

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS - CSHNB**

AMANDA MENESES DA SILVA

**ARANHAS COMO BIOINDICADORAS EM TRÊS AMBIENTES DE DIFERENTES
FITOFISIONOMIAS**

**PICOS
2018**

AMANDA MENESES DA SILVA

**ARANHAS COMO BIOINDICADORAS EM TRÊS AMBIENTES DE DIFERENTES
FITOFISIONOMIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Paulo César Lima Sales.

**PICOS
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo

S586a Silva, Amanda Meneses da.
Aranhas como bioindicadoras em três ambientes de diferentes fitofisionomias. / Amanda Meneses da Silva. – Picos, 2018.

28 f.

CD-ROM : il.; 4 ¾ pol.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2019.

Orientador(A): Prof. Dr. Paulo César Lima Sales..

1. Aranhas. 2. Fitofisionomias. 3. Indicadores Ambientais.
I. Título.

CDD 595.44

AMANDA MENESES DA SILVA

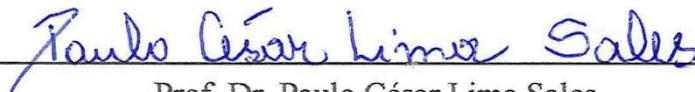
**ARANHAS COMO BIOINDICADORAS EM TRÊS AMBIENTES DE
DIFERENTES FITOFISIONOMIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado em Ciências Biológicas.

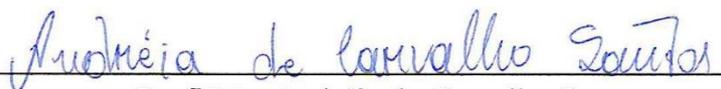
Orientador: Dr. Paulo César Lima Sales.

Aprovado em 30/11/2018

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Paulo César Lima Sales
Universidade Federal do Piauí, *Campus* Senador Helvideo Nunes de Barros



Profª Me. Andréia de Carvalho Santos
Universidade Federal do Piauí, *Campus* Universitário Ministro Petrônio Portella



Profª Drª. Waldima Alves da Rocha
Universidade Federal do Piauí, *Campus* Senador Helvideo Nunes de Barros

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, aos meus amados pais Aderson Vieira e Maria Neusa Meneses, aos meus irmãos Anderson Meneses e Alex Vieira e principalmente as Minhas avós Cecília Maria da Silva e Aurora Meneses dos Santos (*in memoriam*), com todo o meu amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pelas bênçãos recebidas.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo César Lima Sales, pela oportunidade de ser sua orientanda, pela paciência, ensinamentos, comprometimento e pela confiança em mim depositada ao longo das supervisões e desenvolvimento desse trabalho.

À minha Família, especialmente aos meus pais Aderson Vieira da Silva e Maria Neusa Meneses dos Santos Silva, pelo amor e incentivo.

Aos meus queridos companheiros de coleta Anderson Vieira da Silva, Alex Vieira da Silva e Kleber Moura da Costa, que me apoiaram e deram suporte ao longo desse projeto.

Aos meus amigos: Aparecida Rocha, Thais Meneses, Fernanda Osório, Aline Meneses, Luziana dos Santos, Rosário de Andrade, Amanda Kelys, Antônia Nizete, Elane Leal, João Paulo, Esdras Raphael, Antônio Reis, Iris Rocha e Thamires Rocha, pelo apoio e incentivo.

Agradeço também ao Núcleo de Ofiologia e Animais Peçonhentos da Universidade Federal da Bahia, pelo apoio.

Amo vocês!

Nunca estude sem ter um lápis em atividade sobre um pedaço de papel.

- Prof. Pier

RESUMO

Aranhas têm sido largamente usadas como indicadoras na forma de monitoramento para conservação e manejo de ecossistemas. Tendo em vista a importância da utilização de organismos bioindicadores na avaliação de qualidade ambiental e seu conhecimento para o manejo de ambientes ameaçados, a presente pesquisa tem como objetivos descrever a estrutura da comunidade de aracnídeos em resposta a três diferentes fitofisionomias e testar o potencial bioindicador de aranhas de solo para ambientes terrestres em biomas caatinga-cerrado. Foram realizadas quatro amostragens trimestrais por meio de armadilha de solo (*pitfall traps*) em três ambientes de diferentes fitofisionomias (impactado, preservado e de agricultura). Os espécimes coletados foram identificados considerando somente indivíduos adultos. Uma NMDS foi utilizada para verificar a relação táxons e ambiente e o percentual de substituição de espécies foi calculado considerando a matriz dissimilaridade de Ruzsika. O índice de diversidade de Simpson foi utilizado para acessar a diversidade de espécies em cada ambiente. Para a identificação das espécies bioindicadores, foi utilizado o indicador de individual (IndVal) sendo considerado a especificidade e fidelidade apenas das espécies com IndVal significativo ($\alpha < 0,05$). As assembleias de aranhas de solo foram estruturadas em função do tipo de fitofisionomia, com *Xenoctenidae* e *Loxosceles amazônica* sendo os táxons de maior potencial bioindicador para o ambiente preservado (Mata Fechada) e de vegetação modificada (Agricultura), respectivamente. Ainda foi constatado que assembleias de aranhas de solo em ambientes preservados apresentam diversidades mais estáveis temporalmente quando comparada a ambientes com algum tipo de impacto.

