, 2016) e apresentando, atualmente, 50.746 espécies agrupadas em 132 famílias (World Spider Catalog, 2023).

As aranhas apresentam-se distribuídas em todas as regiões do planeta, exceto a Antártica (Foelix, 2011), sendo que a maior parte da sua diversidade é reportada para as regiões dos trópicos, (Santos *et al.*, 2007a), e cerca de 1/3 da sua riqueza de gêneros conhecidos ocorrendo nas zonas neotropicais (Carvalho; Oliveira, 2016), regiões essas que são famosas pela sua grande riqueza e abundância em espécies. Alguns grupos são endêmicos dessas áreas neotropicais, como aranhas Mygalomorphae, subfamília Theraphosinae (Miglio *et al.*, 2013), a qual é a mais diversa de Theraphosidae, com cerca de metade das espécies conhecidas de tarântulas (Pérez-Miles, 2020). Para as Mygalomorphae do Brasil, também se destaca um alto grau de endemismo além do pouco conhecimento sobre sua diversidade (Lewinsohn, 2005).

As assembleias de aranhas ainda são sub amostradas em grande parte da Região Neotropical. Estima-se que apenas 20% de sua biodiversidade seja conhecida (Carvalho *et al.*, 2014). No Brasil, as assembleias da Ordem Araneae também são pouco conhecidas em várias

regiões, de modo que, para o Semiárido brasileiro, por exemplo, a situação de desconhecimento reflete a escassez de estudos e muitos já realizados possuem pouca coleta ou até dados questionáveis, dificultando estudos mais elaborados (Brandão *et al.*, 2003).

Cerca de 60% da Região Nordeste ainda apresenta ausência de registros desses animais (Carvalho; Oliveira, 2016), o que gera um cenário preocupante, especialmente diante da pouca quantidade de publicações científicas com relação à dimensão da região (Lewinsohn, 2005). Contudo, esforços recentes têm ajudado a preencher essas lacunas de preenchimento (Carvalho; Avelino, 2010; Carvalho *et al.*, 2014, 2015; Azevedo *et al.*, 2016, 2017; Sobczak *et al.*, 2019a, 2019b, Sobczak *et al.*, 2019e), bem como estudos de história natural (Carvalho; Oliveira, 2016), comportamento e interações ecológicas também foram exploradas sobretudo em áreas de matas úmidas (Brescovit *et al.*, 2019; Sobczak *et al.*, 2019c; Sobczak *et al.*, 2019d; Sobczak *et al.*, 2020).

Em meio aos ambientes semiáridos, emergem os Brejos de Altitude, os quais correspondem a áreas de matas úmidas localizadas em zonas de altitude elevada (Locatelli; Machado, 2004). A Serra de Baturité é um exemplo de uma dessas áreas úmidas, antes revestidas de florestas, como em alguns brejos e áreas montanhosas (Silva *et al.*, 2003). A Serra é composta por alta riqueza de plantas vasculares, com espécies da Caatinga e com fitofisionomias típicas de Mata Atlântica (Oliveira; Araújo, 2007) que se apresentam fortemente devastadas pela ação antrópica, com sua vegetação primária de floresta subperenifólia reduzida a manchas, devido à alta degradação para uso agrícola (Souza; Oliveira, 2006).

A APA do Baturité (Área de Preservação Ambiental do Maciço do Baturité) (Semace, 2010) localizada no Maciço de Baturité abrange diversas localidades (incluindo Guaramiranga, Pacoti e Redenção) com importância alta para a conservação da biodiversidade, devido à ocorrência de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas (Brandão *et al.* 2003). O gradiente altitudinal encontrado na APA tem um grande potencial para afetar as comunidades de Mygalomorphae, mas vários ambientes ainda permanecem inexplorados.

Visamos investigar nesse trabalho como as assembleias de Mygalomorphae edáficas se distribuem ao longo de um gradiente altitudinal associado a um enclave úmido inserido no domínio Caatinga. **Assim, buscamos compreender: como as aranhas Mygalomorphae edáficas se expressam ao longo de um enclave úmido na Caatinga?** As condições ambientais como temperatura, umidade, pluviosidade associadas ao gradiente altitudinal devem influenciar na ocorrência das aranhas em cada estrato altitudinal. Assim, a primeira hipótese (I) proposta é que as assembleias de Mygalomorphae edáficas apresentam

distribuição em todos os estratos do gradiente de altitude. A previsão é que a riqueza e abundância de espécies dessas assembleias serão positivamente correlacionadas e o tamanho do cefalotórax (mm) será negativamente correlacionado com o gradiente de altitude.

A disponibilidade de recursos alimentares para os invertebrados sofre influência dos efeitos da sazonalidade das chuvas, tanto devido ao aumento da produção de biomassa, como aumento da taxa de decomposição (Swift, 1979; Machado *et al.*, 1997). Os artrópodes respondem a esses fatores exibindo alterações na densidade populacional e em sua diversidade (Hodkinson, 2005). A variação da abundância das espécies resulta da interação de processos bióticos e abióticos, sobretudo os abióticos vinculados à disponibilidade de água que, por sua vez, são dependentes de condições climáticas e de suas variações temporais (Tauber *et al.*, 1986; Wolda, 1978).

Em áreas de Domínio Semiárido, observa-se que fatores como a evapotranspiração elevada, a intensa radiação solar, a baixa pluviosidade e a disponibilidade hídrica são sazonais (Reyes-Lopez *et al.*, 2003; Barrow; Par, 2008). Em geral, no semiárido brasileiro a pluviosidade varia entre 300 -1000 mm anuais concentrados em períodos de até 5 meses, com flutuações interanuais e longos períodos de seca (Prado, 2003).

Para áreas inseridas no domínio semiárido, observa-se um aumento na riqueza de espécies, densidade e atividade na estação chuvosa, especialmente para comunidades de insetos (Vasconcellos *et al.*, 2007, 2010). Artrópodes predadores também respondem ao aumento da pluviosidade, de modo que a oferta de recursos alimentares favorece o aumento do número de predadores (Wise, 1993; Morin, 2011). Para artrópodes predadores do semiárido, tais como escorpiões e aranhas, também é observado o aumento da riqueza de espécies e aumento da atividade / densidade (Araújo *et al.*, 2010; Carvalho *et al.*, 2015; Lira *et al.*, 2018).

A literatura sobre os efeitos da sazonalidade pluviométrica nas assembleias de aranhas relata diferenças sazonais na sua abundância, bem como na ocorrência de guildas (Lubin, 1978; Nentwig, 1993). A riqueza de espécies de aranhas está fortemente relacionada com as variações de umidade e temperatura (Romero; Vasconellos-Neto, 2003; Carvalho *et al.*, 2015), bem como a alternância de dominância das famílias (Churchill, 1998). Predadores como aranhas são afetados pela disponibilidade de presas, sobretudo a de insetos (Uetz, 1975; Romero; Vasconcellos-Neto, 2003; Carvalho *et al.*, 2015). Por sua vez, os insetos são influenciados pelo aumento da pluviosidade e pela oferta de alimentos (Wolda, 1978; Moura *et al.*, 2006a, b; Vasconcellos *et al.*, 2007, 2010).

A pluviosidade causa efeitos distintos em assembleias de aranhas e tais efeitos se modificam em função das áreas semiáridas serem insulares ou continentais, de modo que, em áreas insulares, observou-se o aumento da densidade de aranhas devido chuvas sob efeito do *El Nino*, (Polis *et al.*, 1998) ou não apresentam correlação entre a abundância e riqueza de espécies com a pluviosidade em áreas continentais (Langlands *et al.*, 2006; Carvalho *et al.*, 2015). Para assembleias de aranhas associadas a gradientes altitudinais, as mudanças na abundância e composição da fauna são associadas a mudanças na temperatura e umidade (Malumbres-Olarte *et al.*, 2018).

O tipo de ambiente em função de sua pluviosidade (isto é, semiárido ou úmido) influencia a fenologia das aranhas (Langlands *et al.*, 2006; Carvalho *et al.*, 2015). Contudo, ainda não está claro como a variação pluviométrica mensal influencia a fenologia de aranhas em uma área de enclave úmido; como os Brejos de Altitude inseridos no Domínio Semiárido no Nordeste Brasileiro (Prado, 2003; Leal *et al.* 2005). A incorporação de fatores abióticos e bióticos aos estudos também se fazem necessários porque tais fatores variam em função dos gradientes altitudinais (Colwell; Lees, 2000; Romdal; Grytnes, 2007).

No ambiente semiárido, os Brejos de Altitude apresentam flora e fauna distintas daquelas existentes na Caatinga e diversidade mais elevada de espécies (Werneck, 2011). Entretanto, ainda não está claro **como o efeito da variação mensal da pluviosidade afeta a ocorrência das assembleias de aranhas Mygalomorphae edáficas, especialmente em áreas elevadas e isoladas no semiárido como os Brejos de Altitude**. Diante dessa incerteza, testamos a segunda hipótese (II): A abundância e riqueza de espécies varia de forma sincrônica com a variação anual da pluviosidade. A previsão 1 é que a abundância e a riqueza sejam positivamente correlacionadas com o aumento da pluviosidade. A previsão 2 é que o número de indivíduos será positivamente correlacionado com o aumento do número de presas.

Considerando o exposto, entendemos que esse trabalho pode contribuir para compreender como as assembleias de aranhas Mygalomorphae edáficas são influenciadas pela interação do gradiente de altitude e a pluviosidade. Esperamos conhecer quais espécies apresentam distribuição altitudinal mais ampla e quais apresentam distribuição mais restrita e como a pluviosidade afeta a sua dinâmica. Logo, esperamos observar como os fatores abióticos ao longo de um gradiente altitudinal afetam temporalmente as assembleias de aranhas Mygalomorphae edáficas ocorrentes ao longo de um enclave úmido do domínio semiárido.

## REFERÊNCIAS

- Abdelmoniem, H.E; Zalat, S; El-Naggar, M; Ghobashy, A. 2003. Spider diversity in relation to habitat heterogeneity and an altitudinal gradient in South Sinai, Egypt. **Egyptian Journal of Biology**, 5:129-137. Modern Press.
- Almeida-Neto, M.; Machado, G.; Pinto-Da-Rocha, R.; Giaretta, A.A. 2006. Harvestman (Arachnida:Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect to explain Rapoport's rule? **Journal of Biogeography**, 33:361-375.
- Araújo, C.S.; Candido, D.M.; Araújo, H.F.; Dias, S.C.; Vasconcellos, A. 2010. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in northeastern Brazil. **Zoologia**, 27(3): 372-376.
- Azevedo, R.; Menezes, K.G.; Barbosa, R.A.; Matos Neto, J.D.R.; Monteiro, J.O.N.; Coutinho, A.G.; Sales Júnior, L.G. 2017. Aranhas epígeas de um fragmento de mata em área urbana em Fortaleza, Ceará, Brasil. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, 1(2): 104–114.
- Azevedo, R.; Moura, E.S.; Lopes, A.S.; Carvalho, L.S.; Dias, S.C.; Brescovit, A.D. 2016. Arachnids from Araripe Plateau, Ceará, Brazil. **Check List**, 12(4): 1920.
- Barrow, L.; Parr, C.L. 2008. A preliminary investigation of temporal patterns in semiarid ant communities: variation with habitat type. **Austral Ecology**, 33(5): 653-662.
- Begon, M.; Townsend, C.R.; Harper, J.L. 2007. **Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas**. 4ªed, Artmed, Porto Alegre.
- Bosmans, R.; Maelfait, J.P.; Kimpe, A. 1986. Analysis of the spider communities in an altitudinal gradient in the French and Spanish Pyrenees. **Bulletin of British Arachnology Society**, 7(3):69-76.
- Brandão, C.R.F.; Cancellato, E.M.; Yamamoto, C.I. 2003. Terrestrial Invertebrates. In: Ministério do Meio Ambiente. (Org.). Evaluation of the state of knowledge on Biological diversity in Brazil. Executive summary. Brasília: MMA, 2003, v. 7, p. 1-64.
- Brescovit, A.D.; Villanueva, G.A.; Sobczak, J.C.M.S.M.; Nobrega, F.A.S. ; Oliveira, L. F.M.; Arruda, I.D.P.; Sobczak, J.F. 2019. *Macrophyes pacoti* n. sp. (Araneae: Anyphaenidae) from Brazilian Atlantic Forest, with notes on an araneopathogenic fungus. **Zootaxa**,4629: 294-300.
- Brown, J.H.; Lomolino, M.V. 1998. **Biogeography**. Sinauer Associates: Massachusetts. 704p.
- Carvalho, L. S.; Sebastian, N.; Araújo, H. F.; Dias, S. C.; Venticinque, E.; Brescovit, A. D.; Vasconcellos, A. 2015. Climatic variables do not directly predict spider richness and abundance in semiarid Caatinga vegetation, Brazil. **Environmental Entomology**, 44(1):54-63.
- Carvalho, L.S. 2015. Aracnídeos: quem são, por que estudá-los e como coletá-los?; pp.103–140, *In*: M.S.C.S. Lima; L.S. Carvalho and F. Prezoto (orgs.). **Métodos em Ecologia e Comportamento Animal**. Teresina, EDUFPI. 132 pp.

Carvalho, L.S.; Avelino, M.T.L. 2010. Composição e diversidade da fauna de aranhas (Arachnida, Araneae) da Fazenda Nazareth, município de José de Freitas, Piauí, Brasil. *Biota Neotropica*, 10, 21-31.

Carvalho, L.S.; Brescovit, A.D.; Santos, A.J.; Oliveira, U.; Guadanucci, J.P.L. 2014. Aranhas da Caatinga. pp:15-32. In: Bravo, F.R.Q.; Calor, A. (orgs). **Artrópodes do semiárido: biodiversidade e conservação**. 1ed. Feira de Santana: Printmídia, 298p.

Carvalho, L.S.; Oliveira, U. 2016. História natural de aracnídeos no semiárido. pp. 27-42. In: Bravo, F.; Calor, A.R. **Conhecendo os artrópodes do semiárido**. São Paulo, Métis Produção Cultural. 194pp.

Churchill, T.B. 1998. Spiders as ecological indicators in the Australian tropics: family distribution patterns along rainfall and grazing gradients. In: 1998. P. A. Selden (ed.). **Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology**, Edinburgh. Pp 325-330.

Coddington, J.A.; Levi, H.W. 1991. Systematics and evolution of spiders (Araneae). **Annual Review of Ecology and Systematics**, 22(1), 565-592.

Colwell, R.K.; Lees, D.C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. **Trends in Ecology and Evolution**, 15: 70-76.

Ferraz, E.M.N.; Rodal, N.; Sampaio, E.V.S.B. 2003. Physiognomy and structure of vegetation along an altitudinal gradient in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Phytocoenologia**, 33: 71-92.

Ferretti, N., Pompozzi, G., Copperi, S., Pérez-Miles, F., González, A. 2012. Mygalomorph spider community of a natural reserve in a hilly system in central Argentina. **Journal of Insect Science**, 12:31.

Foelix, R.F. 2011. **Biology of spiders**. Oxford University Press. New York. 330pp.  
González-Reyes, A.X.; Corronca, J.A.; Rodriguez-Artigas, S.M. 2017. Changes of arthropod diversity across an altitudinal ecoregional zonation in Northwestern Argentina. **PeerJ** 5:e4117.

Hodkinson, I.D. 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: Species and community responses to altitude. **Biological Reviews**, v.80, p.:489 – 513.

Langlands, P.R.; Brennan, K.E.C.; Pearson, D.J. 2006. Spiders, spinifex, rainfall and fire: Long-term changes in an arid spider assemblage. **Journal of Arid Environments**, 67: 36–59.

Leal, I.R.; Silva, J.M.C.; Tabarelli, M.; Lacher, T.E. 2005. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Conservation Biology**, 19:701–706.

Lewinsohn, T.M. 2005. **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**. Brasília: MMA. Vol. 1. 520p.

Lewinsohn TM, Prado PI. 2008. **Biodiversidade Brasileira: Síntese do estado atual do conhecimento**. São Paulo: Contexto.

- Lira, A.F.A.; DeSouza, A.M.; Albuquerque, C.M.R. 2018. Environmental variation and seasonal changes as determinants of the spatial distribution of scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. **Canadian Journal of Zoology**, 96(9): 963-972.
- Locatelli, E.; Machado, I.C. 2004. Fenologia das espécies arbóreas de uma mata serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, p.255-276.
- Lomolino, M.V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. **Global Ecology and biogeography**, 10(1): 3-13.
- Lubin, Y.D. 1978. Seasonal abundance and diversity of web-building spiders in relation to habitat structure on Barro Colorado Island, Panama. **Journal of Arachnology**, 6:31–51.
- MacArthur, R.H. 1972. **Geographical Ecology**. Harper and Rowe Publishers, New York, NY. 269p.
- MacArthur, R.H.; Wilson, E. O. 1967. **The theory of island biogeography**. Princeton university press.
- Machado, I.C.S.; Barros, L.M.; Sampaio, E.V.S.B. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, 29::57–68.
- Malumbres-Olarte, J.; Crespo, L.; Cardoso, P.; Szűts, T.; Fannes, W.; Pape, T.; Scharff, N. 2018. The same but different: equally megadiverse but taxonomically variant spider communities along an elevational gradient. **Acta Oecologica**, 88, 19-28.
- McCoy, E.D. 1990. The distribution of insects along elevational gradients. **Oikos**, v.58, p.: 313-322.
- Miglio, L.T.; Bonaldo, A.B.; Pérez-Miles, F. 2013. On Munduruku, a new Theraphosid genus from Oriental Amazonia (Araneae, Mygalomorphae). *Iheringia. Série Zoologia*, 103: 185-189.
- Mineo, M.F.; Del-Claro, K.; Brescovit, A.D. 2010. Seasonal variation of ground spiders in a Brazilian Savanna. **Zoologia (Curitiba)**, 27: 353-362.
- Morin, P.J. 2011. **Community Ecology**. Wiley-BlackWell: United Kingdon.
- Moura, F.M.S.; Vasconcellos, A.; Araújo, V.F.P.; Bandeira, A.G. 2006a. Seasonality in foraging behaviour of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae) in the Caatinga of northeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, 53(4): 472-479.
- Moura, F.M.S., A. Vasconcellos, V.F.P. Araújo & A.G. Bandeira. 2006b. Feeding habit of *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae) in an area of caatinga, Northeast Brazil. **Sociobiology**, 48: 21-26.
- Nentwig, W. 1993. **Spiders of Panama: biogeography, investigation, phenology, check list, key and bibliography of a tropical spider fauna**. The Sandhill Crane.



- Otto, C.; Svensson, B.S. 1982. Structure of communities of ground-living spiders along altitudinal gradients. **Holarctic Ecology**, 5:35-47.
- Owen, J.G. 1990. Patterns of mammalian species richness in relation to temperature, productivity, and variance in elevation. **Journal of Mammalogy**, 71: 1-13.
- Pérez-Miles, F. (Ed.). 2020. **New World Tarantulas: Taxonomy, Biogeography and Evolutionary Biology of Theraphosidae** (Vol. 6). Springer Nature.
- Polis, G.A.; Hurd, S.D.; Jackson, C.T.; Sanchez-Pinero, F. 1998. Multifactor population limitation: variable spatial and temporal control of spiders on Gulf of California islands. **Ecology** 79, 490–502.
- Prado, D. 2003. **As caatingas da América do Sul**. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (eds). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp 3–73.
- Rahbek, C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern?. *Ecography*, 200-205.
- Reyes-López, J.; Ruiz, N.; Fernández-Haeger, J. 2003. Community structure of ground-ants: the role of single trees in a Mediterranean pastureland. **Acta Oecologica**, 24(4), 195-202.
- Romdal, T.S.; Grytnes, J.A. 2007. An indirect area effect on elevational species richness patterns. **Ecography**, 30: 440-448.
- Romero, G.Q.; Vasconellos-Neto, J. 2003. Natural history of *Misumenops argenteus* (Thomisidae): seasonality and diet on *Trichogoniopsis adenantha* (Asteraceae). **The Journal of Arachnology**, 31:297–304.
- Santos, A.J.; Brescovit, A.D.; Japyassu H.F. 2007a. Diversidade de aranhas: sistemática, ecologia e inventários de fauna. **Ecologia e comportamento de aranhas**. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 400p.
- Santos, B.A.; Barbosa, D.C.A.; Tabarelli, M. 2007. Directional changes in plant assemblages along an altitudinal gradient in northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 67: 777-779.
- Semace, 2010– Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Zoneamento ambiental da APA da Serra de Baturité: diagnóstico e diretrizes**. Fortaleza. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/apa-da-serra-de-baturite>. Acesso em: 17 maio 2022.
- Silva, J.M.C.; Tabarelli, M.; Fonseca, M.T; Lins, L.V. 2003. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade na Caatinga. **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco. 382 p.
- Silveira, A.P.; Loiola, M.I.B. Gomes, V.S.; Lima-Verde, L.W.; Oliveira, T.S.; Silva, E.F.; Otutumi, A.T.; Ribeiro, K.A.; Xavier, F.A.S.; Bruno, M.M.A.; Souza,S.S.G.; Araújo, F.S. 2020. Flora of Baturité, Ceará: a Wet Island in the Brazilian Semiarid. **Floresta e Ambiente**; 27(4): e20180320.

Sobczak, J.F.; Sobczak, J.C.M.S.M.; Padua, D.G.; Silva, E.; Nobrega, F.A.S.; Pires, J.C.; Faustino, M.L.; Villanueva-Bonilla, G. A. 2019 (a). First record of *Anelosimus jucundus* (O. Pickard-Cambridge, 1896) (Araneae: Theridiidae) in the state of Ceará, Brazil. **Check List, Journal Of Species List and Distribution**, 15: 933-936.

Sobczak, J.F.; Villanueva-Bonilla, G.A; Maia, A.L.S.; Sobczak, J.C.M.S.M; Machado, M. 2019 (b). First record of *Epicadus trituberculatus* (Taczanowski, 1872) (Araneae, Thomisidae, Stephanopinae) in the Brazilian Northeast. **Check List, Journal of Species List and Distribution**, 15:937-940.

Sobczak, J.F.; Padua, D.G.; Villanueva-Bonilla, G.A.; Nobrega, F.A.; Messas, Y.F. 2019 (c). Two new species of Zatyptota (Hymenoptera: Ichneumonidae, Pimplinae) sharing the same host spider in Northeast Brazil. **Zootaxa**, 4609:169-177.

Sobczak, J.F.; Villanueva-Bonilla, G.A.; Silva, C.P.; Santiago, B.K.S.; Pentead-Dias, A.M. 2019 (d). First record of the wasp *Lymeon sp.* (Ichneumonidae: Cryptinae) associated with spider egg sac of *Araneus vincibilis* (Araneae: Araneidae). **Brazilian Journal of Biology**, 1:1-5.

Sobczak, J.F.; Villanueva-Bonilla, G.A; Maia, A.L.S.; Sobczak, J.C.M.S.M; Machado, M. 2019(e). First record of *Epicadus trituberculatus* (Taczanowski, 1872) (Araneae, Thomisidae, Stephanopinae) in the Brazilian Northeast. **Check List, Journal of Species List and Distribution**, 15:937-940.

Sobczak, J.F.; Arruda, I.D.P.; Fonseca, E.O.; Rabelo, P.J.Q.; Nobrega, F. A.S.; Pires, J.C.; Somavilla, A. 2020. Manipulation of wasp (Hymenoptera: Vespidae) behavior by the entomopathogenic fungus *Ophiocordyceps humbertii* in the Atlantic Forest in Ceará, Brazil. **Entomological News**, 129:98-104.

Souza, M.J.N.; Oliveira, V.P.V.N. 2006. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. **Revista Mercator – UFC (Fortaleza-CE)**, 5 (9): 85-102.

Stevens, G.C. 1992. The elevational gradiente in altitudinal range: an extention of Rapaport's latitudinal rule to altitude. **The American Naturalist**, 140: 893-911.

Swift, M.J.; Heal, O.W.; Anderson, J.M. 1979. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Blackwell Scientific Publications, London.

Tauber, M.J.; Tauber, C.A.; Masaki, S. 1986. **Seasonal adaptations of insects**. Oxford University Press on Demand.

Uetz, G.W. 1975. Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spiders (Araneae) in deciduous forest litter. **Environmental Entomology**, 4(5), 719-724.

Vasconcellos, A.; Araújo, V.F.; Moura, F.; Bandeira, A.G. 2007. Biomass and population structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri)(Isoptera: Termitidae) in the dry forest of Caatinga, Northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, 36(5):693-698.

Vellend, M. 2010. Conceptual synthesis in community ecology. *The Quarterly review of biology*, 85(2), 183-206.

Werneck, F.P. 2011. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: Historical biogeography and perspectives. ***Quaternary Science Reviews***, 30:1630–1648.

Wise, D.H. 1993. ***Spiders in Ecological Webs***. 328p. Cambridge University Press, New York, NY.

Wolda, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. ***The Journal of Animal Ecology***, 47(2): 369-381.

World Spider Catalog, 2023 World Spider Catalog, **Natural History Museum Bern**, Versão 23.5 Disponível em: <http://wsc.nmbe.ch>. Acesso em: 23 jan. 2023.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Caracterizar a ocorrência e os efeitos da distribuição altitudinal, das variáveis climáticas, da variação temporal e da disponibilidade de presas em aranhas Mygalomorphae edáficas ao longo de um Enclave Úmido no Maciço de Baturité, Ceará.

### **2.2 Específicos**

- a) Identificar as assembleias de Mygalomorphae edáficas e seus padrões de dominância ao longo de um gradiente altitudinal em enclave florestal;
- b) Descrever como as aranhas Mygalomorphae se expressam em função da pluviosidade anual e da disponibilidade de presas em áreas de Brejo de Altitude.

### 3 Capítulo 1: Efeitos do Gradiente de Altitude em uma assembleia de aranhas Mygalomorphae edáficas em um Enclave Úmido em área de domínio Caatinga.

#### RESUMO

Os padrões de riqueza de aranhas associadas a gradientes altitudinais são diversos, divergindo entre táxons e localidades. Para a infraordem Mygalomorphae observa-se correlação positiva da riqueza de espécies e o gradiente altitudinal. Ao longo de gradientes altitudinais, é observado que a abundância das aranhas bem como o seu tamanho corporal, são influenciados pela temperatura e umidade. Na Região Nordeste brasileira, os resquícios de Mata Atlântica em Brejos de Altitude surgem como enclaves florestais localizados a barlavento, que são decorrentes de altitudes superiores a 500 m e de chuvas orográficas, possuindo assim flora e fauna diferenciada do bioma Caatinga. Ao longo de um gradiente de altitude inserido no Maciço do Baturité, Ceará, foram realizadas 13 amostragens mensais por meio de *pitfall traps* nos municípios de Redenção, Pacoti e Guaramiranga, perfazendo o gradiente de 374 a 1114 metros de altitude. Foram coletados 125 indivíduos adultos de aranhas Mygalomorphae edáficas pertencentes a 10 morfoespécies e 5 famílias, onde a família que apresentou maior riqueza de espécies foi Theraphosidae e a espécie mais abundante foi *Neodiplothele caucaia*. Os dados referentes a abundância das aranhas Mygalomorphae edáficas foram associados a variáveis ambientais (temperatura, pluviosidade e evapotranspiração de cada ponto do gradiente de altitude) por meio de uma Análise de Correspondência; e a relação entre o tamanho do cefalotórax (mm) e a altitude foi mensurada por meio de um GLM. De acordo com a Análise de Correspondência, os eixos 1 e 2 explicam respectivamente 71% e 13,74%, resultando na explicação de 84,74% variância dos dados. Observou-se que o tamanho do cefalotórax das aranhas coletadas é positivamente relacionado em função do aumento da altitude ( $p < 0,001$ ). Porém, a riqueza de espécies e sua abundância não são correlacionadas de forma significativa com o aumento da altitude. Assim, o presente trabalho permite inferir que as condições ambientais existentes influenciam a dinâmica das assembleias de aranhas Mygalomorphae edáficas no Brejo de Altitude existente no Maciço do Baturité e abre precedentes para estudos futuros sobre a influência do gradiente de altitude em assembleias de aranhas caranguejeiras.