Palavras-chave: Aranhas. Indicador. Ambiente.

ABSTRACT

Spiders have been widely used as indicators in the form of monitoring for conservation and management of ecosystems. Considering the importance of the use of bioindicators in the evaluation of environmental quality and their knowledge for the management of threatened environments, this research aims to describe the structure of the arachnid community in response to three different phytophysiognomies and to test the bioindicator potential of soil spiders for terrestrial environments in caatinga-cerrado biomes. Four quarterly samplings were carried out by means of pitfall trap in three environments of different phytophysiognomies (impacted, preserved and of agriculture). The collected specimens were identified considering only adult individuals. An NMDS was used to verify the relation taxa and environment and the percentage of species substitution was calculated considering the dissimilarity matrix of Ruszika. The diversity index of Simpson was used to access the species diversity in each environment). For the identification of the bioindicator species, the individual indicator (IndVal) was used and the specificity and fidelity of the species with significant IndVal ($\alpha < 0.05$) were considered. Soil spider assemblages were structured according to the type of phytophysiognomy, with Xenoctenidae and *Loxosceles amazonica* being the taxa of maior potential bioindicator for the preserved environment (closed forest) and modified vegetation (agriculture), respectively. It has also been found that spider assemblages in preserved environments present more stable temporal diversity when compared to environments with some type of impact.

Keywords: Spiders. Indicator. Environment.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 Aranhas	13
2.2 Bioindicadores	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 Área de Estudo.....	16
3.2 Amostragem.....	16
3.3 Análise dos dados	18
3.4 Tratamento Estatístico	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Resultados.....	19
4.2 Discussão	23
5 CONCLUSÃO.....	25

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso de aranhas como indicadoras na forma de monitoramento para conservação e manejo de ecossistemas tem aumentado. Essa expansão é explicada devido à extrema sensibilidade do grupo a mudanças bióticas e abióticas do ambiente. Além disso, podem ser coletadas em grande abundância de forma rápida e barata, mesmo em pequenas escalas espaciais, o que facilita a análise estatística da amostragem (SCHWERDT, 2018).

Bioindicadores são definidos como fontes bióticas ou abióticas que reagem a mudanças ecológicas, sendo utilizados para fornecer informações da qualidade do meio ambiente. Interagem com dados e informações sofisticadas sobre as condições ambientais, e assim, proporcionam uma avaliação justa do estado ecológico do meio ambiente (PARMAR; RAWTANI; AGRAWAL, 2016).

Essas características podem ser encontradas no grupo de aranhas, onde o impacto ambiental tem um efeito direto sobre a assembleia, podendo ser verificado em vários habitats. Esse grupo vem sendo utilizado como bioindicadores, já que são animais extremamente sensíveis às variações ambientais. Como exemplo, Ossamy et al. (2016) investigaram o papel das aranhas na avaliação do impacto ambiental relacionado a diferentes tipos de perturbação no Egito. Os pesquisadores constaram a eficácia do uso de aranhas como bioindicadores na avaliação de áreas impactadas caracterizadas pela perturbação da biodiversidade nesses ambientes.

Além disso, atividades enzimáticas de aranhas podem refletir sua capacidade de acumular elementos pesados independentemente das características do habitat, confirmando assim o valor do grupo como bioindicador de elementos pesados. Mais recentemente, Conti et al. (2018) realizaram um estudo com aranhas do gênero *Ariadna* na região central do Deserto do Namibe para avaliar o potencial bioindicador dessa guilda em resposta a elementos pesados nesse ambiente, obtendo resultados significativos desse gênero para bioindicação.

Por todo mundo, países apresentam um conjunto de leis e parâmetros que definem o uso de organismos bioindicadores em suas legislações. No Brasil, a abordagem biológica é essencial para a verificação da qualidade dos ambientes em estudos ambientais, definido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA (BRASIL, 1986). O CONAMA estabelece que Estudos de Impacto Ambiental (EIA) devem contemplar o meio biótico e os ecossistemas naturais, destacando as espécies indicadoras de qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente.

No Brasil, os biomas cerrado e caatinga têm sofrido grandes impactos acarretados pela ação humana, observados principalmente no cerrado da região sudeste e mais recentemente se expandindo pela região nordeste, sendo o Piauí considerado a última fronteira agrícola (CUNHA et al., 2008; ARAÚJO; SOUZA, 2011; ALVES JUNIOR et al., 2013).

Apesar do uso de aracnídeos como bioindicadores ser frequentemente acessados em estudos ao redor do mundo (WILCZEK, 2017), no Brasil, pouca atenção tem sido dada ao estudo do grupo, com alguns estudos voltados principalmente para região Sul e Sudeste do Brasil (ALVES, 2018). Para os biomas caatinga-cerrado localizados na região nordeste, não há estudos voltados para pesquisas com aranhas em relação ao seu potencial bioindicador.