**Palavras-chave:** Araneae, Gradiente Altitudinal, Matas Úmidas, Distribuição Geográfica.

## ABSTRACT

The richness patterns of spider species associated with altitudinal gradients are diverse, diverging between taxa and localities. For the infraorder Mygalomorph, a positive correlation between species richness and altitudinal gradient is observed. Along altitudinal gradients, it is observed that the abundance of spiders, as well as their body size, is influenced by temperature, humidity and prey availability. In the Brazilian Northeast Region, there is an altitudinal gradient associated with the Maciço de Baturité that includes Brejo de Altitude, which appear as humid forest enclaves located to the windward side, due to the altitude above 500 m and the occurrence of orographic rains, with flora and fauna differentiated from the Caatinga biome. Along an altitude gradient inserted in the Maciço do Baturité, 13 monthly samplings were carried out through Pitfall traps in the municipalities of Redenção, Pacoti and Guaramiranga, covering a gradient from 374 to 1114 meters of altitude. Data regarding the abundance of spiders were associated with environmental variables (temperature, rainfall and evapotranspiration at each point of the altitude gradient) through a Correspondence Analysis and the relationship between insect abundance and the altitude, as well as with the size of the cephalothorax (mm) was measured using a GLM. A total of 125 adult individuals belonging to 10 species/morphospecies were collected. Theraphosidae was the richest family in species, the most abundant morphospecies were *Neodiplotele caucaia*, *Guyruita* sp. nov., and *Diplura sanguinea*. It was observed that the richness and abundance of spiders are not significantly correlated with the increase in altitude, as well as with environmental variables, however they are correlated with the insects abundance. It was observed that the size of the cephalothorax of the collected spiders is negatively related to the increase in altitude. Thus, the present work allows us to infer that the existing environmental conditions influence the dynamics of edaphic mygalomorph spider assemblages in the Brejo de Altitude existing in the Maciço do Baturité and opens new avenues for future studies on the influence of the altitude gradient on spider assemblages.

**Key words:** Araneae, Altitudinal Gradients, Montane Forest, Geographical distribution

### 3.1 Introdução

A infraordem Mygalomorphae abrange 16 famílias e mais de 3.000 espécies distribuídas em 358 gêneros que incluem tarântulas, aranhas de alçapão e aranhas de teia de funil (Opatova *et al.*, 2019; WSCA, 2023). Os representantes dessa infraordem, geralmente, ocorrem em regiões tropicais e subtropicais (Foelix, 2011; Ferretti *et al.*, 2012; Pérez-Miles, 2020), embora aspectos ecológicos e de sua história natural tenham mais estudos nas regiões neoárticas e australianas (Ferretti *et al.*, 2012).

O declínio da riqueza de espécies em função da altitude é tido como um padrão (Rahbek, 1995, 2005). Assim, para as assembleias de aranhas é relatado redução da riqueza de espécies em função de gradientes altitudinais, mas também há o aumento da riqueza em porções extremas do gradiente e o aumento da densidade (Otto; Svensson, 1982; Bosmans *et al.*, 1986; Souza *et al.*, 2015). Contudo, esses padrões também divergem para a infraordem Mygalomorphae, pois observa-se correlação positiva da riqueza de espécies e o gradiente altitudinal, sobretudo em áreas associadas a Cordilheira dos Andes (Ferretti *et al.*, 2018; Perafán *et al.*, 2020; Kaderka *et al.*, 2021).

As aranhas são influenciadas por fatores abióticos como chuva e umidade do solo (Langlands *et al.*, 2006), umidade relativa e temperatura (Cardoso *et al.*, 2007; Mineo *et al.*, 2010) e fatores bióticos, como a disponibilidade de presas, a qual influencia a fenologia e densidade / atividade (Uetz, 1975; Romero; Vasconcellos-Neto, 2003; Carvalho *et al.*, 2015). Ao longo de gradientes altitudinais, é observado que a abundância das aranhas, assim como o seu tamanho corporal (Hoye; Hammel, 2010; Ameline *et al.*, 2018) são fortemente influenciados pela temperatura e umidade (Malumbres-Olarte *et al.*, 2018).

A Mata Atlântica brasileira é uma das 25 prioridades mundiais para a conservação da Biodiversidade, possuindo cerca de 8.000 espécies vegetais endêmicas (Myers, 2000), considerada uma importante área de endemismo na América do Sul (Tabarelli; Santos, 2004). Na Região Nordeste brasileira, os resquícios de Mata Atlântica, conhecidos como Brejos de Altitude (IBGE, 1985), surgem como enclaves florestais localizados a barlavento, decorrente de altitudes superiores à 500 m e da ocorrência de chuvas orográficas (Andrade-Lima 1982; Prado, 2003; Leal *et al.* 2005). Assim, apresentam flora e fauna diferenciadas daquelas existentes no ambiente de Caatinga e exibindo tendência a possuir elevada diversidade (Werneck, 2011) que contrastam com as condições ecológicas encontradas das baixas

superfícies adjacentes, as quais são caracterizadas pela ocorrência de secas prolongadas (Souza; Oliveira, 2006; Bétard *et al.*, 2007).

Diante do exposto acima, o presente trabalho testa a hipótese de que as assembleias de aranhas Mygalomorphae edáficas são influenciadas pelo gradiente altitudinal estudado e por seus fatores abióticos de temperatura, umidade e evapotranspiração associados, tendo como predição que a riqueza e abundância de espécies dessas assembleias serão positivamente correlacionadas com o gradiente de altitude e os fatores abióticos, enquanto que o tamanho do cefalotórax (mm) será negativamente correlacionado ao gradiente altitudinal.

## **3.2 Material e métodos**

### **3.2.1 Área de Estudo**

Em meio ao semiárido nordestino, os Brejos de Altitude correspondem a áreas de matas úmidas localizadas em zonas de altitude elevadas à barlavento (superiores a 500m) associadas a ocorrência de chuvas orográficas (superiores a 1.200mm) (Locatelli; Machado, 2004; Prado, 2003; Leal *et al.*, 2005), apresentando fauna e flora diferenciada do ambiente típico de Caatinga (Werneck, 2011).

De acordo com Vasconcelos Sobrinho (1971), Existem 43 Brejos de Altitude distribuídos nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, dos quais o Maciço do Baturité constitui um dos Brejos de Altitude inseridos no estado do Ceará (Moura-Fé, 2018). Observa-se índices pluviométricos elevados com média de 1.500 mm anuais, com ocorrência de estação chuvosa correspondendo ao período de dezembro-março e uma estação seca, respectivamente, abril-novembro (Semace, 2010). O tipo de vegetação predominante no Maciço de Baturité é a Mata Atlântica, cuja flora é composta por 92 famílias, das quais sua composição se altera ao longo dos extratos altitudinais, com predominância de uma vegetação caducifólia espinhosa na parte inferior, a qual é gradualmente substituída por uma vegetação florestal (Oliveira; Araújo, 2007).

As áreas de pesquisas foram selecionadas no Maciço de Baturité, Ceará, nos municípios de Redenção (2 áreas), Pacoti (1 área) e Guaramiranga (2 áreas). As áreas foram selecionadas conforme o tipo de vegetação existente (Caatinga – Mata de Transição – Mata



Úmida), exibindo a seguinte altimetria, respectivamente: 374, 600, 700, 845 e 1114 metros de altitude.

### 3.2.2 Amostragem

A amostragem ocorreu durante o período de agosto de 2020 a agosto de 2021, perfazendo uma coleta mensal em cada uma das áreas de pesquisa. Em cada ponto do gradiente, a amostragem foi realizada por meio de armadilhas do tipo *pitfall* para invertebrados terrestres, onde cada armadilha permaneceu operante por 7 dias/mês, e, cada conjunto de 5 armadilhas dispostas em cruz, constituiu uma unidade amostral e uma bateria de *pitfall traps* (Carvalho, 2015). Ao todo, foram instaladas 10 baterias de *pitfall traps* em cada ponto do gradiente altitudinal, totalizando 50 m quadrados de área amostrada/ponto do gradiente. Todas as armadilhas foram instaladas com espaçamento mínimo de 1 m entre si. Enquanto que as baterias foram instaladas em forma linear, com espaçamento mínimo de 10 m entre cada bateria, evitando-se assim pseudoreplicação espacial (Hulbert, 1984).

Cada *pitfall trap* consistiu de um recipiente plástico (10X15 cm de profundidade), enterrado no nível do solo, no qual foi colocado 400 mL de solução salina supersaturada (1Kg de sal de cozinha por litro de água), além de gotas de detergente visando quebrar a tensão superficial da água (Carvalho, 2015). Acima de cada *pitfall trap*, foi instalado um telhado improvisado à base de isopor, fixado com palitos de churrasco, evitando assim a incidência excessiva de luz solar sob os *pitfall traps*, bem como dos materiais diversos que eventualmente caem nos *pitfall traps*, como folhas e pequenos animais da vegetação nas proximidades acima das armadilhas (Ferretti *et al.*, 2012; Carvalho, 2015).

### 3.2.3 Análises Estatísticas

Após identificar a riqueza de espécies e a abundância das Mygalomorphae encontradas em cada ponto de altitude, os dados foram organizados em planilhas, contendo informações sobre riqueza e abundância, e pontos de altitude em que foram coletadas.

Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (Zar, 1996), e posteriormente, a variação da abundância dos indivíduos coletados em função do gradiente de altitude foi mensurada por meio do teste de Kruskal-Wallis e variação da riqueza de espécies por meio do teste de Qui-quadrado (Zar, 1996). Foram realizados testes de

correlação de Spearman (Zar, 1996) entre a riqueza de espécies, abundância e a variação da altitude.

Devido à ausência de dados relativos às variáveis climáticas (e.g. temperatura, precipitação e evapotranspiração) no banco de dados da Funceme, utilizou-se os dados climáticos existentes no banco de dados do site WorldClim, o qual fornece dados climáticos históricos por meio de extrapolação espacial (Fick; Hijmans, 2017). Utilizou-se resolução de 30'' (cerca de 1Km<sup>2</sup>) para se extrair os dados de temperatura, precipitação e evapotranspiração por meio do software Qgis (QGIS Development Team, 2021).

O efeito das variáveis climáticas nas assembleias de aranhas Mygalomorphae foi mensurado por meio de uma Análise de Correspondência, visando assim examinar a relação das assembleias de espécies às características dos locais (Gotelli; Ellison, 2011). A Análise de Correspondência foi realizada por meio do software livre PAST (Hammer *et al.*, 2001).

A relação entre o tamanho do cefalotórax e a variação da altitude foi mensurada por meio de um Modelo Linear Generalizado, utilizando-se Distribuição de Poisson (Crawley, 2012). Variações da diversidade em função do gradiente de altitude foram mensuradas por meio dos Índices de Shannon e Simpson, por darem peso às espécies raras e dominantes, respectivamente (Magurran, 2004). As análises estatísticas foram feitas por meio do software livre R (R Development Core Team, 2020).

### 3.3 Resultados

Foram coletados 125 indivíduos adultos de aranhas Mygalomorphae edáficas pertencentes a 10 espécies/morfoespécies de 5 famílias ao longo do gradiente de altitude no estabelecido Maciço do Baturité, CE (Tabela 1). A família que apresentou maior riqueza de espécies foi Theraphosidae com 05 morfoespécies. As morfoespécies mais abundantes foram *Neodiplotele caucaia* Gonzalez-Filho, Lucas & Brescovit, 2015 (51 indivíduos), *Gyruita* sp. nov. (18 indivíduos) e *Diplura sanguinea* (F. O. Pickard-Cambridge, 1896) (17 indivíduos) (Tabela 1).

Ao longo das espécies observadas, somente as morfoespécies *Neodiplotele caucaia* e *Kochiana* sp. ocorreram em todos os extratos do gradiente analisado (Tabela 1). O morfotipo *Hapalopus* sp. (Theraphosidae) ocorreu apenas em um único extrato altitudinal, sendo representado por um único indivíduo (Tabela 1).

Tabela 1: Fauna e composição de aranhas Mygalomorphae edáficas associadas ao longo do gradiente de altitude estabelecido no Maciço do Baturité, Ceará, Índice WAM para cada espécie e WAM médio para toda assembleia estudada.

Taxon	Altitude (m)					Total	AB%	Amplitude	WAM
	Família	374	600	700	855				
ACTINOPODIDAE									
<i>Actinopus gr. nattereri</i> sp. nov.	0	1	0	0	3	4	3%	514	985,50
BARYCHELIDAE									
<i>Neodiplothele caucaia</i> Gonzalez-Filho, Lucas & Brescovit, 2015	13	7	7	5	19	51	41%	1101	772,61
<i>Neodiplothele</i> sp. nov.	0	1	1	0	5	7	6%	514	981,43
CYRTAUCHENIIDAE									
<i>Fufius</i> sp. nov.	2	3	0	0	0	5	4%	226	509,60
DIPLURIDAE									
<i>Diplura sanguinea</i> (F. O. Pickard-Cambridge, 1896)	0	0	0	0	17	17	14%		1114,00
THERAPHOSIDAE									
<i>Guyruita</i> sp. nov.	1	2	0	0	15	18	14%	740	1015,78
<i>Hapalopus</i> sp.	1	0	0	0	0	1	1%		
<i>Kochiana</i> sp. nov.	3	1	2	1	2	9	7%	740	689,44
<i>Tmesiphantes guayarus</i> Fabiano-da-Silva, Guadanucci & DaSilva, 2019	2	0	4	0	3	9	7%	740	765,56
<i>Tmesiphantes nordestinus</i> Fabiano-da-Silva, Guadanucci & DaSilva, 2019	0	3	0	0	1	4	3%	514	728,50
<b>Abundância total</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>65</b>	<b>125</b>			<b>816,54</b>
<b>Riqueza</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>8</b>				

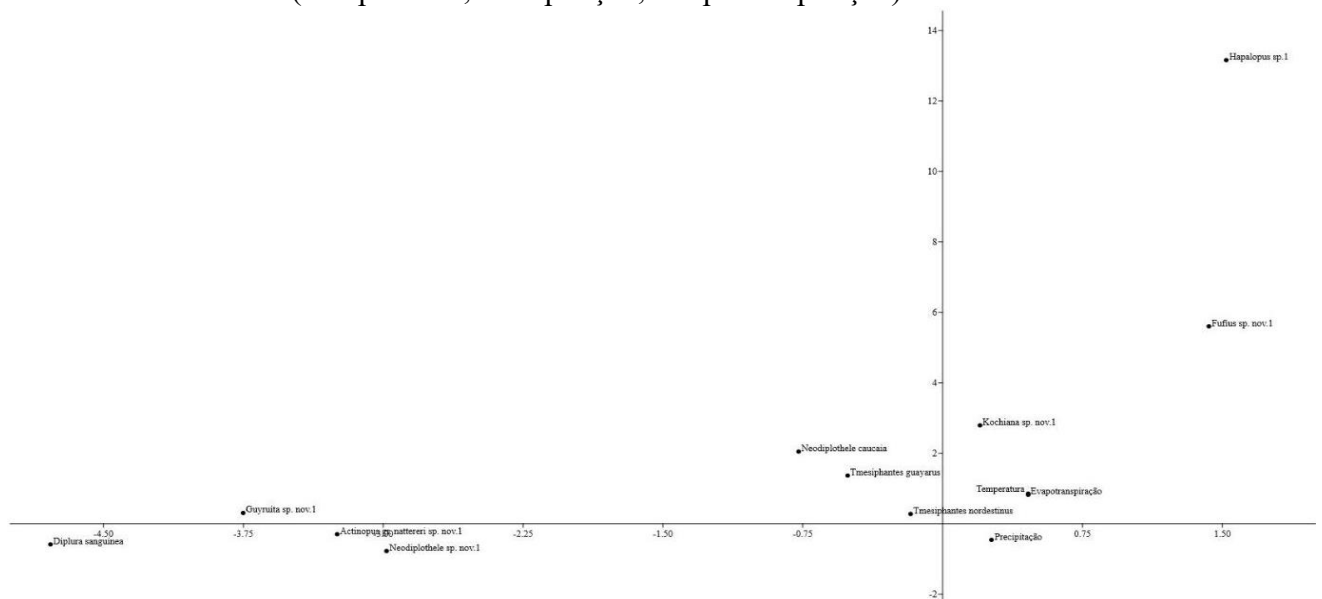
A morfoespécie *Diplura sanguinea* sp.1 ocorreu somente na última porção do gradiente altitudinal. A amplitude da média altitudinal de cada espécie, representada pela diferença entre a menor e maior altitude observada variou entre 509,6m e 1114m. O valor médio do índice WAM indica que a altitude média favorável para as aranhas Mygalomorphae coletadas é 816,54 m, sugerindo maior ocorrência de espécies nesse extrato altitudinal.

Algumas espécies, tais como, *Actinopus gr. nattereri* sp. nov., *Neodiplothele* sp. nov., *Diplura sanguinea* e *Guyruita* sp. nov. apresentaram índice WAM médio superior ao índice WAM médio de todas as aranhas coletadas, evidenciando a preferência altitudinal das morfoespécies coletadas. Essa preferência altitudinal pode ser um reflexo das condições ambientais existentes (Tabela 2), e também pode ser evidenciada por meio da distribuição das assembleias representadas na Análise de Correspondência (Figura 1). O eixo 1 da análise explica 71% da variância dos dados, enquanto o eixo 2 explica 13,74%, resultando na explicação de 84,74% da variância dos dados.

Tabela 2: Dados climáticos obtidos do banco de dados WorldClim em função do gradiente altitudinal existente entre os municípios de Redenção, Pacoti e Guaramiranga no Maciço do Baturité, Ceará.

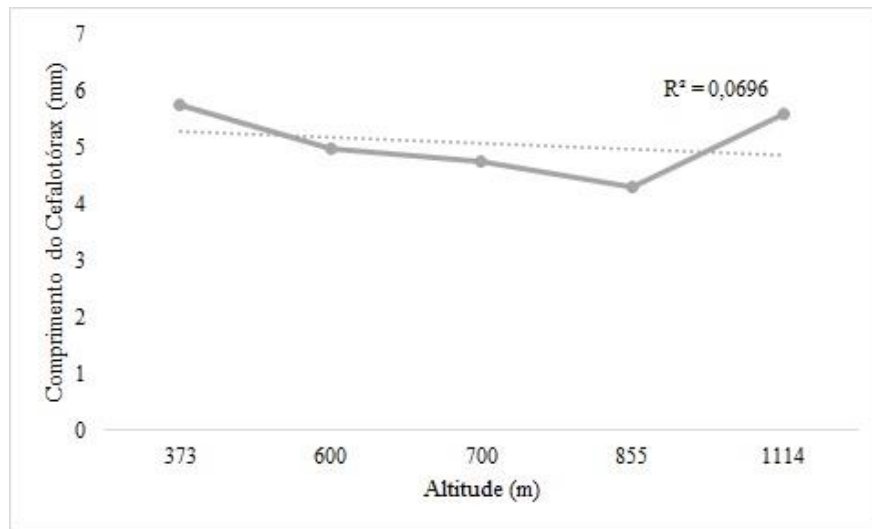
Município	Ponto	Altitude (m)	Temperatura	Evapotranspiração	Precipitação
Redenção	1	374	24,867	2,439	90,750
Redenção	2	600	23,133	2,278	117,917
Pacoti	3	700	22,592	2,238	127,167
Guaramiranga	4	855	21,358	2,122	140,750
Guaramiranga	5	1114	20,917	2,066	134,917

Figura 1: Análise de Correspondência ilustrando a interação entre as assembleias de Mygalomorphae edáficas existente no Maciço do Baturité em função do gradiente de altitude e variáveis climáticas (Temperatura, Precipitação, Evapotranspiração).



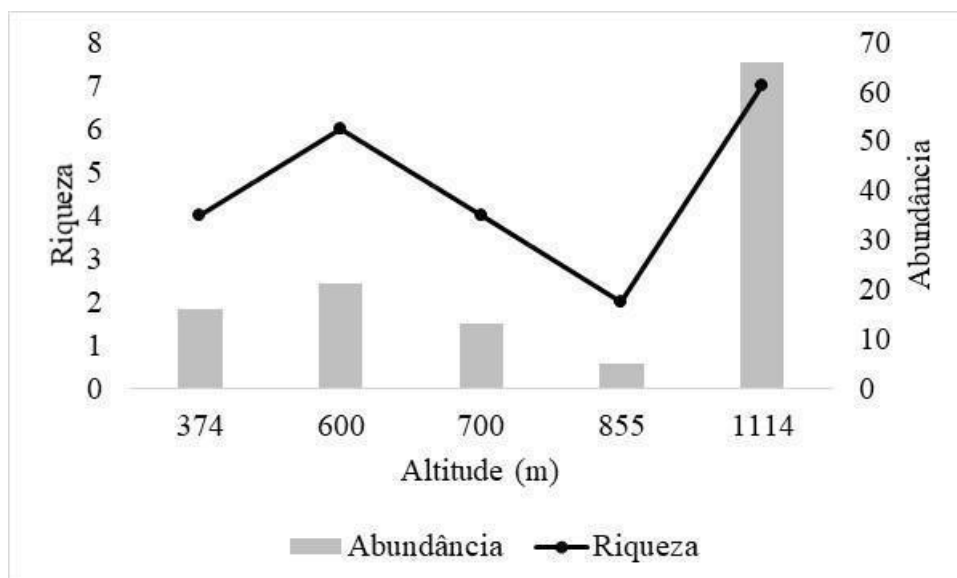
Observa-se que as variáveis Temperatura e Evapotranspiração influenciam mais as morfoespécies *Kochiana sp.*, e *Fufius sp.* e indiretamente a *Hapalopus sp.*, Enquanto que a variável precipitação influencia mais as morfoespécies *Tmesiphantes nordestinus*, *Tmesiphantes guayarus* e *Neodiplotele caucaia* e indiretamente as demais. Por sua vez, as morfoespécies *Neodiplotele sp. nov.*, *Actinopus gr. nattereri sp. nov.*, *Guyruita sp. nov.* e *Diplura sanguinea* tendem a ser representadas indiretamente pela interação das variáveis climáticas. Observa-se também que o tamanho do cefalotórax das aranhas coletadas diminuiu em função da altitude, menos na porção final do gradiente, na qual o tamanho do cefalotórax aumentou com a altitude ( $p = 0,77353$ ) (Figura 2).

Figura 2: Variação do tamanho corporal do cefalotórax de aranhas Mygalomorphae edáficas em função do gradiente altitudinal existente no Maciço do Baturité, Ceará.



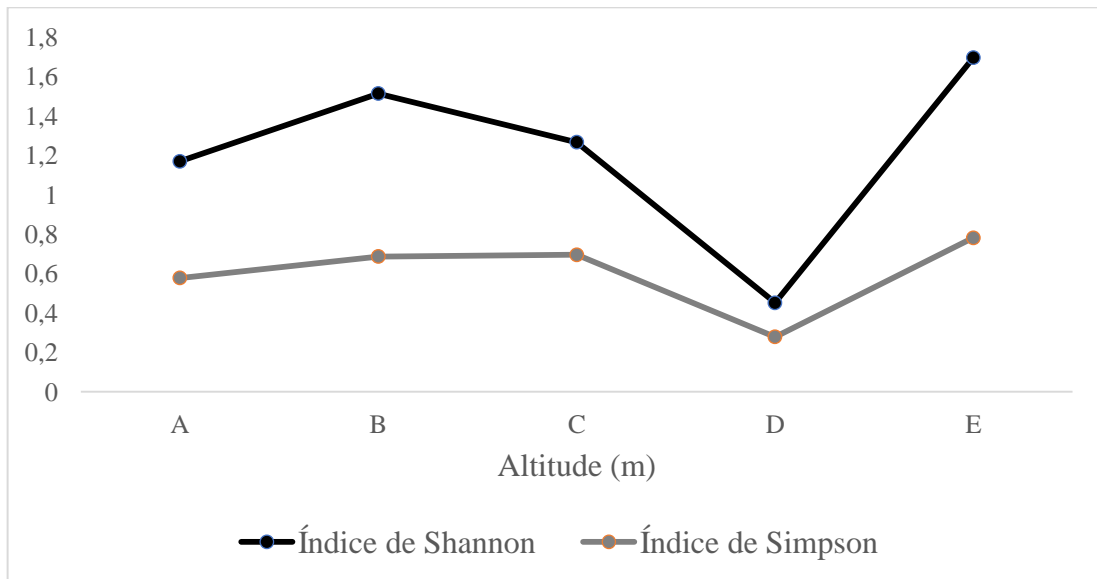
Observou-se diferença não significativa na média da abundância dos indivíduos em função da elevação da altitude (Kruskal-Wallis = 9,008, p-value = 0,3753). Também não há variação significativa para a riqueza de espécies (Chi-squared = 5.6552, p-value = 0.2264), (Figura 3). Observou-se também que as variáveis riqueza de espécies ( $t = 0,36661$ , p-value = 0,73824) e abundância de espécies ( $t = 1,2416$ , p-value = 0,30262) não são correlacionadas com a altitude (Figura 3).

Figura 3: Variação da Riqueza de espécies e abundância de aranhas Mygalomorphae edáficas em função do gradiente altitudinal existente no Maciço do Baturité, Ceará.



Os índices de diversidade de Shannon e de Simpson exibiram tendência geral à redução de seus valores em função do aumento da altitude. Contudo, observa-se tendência ao aumento da diversidade em função da porção final do gradiente, representado pela altitude de 1114 metros, de modo a ser mais acentuado no índice de Shannon (Figura 4).

Figura 4: Variação dos índices de diversidade de Shannon e Simpson em função do gradiente altitudinal existente no Maciço do Baturité, Ceará.



### 3.4 Discussão

Estudos relacionados aos efeitos de gradientes altitudinais em assembleias e comunidades de aranhas são escassos, e, muitas vezes, não direcionados ao estudo dos efeitos dos gradientes altitudinais propriamente dito (Nogueira *et al.*, 2021), o que por sua vez permeia um déficit de informações sobre os padrões de distribuição de aranhas em gradientes altitudinais. Esse déficit também se aplica a aranhas da infraordem Mygalomorphae (Pérez-Miles, 2020). Contudo, apesar dos déficits de informações existentes, a literatura reporta que a maioria das aranhas Mygalomorphae são encontradas em altitudes inferiores a 1600m (Perafrán *et al.*, 2020), embora os gêneros *Bistriopelma* e *Hapalotremus* sejam associados a altitudes superiores a 4000 m nos Andes Peruanos (Kaderka 2015; Ferretti *et al.* 2018).

A riqueza de espécies observada para Theraphosidae (05 espécies) reflete o atual estado de conhecimento do grupo, tendo em vista que é a família mais rica em espécie dentre as aranhas Mygalomorphae, a qual compreende 985 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (Pérez-Miles, 2020). Para o estado do Ceará, observa-se a ocorrência de 24 espécies de aranhas Mygalomorphae, das quais a família Theraphosidae é representada por 10 espécies/morfoespécies (Moura-Neto *et al.*, 2021).