Levando-se em conta o avanço dos impactos humanos sobre a perda da biodiversidade, tem-se tornado necessário a: (a) criação de políticas que busquem proteger esses ambientes, bem como, (b) o aumento de respostas sobre a maneira pela qual esses fatores possam vir a ser minimizados, seja por ações de intervenção direta ou educacionais (FERNANDES; SOUSA, 2018). Diante disso, o monitoramento ambiental tem ganho destaque como ferramentas para a conservação da biodiversidade. Assim, os biomas caatinga-cerrado, tornam-se excelentes campos de estudos, à medida que permitem pesquisas relacionadas à estrutura de assembleias de aranhas, bem como a percepção ambiental da população entorno dessas áreas.

Diante do exposto, o presente estudo tem como problema de pesquisa responder como a composição e diversidade de aranhas em ambientes terrestres de biomas caatinga-cerrado respondem a diferentes fitofisionomias. O estudo parte das seguintes hipóteses (i) assembleias de aranhas de solo são estruturadas em função do tipo de fitofisionomia e que (ii) poucos táxons nas assembleias apresentam alta especificidade e fidelidade em função do tipo de ambiente (bioindicação). Dessa forma, a pesquisa teve como objetivos descrever a estrutura da comunidade de aracnídeos em resposta a três diferentes fitofisionomias e testar o potencial bioindicador de aranhas de solo para ambientes terrestres em biomas caatinga-cerrado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aranhas

Aranhas (Araneae) são um grupo bastante diversificado e vastamente distribuído predominantemente nos mais variados tipos de ambientes terrestres. Representa uma das 11 ordens da classe Arachnida, que também inclui grupos como os opiliões (Opiliones), amblipígeos (Amblypygi), escorpiões (Scorpiones), entre outros (BRAVO; CALOR, 2014).

Estes animais diferenciam-se dos demais aracnídeos por serem os únicos a apresentarem apêndices tecedores de seda, fiandeiras (órgãos que excretam fios de seda) na região posterior do abdome, presença de glândulas de veneno associadas às quelíceras na maioria das espécies, pedipalpos dos machos modificados para cópula, glândulas sericígenas (produtoras de seda), deterem de um plano corporal dividido por dois tagmas (cefalotórax e abdome) intermediado por uma estrutura cilíndrica denominada pedicelo (SHULTZ, 2007).

Atualmente a ordem é dividida em dois grupos: Mesothelae e Opisthothelae. O primeiro grupo compreende as aranhas mais primitivas, detendo da principal característica um abdome segmentado. Enquanto o Segundo grupo se divide em dois subgrupos: Araneomorphae classificadas como as aranhas mais venenosas, ou autênticas e Mygalomorphae, onde se insere as caranguejeiras, denominadas na América do Sul como tarântulas (FOELIX, 2011).

A ordem Araneae compreende um dos grupos mais diversificados entre os organismos. É composta por 46.777 espécies, 4.057 gêneros distribuídas em 112 famílias, sendo superada em número de espécies somente por cinco ordens de insetos (Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera e Hemiptera) e pelos ácaros (ROSA, 2018).

No Brasil, foram registradas mais 3.000 espécies, 659 gêneros distribuídas em 72 famílias, representando a maior diversidade de aranhas entre os países tropicais. No entanto, o conhecimento sobre a fauna de aranhas no Brasil não é distribuído de maneira uniforme pelo país, pois a presença de registros se localiza principalmente nas áreas sul e sudeste, já que apresenta maiores investimentos e centros de estudos de sistemática (RAIZER et al., 2017).

Segundo Prokop et al. (2010), as atitudes humanas e o medo dos animais são determinados por fatores culturais e evolutivos. Na faixa etária escolar de 6 a 16 anos, as atitudes das crianças se desenvolvem por meio de estágios afetivos, cognitivos e ecológicos. Para os autores (PROKOP et al., 2010), considerando que os principais atributos da alfabetização científica incluem o desenvolvimento de conhecimentos (especialmente

conceituais e procedimentais) e atitudes, é importante influenciar positivamente as atitudes dos alunos em relação aos animais. Quanto mais eles souberem sobre os animais e seu ambiente, melhor poderão ajudar a salvar a biodiversidade da Terra.

2.2 Bioindicadores

As aranhas são importantes componentes dos ecossistemas terrestres, apresentando-se como bons organismos indicadores para análises de padrões da biodiversidade. Além de serem fáceis amostrados constituem uma diversificação excepcional entre os animais existentes, com mais de 4.000 predadores generalistas de invertebrados de espécies reconhecidas em ecossistemas terrestres, eles são ricos em espécies e possuem preferências de habitat bem definidas (PEARCE; VENIER, 2006).

Bioindicadores são definidos como organismos, sua parte, produto ou coleção de diversas espécies que podem ser utilizados para fornecer informações da qualidade do meio ambiente (AMIN; ESCOMEN, 2018). Devem espelhar perfeitamente o estado abiótico ou biótico de um ambiente, expressando se o meio encontra-se equilibrado em resposta ao efeito da mudança ambiental em um habitat, comunidade, ecossistema, ou indicativo da diversidade de um subgrupo de táxons ou de toda a diversidade dentro de uma área (REGO; VENTICINQUE; BRESCOVIT, 2005).