Apesar do elevado potencial de riqueza e abundância de espécies existente em gradientes altitudinais, déficits como o Lineano, Wallaceano, Huntchinsoniano, associados ao viés amostral (Hortal *et al.*, 2015) e à distribuição geográfica em gradientes de altitude (Lomolino, 2001), são realidades a serem consideradas na determinação da metodologia. O uso de protocolos padronizados baseados em vários métodos de coleta permite a maximização da precisão e do esforço amostral, permitindo ainda a realização de comparações de áreas (Cardoso, 2009). Destaca-se ainda que os métodos de coleta variam sua taxa de eficiência em função da complexidade do habitat e regiões (Azevedo *et al.*, 2016; Tourinho *et al.*, 2018; Privet *et al.*, 2020).

Para a coleta de aracnídeos em geral, há diversas técnicas descritas na literatura (e.g. Carvalho, 2015), de modo que os métodos refletem a história natural do grupo (Tourinho; Lo Mang Hung, 2021). O uso do *pitfall trap* como único método de coleta exclui a coleta de grupos de aranhas Mygalomorphae arbóreas (e.g. Aviculariinae, Theraphosidae) que são coletadas por meio de coleta manual (Cifuentes, Perafrán, 2020), e dá ênfase a grupos de aranhas errantes (Costa; Pérez-Miles, 2002; Indicatti *et al.*, 2005).

A diferença estatística observada da média da abundância dos indivíduos em função da elevação da altitude pode ser decorrente da variação da abundância das potenciais presas (insetos) e também da variação das condições ambientais. Ao longo de áreas associadas a gradientes altitudinais, observa-se que artrópodes respondem às variáveis climáticas, sobretudo aranhas (González-Reyes *et al.*, 2017), de modo que tais predadores são afetados pela disponibilidade de presas, sobretudo a de insetos (Uetz, 1975; Romero; Vasconcellos-Neto, 2003; Carvalho *et al.*, 2015).

Ao longo de gradientes altitudinais, é observado que a abundância das aranhas é fortemente influenciada pela temperatura e umidade (Jiménez-Valverde; Lobo, 2007; González-Reyes *et al.*, 2017; Malumbres-Olarte *et al.*, 2018). Embora exista um déficit de informações sobre a interação entre variáveis climáticas e aranhas Mygalomorphae, observa-se que algumas espécies dessas aranhas são fortemente associadas aos seus habitats, onde alterações nas variáveis climáticas (e.g. pluviosidade) leva à diminuição da sua abundância (Ferretti *et al.*, 2012).

Essa interação entre as variáveis climáticas e a assembleia estudada ao longo do gradiente de altitude poderia explicar a existência da altitude otimizada calculada pelo índice WAM (Almeida-Neto *et al.*, 2006). A existência da altitude otimizada se baseia no pressuposto que as espécies expressam sua máxima abundância em condições ambientais favoráveis (Whittaker, 1967; Brown, 1984). A existência de uma altitude especializada poderia explicar a relação entre o tamanho do cefalotórax e a elevação do gradiente de altitude, decorrente da interação das condições ambientais observadas.

A prevalência de famílias de aranhas com tamanho corporal maior seria esperada em ambientes mais quentes/secos (Entling *et al.*, 2010), o que poderia explicar o padrão observado no presente estudo de tendência geral à diminuição do cefalotórax em função do aumento da altitude. Contudo, o aumento em função da porção final do gradiente altitudinal existente poderia ser atribuído às condições mais favoráveis existentes no Brejo de Altitude (Prado, 2003; Werneck, 2011), as quais contrastam com as condições existentes no Domínio Caatinga (Souza; Oliveira, 2006; Bétard *et al.*, 2007). Observa-se que em escala local do continente europeu o tamanho corporal de aranhas seja negativamente correlacionado com a latitude (Entling *et al.*, 2010). Contudo, observa-se que o tamanho corporal é significativamente correlacionado com a temperatura e negativamente correlacionado com a



pluviosidade, exibindo pouca dependência da latitude e sim dependência dos requisitos inerentes de cada comunidade (Entling *et al.*, 2010).

A disponibilidade de água é um dos fatores que determinam o tamanho corporal de insetos e aranhas (Remmert, 1981), e no presente estudo é observado o aumento da disponibilidade de água ao longo do gradiente de altitude. Tal aumento decorre da altitude e da ocorrência de chuvas orográficas (Andrade-Lima 1982; Prado, 2003; Leal *et al.* 2005). A disponibilidade de água também afetaria a abundância de insetos, sobretudo em áreas inseridas no Domínio Caatinga (Carvalho *et al.*, 2015) e a abundância dos insetos (disponibilidade de presas) afetaria o tamanho corporal das aranhas, resultando em um tamanho corporal maior (Nentwig; Wissel, 1986).

A associação entre aranhas Mygalomorphae e os seus habitats / microhabitats ainda permitiria a ocorrência de aranhas Mygalomorphae em faixas altitudinais específicas associadas a gradientes altitudinais (Ferretti *et al.*, 2018; Kaderka *et al.*, 2021), o que poderia explicar a ausência de diferença estatística na variação da riqueza de espécies observada. Bem como poderia explicar a ocorrência da espécie *Diplura sanguinea* restrita ao último estrato altitudinal de 1114 m. Os Índices de Diversidade de Shannon e Simpson exibem elevação de seus valores à medida que ocorre elevação do gradiente, principalmente em função da porção final do gradiente. Embora tenha sido observado ausência de significância na correlação entre a riqueza de espécies e a elevação da altitude, a literatura reporta correlação positiva entre riqueza de espécies de Mygalomorphae e o gradiente altitudinal (Ferretti *et al.*, 2018; Perafán *et al.*, 2020; Kaderka *et al.*, 2021).

O presente trabalho permite inferir que as condições ambientais existentes influenciam a dinâmica das assembleias de aranhas Mygalomorphae edáficas no Brejo de Altitude existente no Maciço do Baturité. Embora a riqueza de espécies não tenha sido correlacionada de forma significativa com o aumento da altitude, observa-se tendência no seu aumento, bem como em sua abundância; enquanto o tamanho corporal apresentou tendência à redução em função do aumento da altitude. Assim, apesar das informações obtidas, o estudo abre precedentes para novas investigações de modo a suprir as lacunas de conhecimento associados aos padrões de distribuição de aranhas Mygalomorphae existentes nos Brejos de Altitude e Domínio Caatinga.

## REFERÊNCIAS

- Abdelmoniem, H.E.; Zalat, S.; El-Naggar, M.; Ghobashy, A. 2003. Spider diversity in relation to habitat heterogeneity and an altitudinal gradient in South Sinai, Egypt. **Egyptian Journal of Biology**, 5: 129-137. Modern Press.
- Almeida-Neto, M.; Machado, G.; Pinto-Da-Rocha, R.; Giaretta, A.A. 2006. Harvestman (Arachnida:Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect to explain Rapoport's rule? **Journal of Biogeography**, 33:361-375.
- Ameline, C.; Hoye, T.T.; Bowden, J.J.; Hansen, R.R.; Hansen, O.L.P.; Puzin, C.; Vernon, P.; Pétilion, J. 2018. Elevational variation of body size and reproductive traits in high-latitude wolf spiders (Araneae: Lycosidae). **Polar Biology**, 41:2561–2574
- Andrade-Lima, D. 1982. Present-day forest refuges in Northeastern Brazil, p. 245-251. Em: G. T. Prance (ed.). **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia Univ. Press.
- Azevedo, R.; Menezes, K.G.; Barbosa, R.A.; Matos Neto, J.D.R.; Monteiro, J.O.N.; Coutinho, A.G.; Sales Júnior, L.G. 2017. Aranhas epígeas de um fragmento de mata em área urbana em Fortaleza, Ceará, Brasil. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, 1(2): 104–114.
- Azevedo, R.; Moura, E.S.; Lopes, A.S.; Carvalho, L.S.; Dias, S.C.; Brescovit, A.D. 2016. Arachnids from Araripe Plateau, Ceará, Brazil. **Check List**, 12(4): 1920.
- Barrow, L.; Parr, C.L. 2008. A preliminary investigation of temporal patterns in semiarid ant communities: variation with habitat type. **Austral Ecology**, 33(5): 653-662.
- Begon, M.; Townsend, C.R.; Harper, J.L. 2007. **Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas**. 4ªed, Artmed, Porto Alegre.
- Bétard, F.; Peulvast, J.P.; Claudino-Sales, V. 2007. Caracterização morfoepedológica de uma serra úmida no semi-árido do nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE. **Revista Mercator**, – UFC (Fortaleza-CE), 6(12):107-126.
- Bosmans, R.; Maelfait, J.P.; Kimpe, A. 1986. Analysis of the spider communities in an altitudinal gradient in the French and Spanish Pyrenees. **Bulletin of British Arachnology Society**, 7(3):69-76.
- Brescovit, A.D.; Villanueva, G.A.; Sobczak, J.C.M.S.M.; Nobrega, F.A.S. ; Oliveira, L. F.M. ; Arruda, I.D.P.; Sobczak, J.F. 2019. *Macrophyes pacoti* n. sp. (Araneae: Anyphaenidae) from Brazilian Atlantic Forest, with notes on an araneopathogenic fungus. **Zootaxa**,4629: 294-300.
- Brown, J.H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. **American Naturalist**, 124: 255-279.
- Cardoso, P.; Silva, I.; De Oliveira, N.G.; Serrano, A.R. 2007. Seasonality of spiders (Araneae) in Mediterranean ecosystems and its implications in the optimum sampling period. **Ecological Entomology**, 32 (5): 516-526.

- Cardoso, P. 2009. Biodiversity and conservation of Iberian spiders: past, present and future. **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, 42: 487-492.
- Carvalho, L. S.; Sebastian, N.; Araújo, H. F.; Dias, S. C.; Venticinque, E.; Brescovit, A. D.; Vasconcellos, A. 2015. Climatic variables do not directly predict spider richness and abundance in semiarid Caatinga vegetation, Brazil. **Environmental Entomology**, 44(1):54-63.
- Carvalho, L.S. 2015. Aracnídeos: quem são, por que estudá-los e como coletá-los?; pp.103–140, *In*: M.S.C.S. Lima; L.S. Carvalho and F. Prezoto (orgs.). **Métodos em Ecologia e Comportamento Animal**. Teresina, EDUFPI. 132 pp.
- Cifuentes, Y.; Perafrán, C. 2020. Arboreal Tarantulas and Their Allies: Aviculariinae and Psalmopoeinae. pp. 97-120. In: Pérez-Miles, F. (Ed.). **New World Tarantulas: Taxonomy, Biogeography and Evolutionary Biology of Theraphosidae** (Vol. 6). Springer Nature.
- Costa F.G., Pérez-Miles, F. 2002. Reproductive biology of Uruguayan theraphosids (Araneae, Theraphosidae). **Journal of Arachnology**, 30: 571-587.
- Crawley, M.J. 2012. **The R book**. John Wiley & Sons.
- Entling, W.; Schmidt-Entling, M.H.; Bacher, S.; Brandl, R.; Nentwig, W. 2010. Body size–climate relationships of European spiders. **Journal of Biogeography**, 37: 477–485
- Ferretti, N., Pompozzi, G., Copperi, S., Pérez-Miles, F., González, A. 2012. Mygalomorph spider community of a natural reserve in a hilly system in central Argentina. **Journal of Insect Science**, 12:31.
- Ferretti, N.; Cavallo, P.; Chaparro, J.C.; Ríos-Tamayo, D.; Seimon, T.A.; West, R. 2018. The Neotropical genus *Haplotremus* Simon, 1903 (Araneae: Theraphosidae), with the description of seven new species and the highest altitude record for the family. **Journal of Natural History**, 52: 1927-1984.
- Fick, S.E.; Hijmans, R.J. 2017. WorldClim: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, 37 (12): 4302-4315.
- Foelix, R.F. 2011. **Biology of spiders**. Oxford University Press. New York. 330pp.
- González-Reyes, A.X.; Corronca, J.A.; Rodríguez-Artigas, S.M. 2017. Changes of arthropod diversity across an altitudinal ecoregional zonation in Northwestern Argentina. **PeerJ** 5:e4117.
- Gotelli, N.J., Ellison, A.M. 2011. **Princípios de Estatística Em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed Editora. 528pp.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9pp.
- Hoye, T.T.; Hammel; J.U. 2010. Climate change and altitudinal variation in sexual size dimorphism of arctic wolf spiders. **Climate Research**, 41:259-265.

Hulbert, J.H. 1984. Pseudoreplication and the design of field experiments in ecology. **Ecological Monographs**, 54: 187-211.

IBGE. 1985. **Atlas nacional do Brasil: região Nordeste**. IBGE, Rio de Janeiro.

Indicatti, R.P.; Candiani, D.F.; Brescovit, A.D.; Japyassú, H.F. 2005. Diversidade de aranhas (Arachnida, Araneae) de solo na bacia do Reservatório do Guarapiranga, São Paulo, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, 5(1a): 1-12.

Jiménez-Valverde, A.; Lobo, J.M. 2007. Determinants of local spider (*Araneidae* and *Thomisidae*) species richness on a regional scale: climate and altitude vs. habitat structure. **Ecological Entomology**, 32: 113–122.

Kaderka, R. 2015. Bistriopelma, un género nuevo con dos nuevas especies de Perú (Araneae: Theraphosidae: Theraphosinae). **Revista Peruana de Biología**, 22(3), 275-288.

Kaderka, R.; Ferreti, N.; Hüsser, M.; Lüddecke, T.; West, R. 2021. *Antikuna*, a new genus with seven new species from Peru (Araneae: Theraphosidae: Theraphosinae) and the highest altitude record for the family. **Journal of Natural History**, 55(21–22): 1335–1402.

Langlands, P.R.; Brennan, K.E.C.; Pearson, D.J. 2006. Spiders, spinifex, rainfall and fire: Long-term changes in an arid spider assemblage. **Journal of Arid Environments**, 67: 36–59.

Leal, I.R.; Silva, J.M.C.; Tabarelli, M.; Lacher, T.E. 2005. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Conservation Biology**, 19:701–706.

Lomolino, M.V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. **Global Ecology and biogeography**, 10(1): 3-13.

Magurran, A.E. 2004. **Measuring biological diversity**. Oxford, Blackwell Science, 256p.

Malumbres-Olarte, J.; Crespo, L.; Cardoso, P.; Szűts, T.; Fannes, W.; Pape, T.; Scharff, N. 2018. The same but different: equally megadiverse but taxonomically variant spider communities along an elevational gradient. **Acta Oecologica**, 88, 19-28.

Mineo, M.F.; Del-Claro, K.; Brescovit, A.D. 2010. Seasonal variation of ground spiders in a Brazilian Savanna. **Zoologia (Curitiba)**, 27: 353-362.

Moura-Neto, C.; Azevedo, R.; Santiago, L.A.; Sobczak, J.F.; Araújo Júnior, J. M.C.; Falcão, K.A.; Silfarney, D.S.A.; Brescovit, A.D.; Carvalho, L.S.; Santos, A.J.; Russo, P.; Kury, A.B. 2021. **Lista de Aracnídeos do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. Disponível em <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/invertebrados/aracnideos>. Acessado em: 01/11/2021.

Moura-Fé, M.M. 2018. As serras úmidas na ocupação do território cearense. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, 20:(2):19-29.

Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent., J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403::853-845.

- Nentwig, W.; Wissel, C. 1986. A comparison of prey lengths among spiders. **Oecologia**, 68, 595–600.
- Nogueira, A.A.; Brescovit, A.D.; Perbiche-Neves, G.; Venticinque, E. 2021. Spider (Arachnida-Araneae) diversity in an amazonian altitudinal gradient: are the patterns congruent with mid-domain and rapoport effect predictions? **Biota Neotropica**, 21(4): e20211210.
- Oliveira, T.S.; Araújo, F.S. 2007. **Diversidade e conservação da biota na Serra de Baturité, Ceará**. Fortaleza: Edições UFC; COELCE, 2007.
- Opatova, V.; Hamilton, C.A.; Hedin, M.; De Oca, L.M.; Král, J.; Bond, J.E. 2020. Phylogenetic systematics and evolution of the spider infraorder Mygalomorphae using genomic scale data. **Systematic Biology**, 69(4): 671-707.
- Otto, C.; Svensson, B.S. 1982. Structure of communities of ground-living spiders along altitudinal gradients. **Holarctic Ecology**, 5:: 35-47.
- Perafán, C.; Ferreti, N.; Hendrixson, B.E. 2020. Biogeography of New World Tarantulas. In: Pérez-Miles F, editor. **New World Tarantulas: Taxonomy, Biogeography and Evolutionary Biology of Theraphosidae**. Zoological Monographs, Switzerland: Springer. P.153-190, 540.
- Pérez-Miles, F. (Ed.). 2020. **New World Tarantulas: Taxonomy, Biogeography and Evolutionary Biology of Theraphosidae** (Vol. 6). Springer Nature.
- Privet, K; Pétilion, J. 2020. Comparative patterns in taxonomic and functional spider diversities between tropical vs. temperate forests. **Ecology and evolution**, 10(23): 13165-13172.
- Prado, D. 2003. **As caatingas da América do Sul**. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (eds). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp 3–73.
- QGIS Development Team, <2021>. **QGIS Geographic Information System Developers Manual**. Open Source Geospatial Foundation Project. Electronic document.
- R Core Team (2020). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <<https://www.R-project.org>> (Accessed on June 10, 2020).
- Remmert, H. 1981. Body size of terrestrial arthropods and biomass of their populations in relation to the abiotic parameters of their milieu. **Oecologia**, 50, 12–13.
- Romero, G.Q.; Vasconellos-Neto, J. 2003. Natural history of *Misumenops argenteus* (Thomisidae): seasonality and diet on *Trichogoniopsis adenantha* (Asteraceae). **The Journal of Arachnology**, 31:297–304.
- Semace, 2010– Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Zoneamento ambiental da APA da Serra de Baturité: diagnóstico e diretrizes**. Fortaleza. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/apa-da-serra-de-baturite>>. Acesso em: 17 maio 2020.

Souza H.S.; Messas, Y.F.; Gonzaga, M.O.; Vasconcellos-Neto J. 2015. Substrate selection and spatial segregation by two congeneric species of *Eustala* (Araneae: Araneidae) in southeastern Brazil. **The Journal of Arachnology**, 43:59–66.

Souza, M.J.N.; Oliveira, V.P.V.N. 2006. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. **Revista Mercator – UFC (Fortaleza-CE)**, 5 (9): 85-102.

Tabarelli, M.; Santos, A.M.M. 2004. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. Pp. 17-24. In: Porto, K.C.; Cabral, J.J.P.; Tabarelli, M. (orgs). **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba, História Natural, Ecologia e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 317p.

Tourinho, A.L.; Dias, S.C.; Lo-Man-Hung, N.F.; Pinto-da-Rocha, R.; Bonaldo, A.B.; Baccaro, F.B. 2018. Optimizing survey methods for spiders and harvestmen assemblages in an Amazonian upland forest. **Pedobiologia**, 67: 35-44.

Tourinho, A.L.; Lo Mang Hung, N. 2021. Standardized Sampling Methods and Protocols for Harvestman and Spider Assemblages. (p. 365-402). In: Santos, J.C.; Fernandes, G.W. (Eds). **Measuring Arthropod Biodiversity: a handbook of sampling methods**. Springer: Nature Switzerland, 600p.

Uetz, G.W. 1975. Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spiders (Araneae) in deciduous forest litter. **Environmental Entomology**, 4(5), 719-724.

Vasconcellos, A.; Araújo, V.F.; Moura, F.; Bandeira, A.G. 2007. Biomass and population structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri)(Isoptera: Termitidae) in the dry forest of Caatinga, Northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, 36(5):693-698.

Vasconcelos Sobrinho, J. 1971. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Recife.

Werneck, F.P. 2011. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: Historical biogeography and perspectives. **Quaternary Science Reviews**, 30:1630–1648.

Whittaker, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. **Biological Reviews**, 42, 207–264.

World Spider Catalog, 2022 World Spider Catalog, **Natural History Museum Bern**, Versão 23.5 Disponível em: <<http://wsc.nmbe.ch>> Acesso em: 17 outubro, 2022.

Zar, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 718 p.

## 5. Capítulo 2: Efeitos da Pluviosidade em uma assembleia de aranhas caranguejeiras (Araneae: Mygalomorphae) em uma área de Brejo de Altitude.

### RESUMO

O domínio semiárido brasileiro é caracterizado pela pluviosidade escassa e irregular, ocasionando períodos de seca. Os Brejos de Altitude, contudo, emergem como ilhas de vegetação úmida decorrentes de chuvas orográficas associadas a gradientes altitudinais. A variação da abundância das espécies de artrópodes resulta de processos bióticos e abióticos, sobretudo vinculados à disponibilidade de água, de modo que os padrões de variação temporal da abundância dos artrópodes são bem conhecidos, sobretudo para insetos e aranhas. Contudo, esse conhecimento se torna incipiente ao se tratar da variação da abundância da fauna de invertebrados em áreas de Brejos de Altitude, devido a elevada pluviosidade que ocorre ao longo dos meses. Testou-se a hipótese de que, na área inserida no Brejo de Altitude, a abundância e riqueza das espécies variam de forma sincrônica com a variação anual da pluviosidade; de modo que a abundância e a riqueza de espécies de aranhas Mygalomorphae edáficas será correlacionada com a variação mensal da pluviosidade; e que o número de aranhas será correlacionado com o número de presas (insetos). Duas áreas de pesquisas foram selecionadas no município de Guaramiranga, Maciço de Baturité, Ceará, ambas constituindo áreas de Mata Úmida, localizadas respectivamente a 855 e 1114 m de altitude. A amostragem ocorreu durante o período de agosto de 2020 a agosto de 2021, com uma coleta mensal por área de pesquisa. Em cada ponto amostral foram instaladas 10 baterias (5 armadilhas em cruz) de *pitfall traps* (operantes durante 7 dias), totalizando 50 m quadrados de área amostrada/ponto do gradiente. Observou-se a ocorrência de 74 indivíduos pertencentes a 8 espécies de aranhas. As espécies dominantes foram: *Neodiplothele caucaia* Gonzalez-Filho, Lucas & Brescovit, 2015, *Diplura sanguinea* (F. O. Pickard-Cambridge, 1896) e *Guyruita* sp. nov.. Houve um pico no aumento da abundância durante o mês de fevereiro, assim como um pico na riqueza de espécies. Apesar do pico concomitante com o aumento da pluviosidade, não foi observada correlação significativa entre abundância de aranhas e a pluviosidade ( $p = 0.9567$ ) e também entre a riqueza de espécies e a pluviosidade ( $p = 0.4539$ ). Contudo, observou-se que a variação da abundância de aranhas foi fortemente correlacionada ( $p = 0.002855$ ) com variação da abundância dos insetos. O GLM apontou que a abundância dos insetos influenciou na variação da abundância ( $p < 0,001$ ) e na variação temporal da riqueza de espécies das aranhas ( $p < 0,005$ ). Concluiu-se que a abundância e riqueza de aranhas

Mygalomorphae edáficas depende não só de condições abióticas (pluviosidade), mas principalmente da oferta de presas.

**Palavras-chave:** Variação Temporal; Caranguejeiras Edáficas; Armadilha de Queda; Mata de Altitude; Insetos edáficos.

#### ABSTRACT

The Brazilian semi-arid domain is characterized by scarce and irregular rainfall, causing periods of drought, however, the Brejos de Altitude appear as islands of humid vegetation resulting from orographic rainfall associated with altitudinal gradients. The variation in the abundance of arthropod species results from biotic and abiotic processes, mainly linked to the availability of water, so that the patterns of temporal variation in the abundance of arthropods are well known, especially for insects and spiders. However, this knowledge becomes incipient when dealing with the variation in the abundance of invertebrate fauna in areas of Brejos de Altitude due to the high rainfall that occurs over the months. The hypothesis was tested that, in the area inserted in the Brejo de Altitude, the abundance and richness of species vary synchronously with the annual variation of rainfall; so that the abundance and species richness of edaphic Mygalomorphae spider species will be correlated with the monthly variation in rainfall; and that the number of spiders will be correlated with the number of prey (insects). Two research areas were selected in the municipality of Guaramiranga, Maciço de Baturité, Ceará, both constituting Rainforest areas, located respectively at 855 and 1114 m altitude. Sampling took place during the period from August 2020 to August 2021, with a monthly collection per research area. At each sampling point, 10 batteries (5 cross traps) of pitfall traps (operating for 7 days) were installed, totaling 50 square meters of sampled area/gradient point. The occurrence of 74 individuals belonging to 8 species of spiders was observed. The dominant species were: *Neodiplothele caucaia* Gonzalez-Filho, Lucas & Brescovit, 2015, *Diplura sanguinea* (F. O. Pickard-Cambridge, 1896) and *Guyruita* sp. Nov.. There was a peak in increased abundance during the month of February, as well as a peak in species richness. Despite the concomitant peak with increased rainfall, no significant correlation was observed between spider abundance and rainfall ( $p = 0.9567$ ) or between species richness and rainfall ( $p = 0.4539$ ). However, it was observed that variation in spider abundance was strongly correlated ( $p = 0.002855$ ) with variation in insect abundance. The GLM indicated that the abundance of insects influenced the variation in abundance ( $p < 0.001$ ) and the temporal variation in spider species richness ( $p < 0.005$ ). It was concluded that



the abundance and richness of edaphic Mygalomorphae spiders depends not only on abiotic conditions (rainfall), but mainly on the supply of prey.

**Keywords:** Temporal Variation; Edaphic Spiders; Pitfall trap; Altitude Forest; Edaphic insects

## 5.1 Introdução

O Domínio Semiárido brasileiro caracteriza-se pela pluviosidade variando entre 300 e 1000 mm anuais concentrados em períodos de até 5 meses, bem como pelas flutuações interanuais e longos períodos de seca (Prado, 2003). A variação da abundância das espécies de artrópodes resulta de processos bióticos e abióticos, sobretudo vinculados à disponibilidade de água (Tauber *et al.*, 1986; Wolda, 1988). Em meio ao Semiárido Nordestino, os Brejos de Altitude correspondem a áreas de matas úmidas localizadas em zonas de altitude elevadas à barlavento (>500m) associadas a ocorrência de chuvas orográficas (>1.200mm) (Locatelli; Machado, 2004; Prado, 2003; Leal et al., 2005), apresentando fauna e flora diferenciada do ambiente típico de Caatinga (Werneck, 2011).

O aumento da pluviosidade faz com que a fauna de artrópodes terrestres sofra efeitos da variação mensal e anual da pluviosidade principalmente devido ao aumento da produção de biomassa vegetal (Machado *et al.*, 1997), aumentando assim a atividade / densidade das assembleias de insetos (Vasconcellos et al., 2007, 2010), bem como de artrópodes predadores, tais como aranhas e escorpiões (Araújo *et al.*, 2010; Carvalho *et al.*, 2015; Lira *et al.*, 2018; Azevedo et al., 2020).

Para áreas inseridas no Semiárido brasileiro propriamente dito, observa-se que diversos grupos de insetos são diretamente influenciados pelo aumento da pluviosidade (Moura *et al.*, 2006a, b; Vasconcellos *et al.*, 2007, 2010; Nunes et al., 2011), de modo que as aranhas são correlacionadas com a variação da abundância dos insetos (Uetz, 1975; Wise, 1993). Contudo, observa-se que o aumento na abundância das aranhas não é diretamente correlacionado com o aumento da pluviosidade, exibindo uma resposta tardia de até três meses após o aumento da pluviosidade (Carvalho et al., 2015).