O processo evolutivo das aranhas envolveu o desenvolvimento de eficientes estratégias que garantiram o sucesso em sua sobrevivência e que permitiram diversas formas de ocupação. Contudo, a distribuição natural desse grupo está diretamente ligada a fatores abióticos e bióticos que delimitam sua dispersão. Entre os fatores abióticos é destacado principalmente as condições climáticas e geológicas. Algumas espécies, definidas como estenécias, apresentam maior sensibilidade a variações nas condições físicas do que outras. Estas aranhas se limitam a habitats mais estáveis, que detém de uma menor variação em suas condições climáticas. Enquanto que, as espécies euriécias são aptas a sobreviverem e se reproduzirem dentro de uma ampla faixa de condições e, portanto, possuem uma distribuição mais abrangente, incluindo vários tipos de habitats e grandes extensões geográficas (GONZAGA et al., 2007).

Ainda para Gonzaga et al. (2007), A distribuição espacial de aranhas também é influenciada por vários fatores bióticos, como suprimento de presas, competidores, abundância de predadores ou parasitas e, principalmente, pelo tipo de vegetação característico de cada habitat. Mesmo que a maioria das espécies de aranhas utilizem plantas ou a serapilheira somente como substrato, o tipo de vegetação determina a quantidade e o tipo de presas disponíveis, além

de poder influenciar as taxas de predação e parasitismo e determinar as condições microclimáticas.

A diversidade e papel ecológico das aranhas as tornam excelentes bioindicadoras das práticas de manejo dos ecossistemas, pois podem ser facilmente coletadas e identificadas e são diferencialmente sensíveis aos distúrbios naturais e antropogênicos (KALTSAS et al., 2014).

Azevedo et al. (2017) estudaram os efeitos da urbanização e fragmentação de ecossistemas sobre a assembleia de aranhas em um fragmento de mata em área urbana. O estudo visou melhorar o conhecimento da biodiversidade existente, bem como contribuir para o desenvolvimento da preservação e conservação da biodiversidade local. No estudo, os autores demonstraram claramente que esses organismos são excelentes bioindicadores, pois respondem às mudanças ambientais, uma vez que apresentam alta sensibilidade ao meio.

Em sua pesquisa Feber et al. (1998), observaram que a vegetação é um elemento que proporciona complexidade estrutural ao hábitat, por essa razão influência significativamente na diversidade e composição de espécies de aranhas, por fornecer meios que possibilitem sua habitação como, sítios de forrageamento, reprodução e abrigo. No estudo de Tews et al, 2004 uma planta foi utilizada para representar todo o habitat, e constataram que por menor que seja as variações na sua arquitetura, resultará em consequências para a comunidade que as habitam, principalmente os artrópodes, como as aranhas, já que apresentam elevada sensibilidade aos fatores ambientais e biológicos que ocorrem no meio em que estão inseridas.

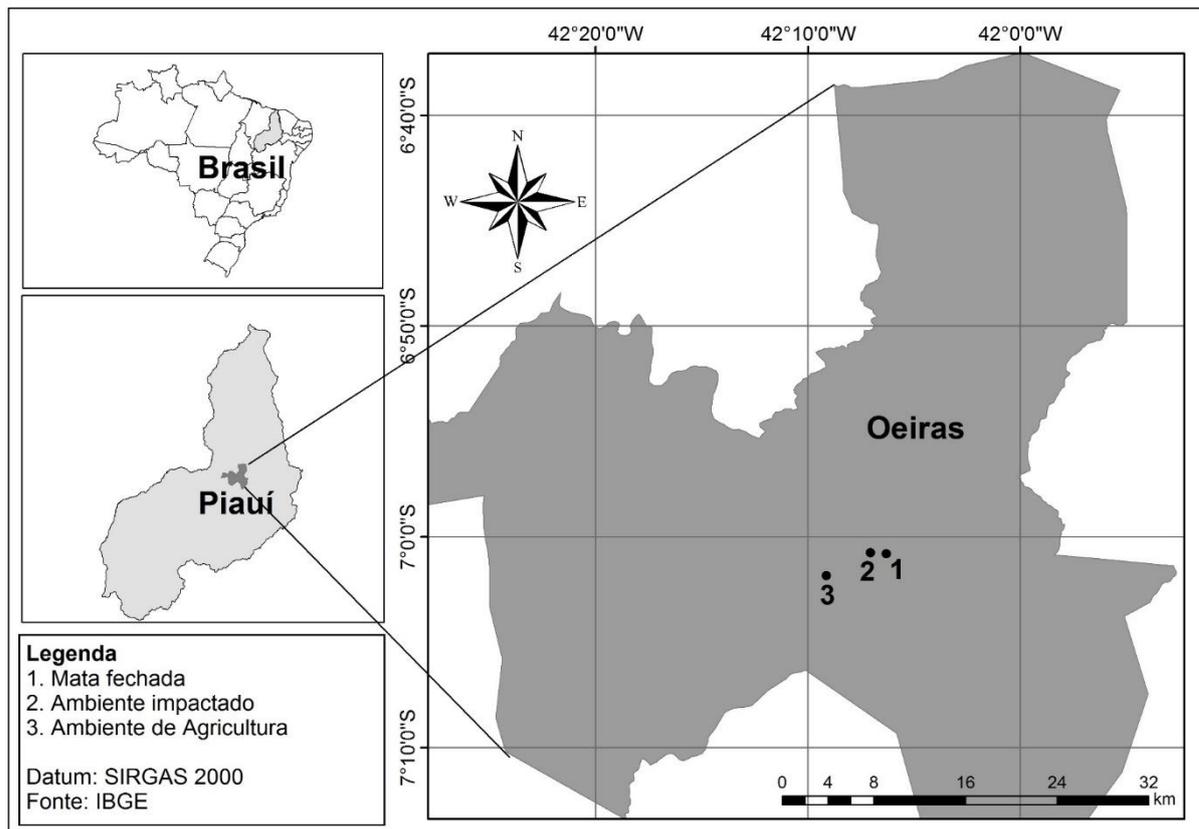
Além disso, outros estudos como o de Benati, et al. (2010), também demonstram que a estrutura local pode influenciar na composição e riqueza das comunidades de aranhas por fornecerem subsídios para a ocupação e estabilização desse grupo em determinados tipos de habitat. Levando se em conta a ampla riqueza em espécies, a facilidade de amostragem e a sensibilidade a vários fatores ambientais, os indivíduos da araneufauna são considerados como espécies guarda-chuva, apresentando mais exigências do que outros grupos que vivem no mesmo habitat, sendo assim indicadas para analisar as diferenças ambientais entre meios distintos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Oeiras, estado do Piauí. O município possui uma população de 36.293 habitantes e extensão territorial de 2.720 km². Apresenta relevo com altitudes máximas de 300 metros, com vários morros dentro e ao redor da cidade. O município apresenta um grande potencial hídrico subterrâneo e o seu principal curso d'água é o rio Canindé (IBGE, 2013).

Figura 1 - Área de estudo: ambiente de Mata Fechada, ambiente impactado e de Agricultura no município de Oeiras, estado do Piauí, Brasil.



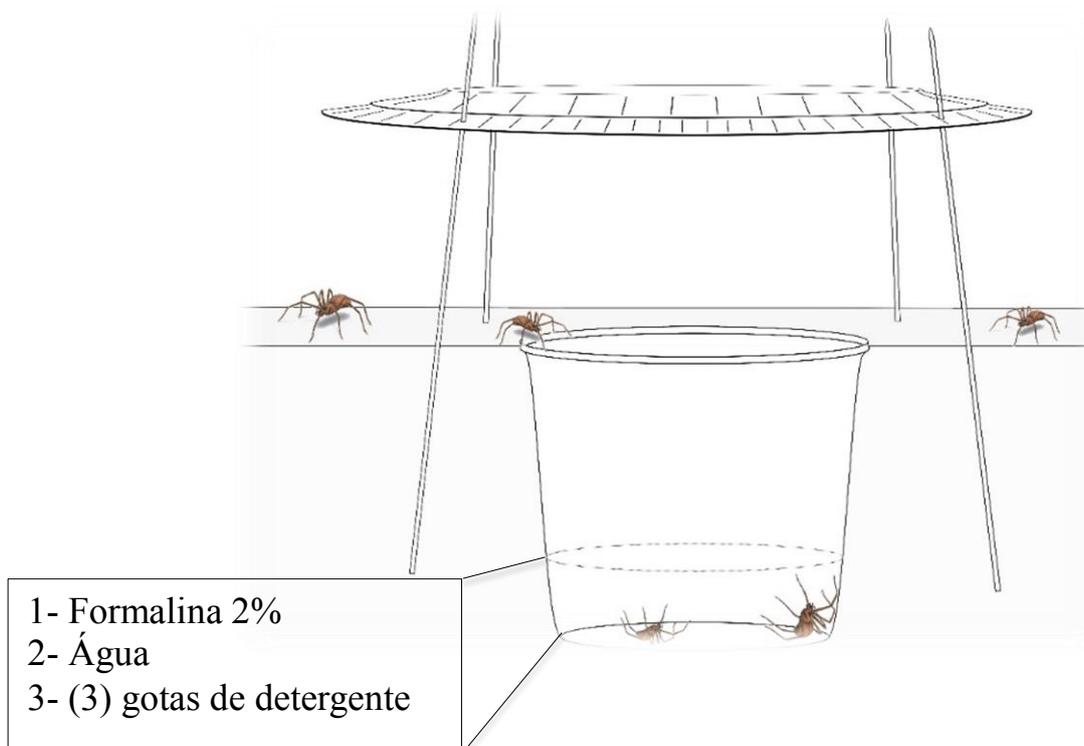
Fonte: Imagem aérea Google Earth, 2018.

3.2 Amostragem

Foram instaladas armadilhas de queda (*pitfall traps*) nos meses de março, junho e outubro de 2017 e fevereiro de 2018, em três ambientes com diferentes fitofisionomias: ambiente preservado, ambiente impactado e ambiente de agricultura. O ambiente preservado é

composto de vegetação natural de caatinga-cerrado, aqui denominado de Mata Fechada. O ambiente impactado é caracterizado pela remoção da vegetação natural, predominando vegetação rasteira e destinação à loteamento, denominado Morro da Santa. O terceiro ambiente é de agricultura, dominado por plantações de cajueiros. As armadilhas de queda foram constituídas de potes plásticos de 250 ml, preenchidos com 125 ml de solução conservante, composta de formalina 2%, água e algumas gotas de detergente para quebrar a tensão superficial desta e impedir que os indivíduos capturados fugissem ou ficassem flutuando.