Devido a pluviosidade existente nas áreas de Brejos de Altitude (Prado, 2003; Leal et al., 2005) e ao aumento da riqueza de espécies vegetais existentes ao longo do gradiente altitudinal (Silveira et al., 2020), testamos a hipótese de que na área inserida no Brejo de Altitude a abundância e a riqueza de espécies de aranhas Mygalomorphae edáficas é influenciada pela variação mensal da pluviosidade, a abundância e riqueza das espécies variam de forma sincrônica com a variação anual da pluviosidade, tendo como predições que: 1 - a abundância e a riqueza serão correlacionadas com o aumento da pluviosidade; 2 - o número de indivíduos será correlacionado com o aumento do número de presas.

## 5.2 Material e métodos

### 5.2.1 Área de Estudo

De acordo com Vasconcelos Sobrinho (1971), existem 43 Brejos de Altitude distribuídos nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. O Maciço do Baturité constitui um dos Brejos de Altitude inseridos no estado do Ceará (Moura-Fé, 2018), onde observa-se índices pluviométricos elevados com média de 1.500mm anuais, com ocorrência de estação chuvosa correspondendo ao período de dezembro-março e uma estação seca em abril-novembro, respectivamente (Semace, 2010). O tipo de vegetação predominante no Maciço de Baturité é a Mata Atlântica, cuja flora é composta por 92 famílias, das quais sua composição se altera ao longo dos extratos altitudinais, com predominância de uma vegetação caducifólia espinhosa na parte inferior, a qual é gradualmente substituída por uma vegetação florestal com a elevação da altitude (Oliveira; Araújo, 2007).

As duas áreas de pesquisas foram selecionadas no Maciço de Baturité, Ceará, no município de Guaramiranga, sendo a primeira no interior do Hotel Vale das Nuvens e a segunda no Pico Alto, ambas constituindo áreas de Mata Úmida, localizadas respectivamente à 855 e 1114 m de altitude.

### 5.2.2 Amostragem

A amostragem ocorreu durante o período de 13 meses, correspondendo a de agosto de 2020 a agosto de 2021, perfazendo uma coleta mensal em cada uma das áreas de pesquisa. Em cada ponto amostral, a amostragem foi realizada por meio de armadilhas do tipo *pitfall trap* para invertebrados terrestres, onde cada armadilha permaneceu operante por 7 dias/mês, e cada conjunto de 5 armadilhas dispostas em cruz constituiu uma unidade amostral e uma bateria de *pitfall traps* (Carvalho, 2015). Ao todo, foram instaladas 10 baterias de *pitfall traps* em cada ponto do gradiente altitudinal, totalizando 50 m quadrados de área amostrada/ponto do gradiente. As baterias foram instaladas em forma linear, com espaçamento mínimo de 10 m entre cada bateria, evitando-se assim pseudoreplicação espacial (Hullbert, 1984).

Cada *pitfall trap* consistiu em um recipiente plástico (10X15 cm de profundidade), enterrado no nível do solo, no qual foi colocado 400 mL de solução salina

supersaturada (1Kg de sal de cozinha por litro de água), além de gotas de detergente visando quebrar a tensão superficial da água (Carvalho, 2015). Acima de cada *pitfall trap*, foi instalado um telhado improvisado à base de isopor, fixado com palitos de churrasco, evitando assim a incidência excessiva de luz solar sob os *pitfall traps*, bem como reduzir os materiais diversos que eventualmente caem nos *pitfall traps*, como folhas e animais que caem da vegetação nas proximidades acima das armadilhas (Ferretti *et al.*, 2012; Carvalho, 2015).

### 5.2.3 Obtenção de dados pluviométricos

Os dados pluviométricos foram obtidos por meio do banco de dados da Funceme (FUNCEME, 2020) para o município de Guaramiranga, Ceará. Após análise dos mesmos, observou-se ausência de dados pluviométricos a partir do mês de agosto de 2020 devido ao posto pluviométrico encontrar-se danificado. Assim, optou-se por utilizar dados relativos à variação anual do período compreendido entre 2000 e 2019. Tais dados foram tabulados em planilha eletrônica e em seguida foi calculado a média mensal em função do período citado.

### 5.2.4 Análises Estatísticas

Após identificar a riqueza de espécies e a abundância das aranhas Mygalomorphae encontradas em cada ponto de altitude, os dados foram organizados em planilhas, contendo informações sobre riqueza e abundância em função dos meses coletados.

A abundância da entomofauna edáfica observada corresponde aos indivíduos edáficos que caíram concomitantemente nas armadilhas *pitfall trap* com as aranhas, tendo em vista que os insetos estão entre as principais presas das aranhas Mygalomorphae (Foelix, 2011; Hénaut; Rabet, 2020). De todos os insetos observados, utilizou-se somente a abundância dos insetos das seguintes ordens: Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Lagartas, Larvas, Orthoptera, Phasmatodea. A triagem dos insetos em categoria taxonômica de ordem foi feita por meio da chave de identificação para ordem de insetos (Triplehorn; Jonhson 2005).

Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (Zar, 1996), e posteriormente, a variação da abundância dos indivíduos coletados em função dos meses foi mensurada por meio do teste de Kruskal-Wallis e a variação da riqueza de espécies por meio do teste de Qui-quadrado (Zar, 1996). Foram realizados testes de correlação de Spearman (Zar, 1996) entre a riqueza de espécies, abundância e a variação pluviométrica.

A relação entre a variação da abundância das aranhas, riqueza de espécies, e a pluviosidade foi mensurada por meio de um Modelo Linear Generalizado (GLM), utilizando-se Distribuição de Poisson (Crawley, 2012). As análises estatísticas foram feitas por meio do software livre *R* (R Development Core Team, 2020).

### 5.3 Resultados

Nas duas áreas de Brejo de Altitude foi observada a ocorrência de 74 indivíduos pertencentes a 8 espécies de aranhas Mygalomorphae (Tabela 1). As espécies dominantes foram: *Neodiplotele caucaia* Gonzalez-Filho, Lucas & Brescovit, 2015, *Diplura sanguinea* (F. O. Pickard-Cambridge, 1896) e *Guyruita* sp. nov., respectivamente com 24, 17 e 18 indivíduos observados. Observou-se que as aranhas ocorreram em todos os meses, exceto outubro/2020, julho e agosto/2021.

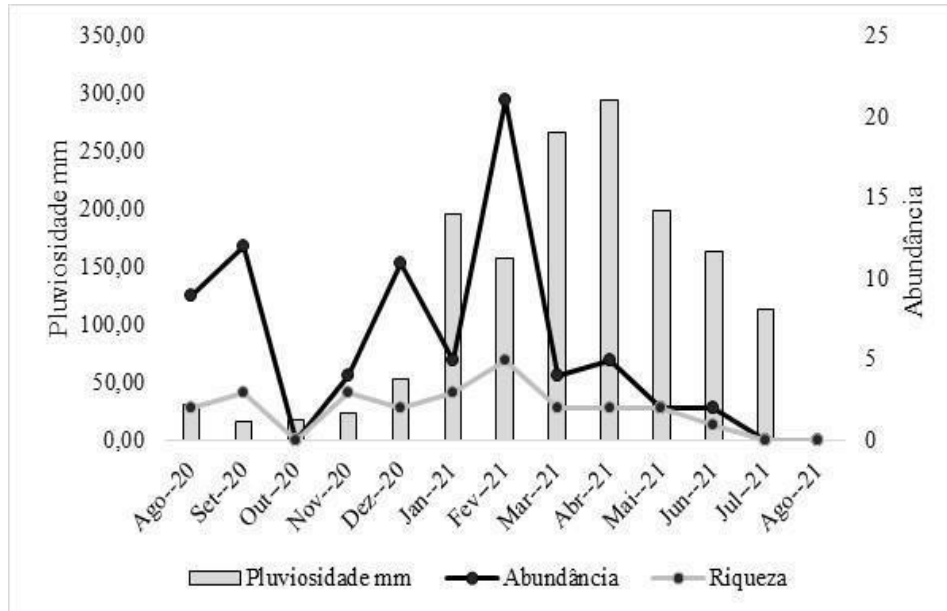
Tabela 1: Composição e variação temporal da fauna de aranhas Mygalomorphae edáficas coletadas por meio de *pitfall trap* em área de Brejo de Altitude em Guaramiranga, Ceará, para o período de agosto 2020 – agosto 2021.

Taxon	2020				2021								Total	F%	
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho			Agosto
Actinopodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Actinopus</i> gr. <i>nattereri</i> sp. nov.	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	4%
Barychelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Neodiplotele caucaia</i> Gonzalez-Filho, Lucas & Brescovit, 2015	0	0	0	1	5	0	11	3	4	1	0	0	0	24	32%
<i>Neodiplotele</i> sp. nov.	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	7%
Dipluridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Diplura sanguinea</i> (F. O. Pickard-Cambridge, 1896)	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	17	23%
Theraphosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Guyruita</i> sp. nov.	0	2	0	2	6	1	6	0	1	0	0	0	0	18	24%
<i>Kochiana</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3	4%

Taxon	2020					2021								Total	F%
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto		
<i>Tmesiphantes nordestinus</i> Fabiano-da-Silva, Guadanucci & DaSilva, 2019	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2%
<i>Tmesiphantes guayarus</i> Fabiano-da-Silva, Guadanucci & DaSilva, 2019	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	4%
<b>Abundância</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>74</b>	
<b>Riqueza</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

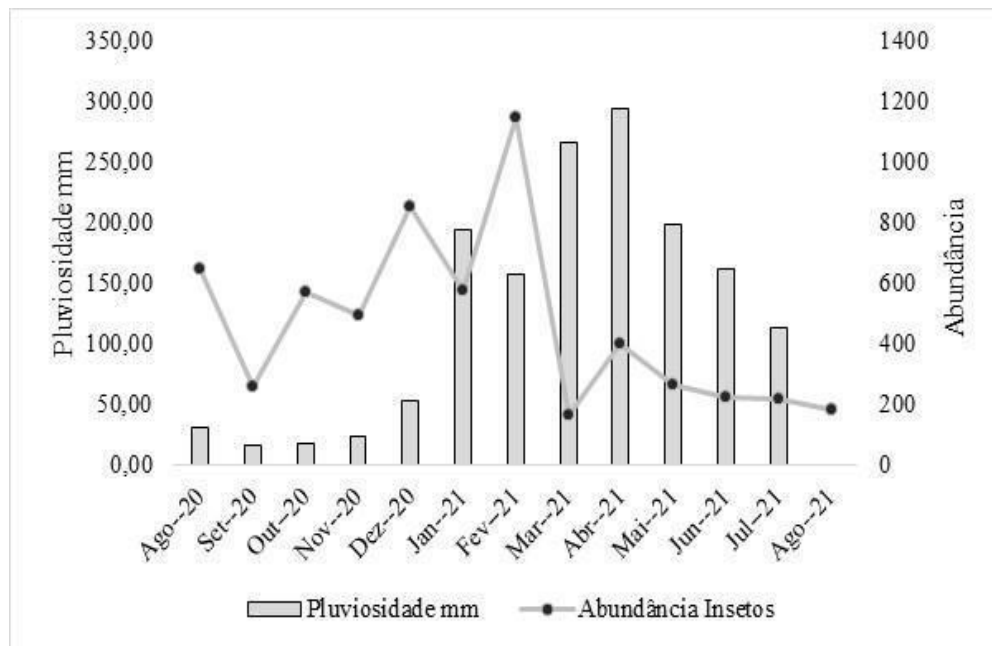
Ao analisar variação temporal mensal da abundância e da riqueza de espécies de aranhas Mygalomorphae para a área de Brejo de Altitude, observa-se um pico no aumento da abundância durante o mês de fevereiro, assim como um pico na riqueza de espécies (Figura 1). Contudo, apesar desse pico concomitante com o aumento da pluviosidade, não foi observada correlação significativa entre abundância de aranhas Mygalomorphae e a pluviosidade ( $p = 0.9567$ ) e também entre a riqueza de espécies e a pluviosidade ( $p = 0.4539$ ).

Figura 1: Variação temporal mensal da abundância e riqueza de espécies de aranhas Mygalomorphae edáficas coletadas por meio de *pitfall trap* para duas áreas de Brejo de Altitude no município de Guaramiranga, Ceará.



A variação temporal da abundância das presas (i.e., insetos edáficos) exibiu aumentos posteriores ao aumento da pluviosidade, sobretudo após a ocorrência das chuvas do mês de janeiro (Figura 2), exibindo posterior tendência à redução da sua abundância. Observou-se também que a abundância dos insetos edáficos capturados pelos *pitfall traps* não exibiu correlação significativa com a pluviosidade ( $p = 0.4539$ ).

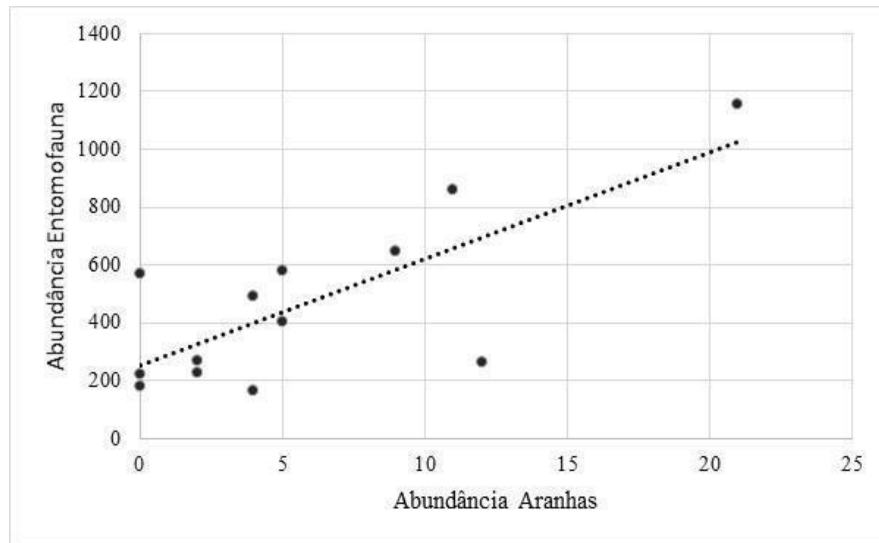
Figura 2: Variação temporal mensal da abundância de insetos edáficos coletados por meio de *pitfall traps* para duas áreas de Brejo de Altitude no município de Guaramiranga, Ceará.