Figura 2 - Armadilha de queda (*pitfall traps*) com líquido conservante, utilizada na coleta das aranhas em três ambientes com diferentes fitofisionomias.



Fonte: autoria própria.

As armadilhas foram enterradas ao nível do solo e cobertas com pratos plásticos a uma altura de 10 cm do solo para evitar a entrada de excesso de água da chuva e matéria orgânica. Em cada ambiente foram instaladas 30 armadilhas de queda separadas entre si por 5 metros e dispostas em três fileiras de 45 metros de comprimento cada. As armadilhas permaneceram abertas durante sete dias consecutivos em cada ambiente. Após o sétimo dia, os espécimes capturados foram retirados das armadilhas e acondicionados em frascos de acrílico contendo álcool 70%.

3.3 Análise dos dados

Os espécimes coletados foram identificados em parte na UFPI-Florianópolis e depositados na UFBA-Salvador. Foram considerados somente indivíduos adultos na análise dos dados, dada a impossibilidade da identificação de aranhas juvenis.

3.4 Tratamento Estatístico

Para verificar a relação táxons e ambiente, foi executado um escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), sobre matriz de dissimilaridade de Bray-Cutis, para posicionar táxons e ambientes em um espaço de ordenação. No NMDS, objetos diferentes são posicionados distantes no espaço de ordenação, enquanto similares são posicionados próximos (GOTELLI; ELLISON, 2011). Para verificar o percentual de substituição de táxons temporalmente em cada ambiente, foi utilizado o componente de substituição da Família de Podani et al. (2013), considerando a matriz dissimilaridade de Ruzsika. Um teste de homogeneidade de dispersão multivariada (com 1000 permutações) foi utilizado para verificar a significância da diferença entre os ambientes, sendo aplicado, *a posteriori*, o teste altamente significativo de Tukey (SHD) para verificar quais ambientes realmente diferiam.

Para acessar a diversidade de espécies em cada ambiente, foi utilizado o índice de diversidade de Simpson ($1/D$) (MAGURRAN, 2013). Para identificação das espécies bioindicadoras, foi utilizado o índice de espécies indicadoras (IndVal, com 1000 permutações), sendo considerado a especificidade e fidelidade apenas das espécies com IndVal significativo ($\alpha < 0,05$). Os intervalos de confiança foram obtidos por reamostragem *bootstrap*, com 1500 permutações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

O estudo realizado com aranhas de solo em três ambientes com diferentes fitofisionomias demonstrou uma clara diferença entre os ambientes em relação à estrutura das assembleias, tanto espacial quanto temporalmente.

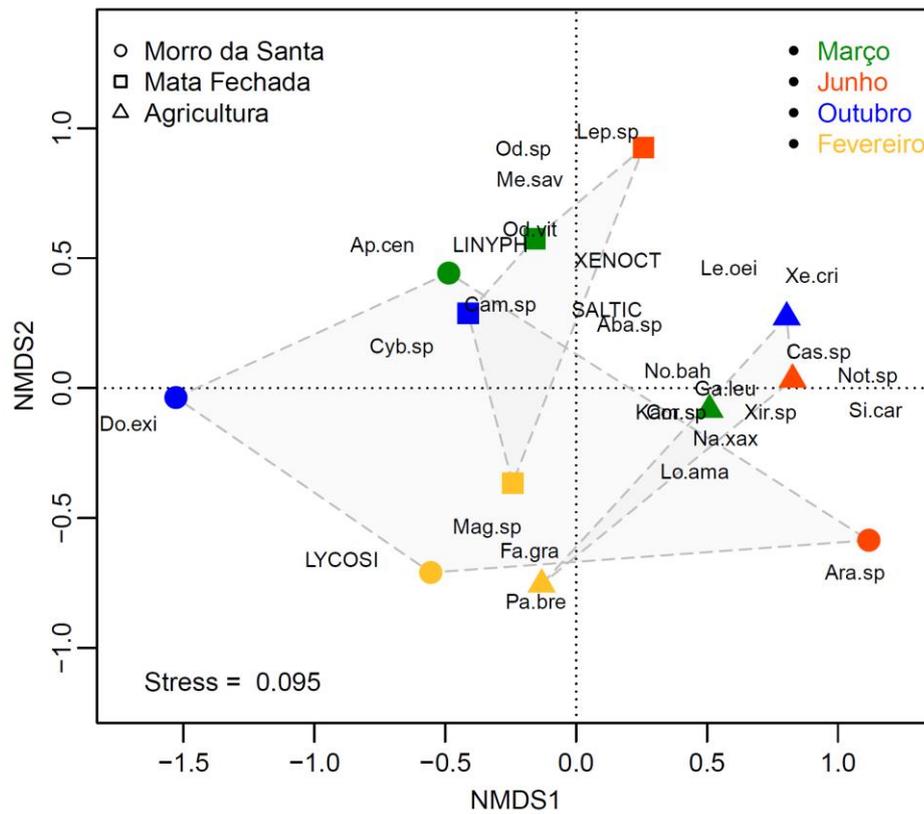
O escalonamento dimensional não-métrico (NMDS) (Gráfico 01), mostra os três ambientes (Morro da Santa, Mata Fechada e Agricultura) representados por polígonos. Morro da Santa apresenta a maior dispersão entre os pontos (círculos), representando uma maior variação temporal na estrutura da assembleia. Mata Fechada e Agricultura apresentaram a menor dispersão entre os pontos (quadrados e triângulos), indicando uma maior estabilidade temporal. Notamos ainda uma certa sobreposição entre os polígonos, demonstrando que os três ambientes compartilham características estruturais entre suas assembleias, tanto para composição, quanto para abundância de espécies. A maior diferenciação entre os ambientes ocorreu no mês de outubro (período seco) e a maior similaridade no mês de fevereiro (período chuvoso).

Ambiente Agricultura e de mata fechada por apresentarem uma área de maior sombreamento, possuem condições microclimáticas mais semelhantes, com Temperatura e umidade relativa do ar mais baixas comparadas à área aberta (Morro da Santa). No período seco, a área aberta apresentará condições muito mais adversas que as outras duas áreas, desfavorecendo aquelas espécies mais sensíveis, e favorecendo aquelas mais tolerantes. No período chuvoso, *Lycosidae*, *Magulha.sp*, *Falconina gracilis* e *Paratinga brevipes* foram os táxons mais relacionados ao período chuvoso. Para o período seco (outubro), os táxons mais relacionados foram *Dolicothele.exilis*, *Camilina sp* e *Xeropigo crispim*, para o Morro da Santa, Mata Fechada e Agricultura, respectivamente (Tabela 3 - Apêndice).

Morro da Santa apresentou o maior percentual de substituição (23,3%), de acordo com o componente da família de Podani et al. (2013). Agricultura apresentou o menor percentual de substituição temporal (13,8%), seguido de Mata Fechada (18,2%). O teste de homogeneidade de dispersão multivariada para substituição mostrou que esses percentuais são significativamente diferentes ($F = 5,933$; $P = 0,033$). O teste de diferença altamente significativo de Tukey (HSD) evidencia essa diferença entre Morro da Santa e os ambientes Mata Fechada ($P = 0,045$) e Agricultura ($P = 0,031$) demonstrados na (Tabela 01).

A diferença na estrutura da comunidade também foi observada na variação temporal da diversidade nos três ambientes. Morro da Santa apresentou a maior variação da diversidade no período, alcançando o maior índice em março de 2017 ($S = 6,24$) e o menor em outubro do mesmo ano ($S = 2,00$). Agricultura apresentou a segunda maior variação na diversidade, enquanto que Mata Fechada apresentou uma diversidade estável ao longo do período, com uma leve ascensão entre a primeira e última amostragem (Gráfico 02).

Gráfico 01 - Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) sobre matriz abundância de táxons de aranhas de solo em três ambientes: impactado (Morro da Santa), preservado (Mata fechada) e de agricultura. Cada polígono representa um ambiente identificados pelos seus vértices: círculo (Morro da Santa), quadrado (Mata fechada) e triângulo (Agricultura). Cores representam o mês da amostragem em cada ambiente.



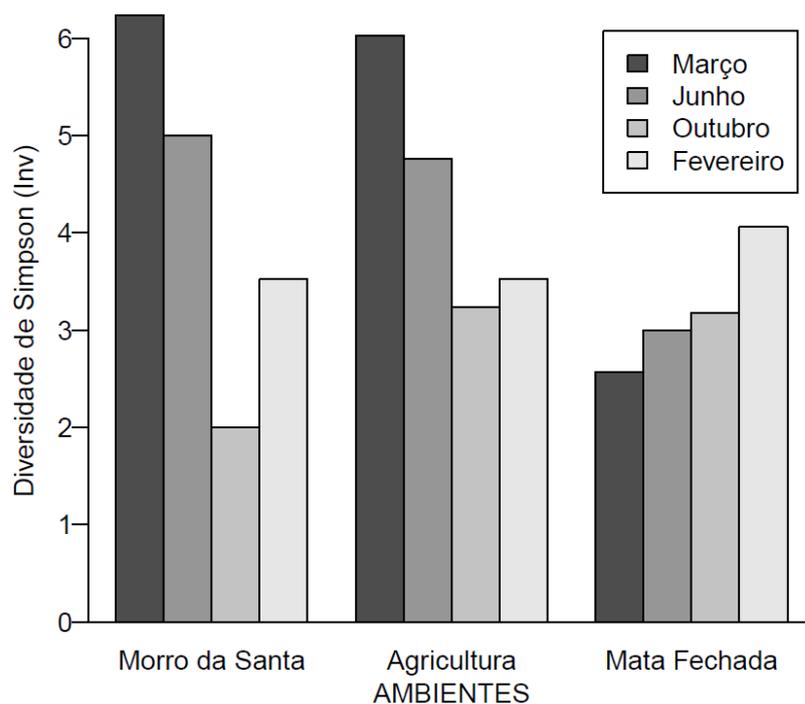
Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 01 - Teste altamente significativo de Tukey (SHD) para verificar quais dos ambientes realmente se diferem quanto ao percentual de substituição.