Contudo, apesar da não existência de correlação entre a abundância / riqueza de aranhas com a variação temporal da pluviosidade, assim como a não existência de correlação entre a abundância dos insetos edáficos coletados por meio dos *pitfall traps* e a variação temporal da pluviosidade, observou-se que a variação da abundância de aranhas é fortemente correlacionada ( $p = 0.002855$ ) com variação da abundância dos insetos edáficos coletados (Figura 3). O GLM desenvolvido mostra que a abundância dos insetos influencia a variação da abundância das aranhas Mygalomorphae edáficas ( $p < 0,001$ ), assim como a variação temporal da riqueza de espécies das aranhas ( $p < 0,005$ ).



Figura 3: Correlação entre a abundância de aranhas Mygalomorphae edáficas coletadas por meio de *pitfall traps* e abundância de insetos edáficos coletados.



## 5.4 Discussão

Devido a altitude elevada a qual as áreas de Brejos de Altitude estão inseridas (Prado, 2003; Leal et al., 2005), observa-se a ocorrência de uma maior pluviosidade ao longo do ano (Funceme, 2020) quando comparada a outras áreas do Domínio Caatinga, assim como do aumento da riqueza de espécies vegetais existentes ao longo do gradiente de altitude existente (Silveira et al., 2020), resultando em fauna e flora diferenciada do Domínio Caatinga (Werneck, 2011).

O aumento da abundância das aranhas responde de formas diversas à pluviosidade, exibindo assim aumento na sua abundância em função do aumento da disponibilidade de presas (insetos) e ao aumento da pluviosidade / teor de umidade (Spiller; Schoener, 1995; Arango et al., 2000). A resposta a pluviosidade propriamente também reflete a ocorrência de melhores condições abióticas e bióticas para procura de parceiros sexuais e desenvolvimento de juvenis (Langlands et al., 2006).

A relação entre a variação da pluviosidade e abundância de aranhas é um fator que também é vinculado ao padrão de abundância (não dominantes/dominantes), tendo em vista que espécies com menor abundância são menos correlacionadas com a variação da pluviosidade (Langlands et al., 2006). Essa tendência também pode ser evidenciada pelo método de coleta utilizado, cujo *pitfall trap* dá ênfase a aranhas errantes (Costa; Pérez-Miles, 2002; Indicatti *et al.*, 2005).

Tendo em vista o comportamento errante das aranhas Mygalomorphae (Costa; Pérez-Miles, 2002) durante a época do acasalamento, o qual aparentemente é sincronizado com condições meteorológicas (Pérez-Miles et al., 2005), a abundância observada poderia ter sido afetada negativamente em função da pluviosidade associada ao período em que os *pitfall traps* estavam operando (Engelbrecht, 2013). A literatura reporta que aranhas errantes (Araneomorphae: Ctenidae) de hábito noturno tendem a diminuir a sua atividade noturna (saída de seus refúgios) após o dia chuvoso (Queiroz; Gasnier, 2017), o que poderia explicar a pequena quantidade de espécies dominantes, bem como a atividade das aranhas Mygalomorphae (Ferretti et al., 2012).

A disponibilidade de presas é um fator que afeta a dinâmica dos predadores, principalmente a dinâmica das assembleias de aranhas (Wise 1993; Carvalho et al., 2015; Azevedo et al., 2020). Nesse sentido, a atividade / densidade de insetos é fortemente influenciada pela ocorrência de chuvas (Wolda, 1988, 1992), principalmente em áreas

inseridas no domínio semiárido brasileiro, o qual é marcado pela pluviosidade baixa e irregular (Prado, 2003; Leal et al., 2005), e os insetos são influenciados diretamente pelo aumento da pluviosidade (Vasconcellos *et al.*, 2010), de modo que a abundância das aranhas é principalmente correlacionada com a abundância dos insetos (Carvalho et al., 2015).

Desse modo, observa-se que a pluviosidade ocasiona efeitos indiretos no aumento da abundância e riqueza de espécies de aranhas Mygalomorphae coletadas por meio de *pitfall trap* em uma área de Brejo de Altitude em virtude principalmente da pluviosidade constante. Observa-se também que, ainda assim como em outras áreas, a abundância dos insetos (presas) desempenha papel importante na ocorrência e manutenção da abundância e da riqueza de espécies de aranhas Mygalomorphae.

## REFERÊNCIAS

- ARANGO, A. M.; V. RICO-GRAY; V. PARRA-TABLA. 2000. Population structure, seasonality, and habitat use by the green lynx spider *Peucetia viridans* (Oxiopidae) inhabiting *Cnidocolus aconitifolius* (Euphorbiaceae). **Journal of Arachnology**, 28: 185–194.
- ARAÚJO, C.S.; CANDIDO, D.M.; ARAÚJO, H.F.; DIAS, S.C.; VASCONCELLOS, A. 2010. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in northeastern Brazil. **Zoologia**, 27(3): 372-376.
- AZEVEDO, R.; MOURA, E.S.; LOPES, A.S.; CARVALHO, L.S.; DIAS, S.C.; BRESCOVIT, A.D. 2016. Arachnids from Araripe Plateau, Ceará, Brazil. **Check List**, 12(4): 1920.
- CARVALHO, L. S.; SEBASTIAN, N.; ARAÚJO, H. F.; DIAS, S. C.; VENTICINQUE, E.; BRESCOVIT, A. D.; VASCONCELLOS, A. 2015. Climatic variables do not directly predict spider richness and abundance in semiarid Caatinga vegetation, Brazil. **Environmental Entomology**, 44(1):54-63.
- CARVALHO, L.S. 2015. Aracnídeos: quem são, por que estudá-los e como coletá-los?; pp.103–140, *In*: M.S.C.S. Lima; L.S. Carvalho and F. Prezoto (orgs.). **Métodos em Ecologia e Comportamento Animal**. Teresina, EDUFPI. 132 pp.
- COSTA F.G.; PÉREZ-MILES, F. 2002. Reproductive biology of Uruguayan theraphosids (Araneae, Theraphosidae). **Journal of Arachnology**, 30: 571-587.
- CRAWLEY, M.J. 2012. **The R book**. John Wiley & Sons.
- ENGELBRECHT, I. 2013. Pitfall trapping for surveying trapdoor spiders: the importance of timing, conditions and effort. **The Journal of Arachnology**, 41:133–142.
- FERRETTI, N.; POMPOZZI, G.; COPPERI, S.; PÉREZ-MILES, F.; GONZÁLEZ, A. 2012. Mygalomorph spider community of a natural reserve in a hilly system in central Argentina. **Journal of Insect Science**, 12:31.
- FOELIX, R.F. 2011. **Biology of spiders**. Oxford University Press. New York. 330pp.
- Funceme. 2020. Fundação Cearense de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>. Acessado em 10/11/2020.
- HÉNAUT, Y.; MACHKOUR-M'RABET, S. 2020. pp. 237-271. Predation and Other Interactions. In:Pérez-Miles, F. (Ed.). 2020. **New World Tarantulas: Taxonomy, Biogeography and Evolutionary Biology of Theraphosidae**, v.6. Springer Nature. 540p
- HULLBERT, J.H. 1984. Pseudoreplication and the design of field experiments in ecology. **Ecological Monographs**, 54: 187-211.
- INDICATTI, R.P.; CANDIANI, D.F.; BRESCOVIT, A.D.; JAPYASSÚ, H.F. 2005. Diversidade de aranhas (Arachnida, Araneae) de solo na bacia do Reservatório do Guarapiranga, São Paulo, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, 5(1a): 1-12

- LANGLANDS, P.R.; BRENNAN, K.E.C.; PEARSON, D.J. 2006. Spiders, spinifex, rainfall and fire: Long-term changes in an arid spider assemblage. **Journal of Arid Environments**, 67: 36–59.
- LEAL, I.R.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; LACHER, T.E. 2005. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Conservation Biology**, 19:701–706.
- LIRA, A.F.A.; DESOUZA, A.M.; ALBUQUERQUE, C.M.R. 2018. Environmental variation and seasonal changes as determinants of the spatial distribution of scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. **Canadian Journal of Zoology**, 96(9): 963-972.
- MACHADO, I.C.S.; BARROS, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, 29::57–68.
- MOURA, F.M.S.; VASCONCELLOS, A.; ARAÚJO, V.F.P.; BANDEIRA, A.G. 2006a. Seasonality in foraging behaviour of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae) in the Caatinga of northeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, 53(4): 472-479.
- MOURA, F.M.S.; A. VASCONCELLOS, V.F.P. ARAÚJO; A.G. BANDEIRA. 2006b. Feeding habit of *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae) in an area of caatinga, Northeast Brazil. **Sociobiology**, 48: 21-26.
- MOURA-FÉ, M.M. 2018. As serras úmidas na ocupação do território cearense. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, 20:(2):19-29.
- NUNES, F.A.; MARTINS SEGUNDO, G.B.; VASCONCELOS, Y.B.; AZEVEDO, R.; QUINET, Y. 2011. Ground-foraging ants (Hymenoptera: Formicidae) and rainfall effect on pitfall trapping in a deciduous thorn woodland (Caatinga), Northeastern Brazil. **Revista de Biología Tropical**, 59(4), 1637-1650.
- OLIVEIRA, T.S.; Araújo, F.S. 2007. **Diversidade e conservação da biota na Serra de Baturité, Ceará**. Fortaleza: UFC, 2007.
- PÉREZ-MILES, F., COSTA, F.G., TOSCANO-GADEA, C.; MIGNONE, A. 2005. Ecology and behaviour of the ‘road tarantulas’ *Eupalaestrus weijenberghi* and *Acanthoscurria suina* (Araneae, Theraphosidae) from Uruguay. **Journal of Natural History**, 39(6), 483-498.
- PÉREZ-MILES, F. (Ed.). 2020. **New World Tarantulas: Taxonomy, Biogeography and Evolutionary Biology of Theraphosidae** (Vol. 6). Springer Nature.
- PRADO, D. 2003. **As caatingas da América do Sul**. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (eds). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp 3–73.
- QUEIROZ, M.; GASNIER, T.R. 2017. Strong negative effect of diurnal rainfall on nocturnal activity of a wandering spider in Central Amazonia. **Revista de Biología Tropical**, 65(3): 1152-1160.

R Core Team (2020). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <<https://www.R-project.org>> (Acesso em 10 de junho, 2020).

RAHBEEK, C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern?. **Ecography**. 200-205.

ROMDAL, T.S.; GRYTNES, J.A. 2007. An indirect area effect on elevational species richness patterns. **Ecography**, 30: 440-448.

SEMACE, 2010– Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Zoneamento ambiental da APA da Serra de Baturité: diagnóstico e diretrizes**. Fortaleza. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/apa-da-serra-de-baturite>>. Acesso em: 17 maio 2022.

SILVEIRA, A.P.; LOIOLA, M.I.B. GOMES, V.S.; LIMA-VERDE, L.W.; OLIVEIRA, T.S.; SILVA, E.F.; OTUTUMI, A.T.; RIBEIRO, K.A.; XAVIER, F.A.S.; BRUNO, M.M.A.; SOUZA, S.S.G.; ARAÚJO, F.S. 2020. Flora of Baturité, Ceará: a Wet Island in the Brazilian Semiarid. **Floresta e Ambiente**; 27(4): e20180320.

SPILLER, D. A.; T. W. SCHOENER. 1995. Long-term variation in the effect of lizards on spider density is linked to rainfall. **Oecologia** 103: 133–139.

TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A.; MASAKI, S. 1986. **Seasonal adaptations of insects**. Oxford University Press on Demand.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F.; BORROR, D. J. 2005. **Borrer and DeLong's Introduction to the Study of Insects**. Brooks/Cole Publishing Company.

UETZ, G.W. 1975. Temporal and spatial variation in species diversity of wandering spiders (Araneae) in deciduous forest litter. **Environmental Entomology**, 4(5), 719-724.

VASCONCELLOS, A.; R. ANDREAZZE, A. M.; ALMEIDA, H.F.P. ARAÚJO, E. S.; OLIVEIRA, U. 2010. Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Rev. Bras. Entomol.** 54: 471–476

VASCONCELLOS, A.; ARAÚJO, V.F.; MOURA, F.; BANDEIRA, A.G. 2007. Biomass and population structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri) (Isoptera: Termitidae) in the dry forest of Caatinga, Northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, 36(5):693-698.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. 1971. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Recife.

VELLEND, M. 2010. Conceptual synthesis in community ecology. **The Quarterly review of biology**, 85(2), 183-206.

WERNECK, F.P. 2011. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: Historical biogeography and perspectives. **Quaternary Science Reviews**, 30:1630–1648.

WISE, D.H. 1993. **Spiders in Ecological Webs**. 328p. Cambridge University Press, New York, NY.

WOLDA, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **The Journal of Animal Ecology**, 47(2): 369-381.

WOLDA, H. 1992. Trends in abundance of tropical forest insects. **Oecologia**,89: 47-52.

WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: Why? **Annual Review of Ecology and Systematics**, 19:1-18.

WORLD SPIDER CATALOG, 2022 World Spider Catalog, **Natural History Museum Bern**, Versão 23.5 Disponível em: <<http://wsc.nmbe.ch>. Acesso em: 17 out. 2022.

ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 718 p.