Ambientes	Valor p
Mata Fechada-Morro da Santa	0,0447006
Agricultura-Morro da Santa	0,0314283
Agricultura-Mata Fechada	0,9723142

Fonte: dados da pesquisa

Gráfico 02 - Diversidade de Simpson (Inv) em assembleias de aranhas de solo para três ambientes de semiárido. Amostragem realizadas entre os meses de março, junho e outubro de 2017 e fevereiro de 2018.



Fonte: dados da pesquisa.

O índice de espécies indicadoras (IndVal) apontou dois táxons com índices significativos para indicação: *Xenoctenidae* (IndVal = 0,940, $P = 0,006$) e *Loxosceles amazonica* (IndVal = 0,931, $P = 0,038$). Esses valores significativos são referentes à alta especificidade (0,884) e fidelidade (1,000) de *Xenoctenidae* para Mata Fechada, e alta especificidade (0,867) e Fidelidade (1,000) de *Loxosceles amazonica* para o ambiente de Agricultura (Tabela 02).

Tabela 02 - Índices de espécies indicadoras (IndVal) para dois ambientes no município de Oeiras, Piauí. Os dados mostram apenas IndVal significativos. Intervalos de confiança obtidos por meio de reamostragem *bootstrap* (1500 permutações).

Táxon	Ambiente	Especificidade	Fidelidade	IndVal	Intervalo de confiança	Valor P
Xenoctenidae	Mata Fechada	0,884	1,000	0,940	0,823– 0,994	0,006
<i>Loxosceles amazonica</i>	Agricultura	0,867	1,000	0,931	0,738– 1,000	0,038

Fonte: dados da pesquisa.

4.2 Discussão

A alta variação temporal observada na estrutura de assembleias de aranhas no Morro deve-se provavelmente a alta variação no ambiente. O local estudado, apresenta-se impactado pela remoção da vegetação arbórea para loteamentos residenciais. Ao longo do estudo, construções começaram a ser realizadas no local, resultando em uma quantidade diferente de nichos temporalmente. Um nicho é definido como um lugar de uma espécie, determinado por seus requerimentos abióticos, preferências alimentares, especializações diárias e sazonais, bem como relações de predação (POLECHOVÁ; STORCH, 2008). Dessa forma, a variação temporal no ambiente pode ter proporcionado vários espaços de nichos característicos de determinados táxons.

A alta diversidade observada no Morro da Santa em março de 2017, provavelmente deve-se ao nicho propício para o estabelecimento de espécies pioneiras após a retirada da vegetação. Processos algotênicos podem fazer com que indivíduos sejam eliminados das assembleias por interações negativas, tais como competição, permanecendo no ambiente a dominância de espécies mais competitivas (BARRET; ODUM, 2008). Esse fato pode ser corroborado pela redução da diversidade até a terceira coleta no Morro da Santa. Um leve aumento na diversidade foi observado na última amostragem, provavelmente acarretada por uma nova alteração no ambiente pelo início de construções no ambiente, propiciando o estabelecimento de novas espécies pioneiras.

Os ambientes Mata Fechada e Agricultura apresentaram uma menor variação temporal na estrutura das assembleias de aranhas. Ao contrário do Morro da Santa, Mata Fechada e Agricultura apresentam uma maior estabilidade ambiental, seja por fatores naturais como na Mata Fechada, ou por fatores antrópicos, como na Agricultura. A estabilidade no ambiente Mata Fechada representa que a comunidade chegou ao seu clímax, com cada pool de espécie ocupando seus respectivos nichos, embora seja observada uma leve alteração na diversidade ao longo do ano.

Apesar de Agricultura apresentar a menor variabilidade na estruturação das assembleias, esse ambiente apresentou a segunda maior variação na diversidade, com uma alta diversidade no período chuvoso (março de 2017) e menor diversidade no período seco (outubro de 2017). Essa diferença pode refletir uma maior disponibilidade de recursos no período chuvoso, reduzindo assim a competição e permitindo uma maior equitabilidade entre as espécies.

Em relação às espécies indicadoras, *Xenoctenidae* e *L. amazonica* foram as que apresentaram a maior especialidade e fidelidade para os ambientes Mata Fechada e Agricultura, respectivamente. A especificidade corresponde a abundância média das espécies dentro do grupo alvo comparado com sua abundância média através dos grupos, enquanto que fidelidade corresponde à proporção de locais do grupo alvo onde a espécie está presente (BORCARD;

LEGENDRE, 2018). De fato, Xenoctenidae e *L. amazonica* são exclusivas para os respectivos ambientes, não sendo registradas em ambientes deferentes. Dessa forma, Xenoctenidae parece ser intolerante a ambientes impactados ou com manipulação antrópica, enquanto que *L. amazonica* parece possuir maior desempenho em ambientes estabilidade antrópica ao longo do ano, como por exemplo, uma homogeneidade temporal de disponibilidade hídrica.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa voltada para o estudo de aranhas como bioindicadoras em três ambientes com diferentes fitofisionomias demonstra que:

- a) Assembleias de aranhas de solo são estruturadas em função do tipo de fitofisionomia.
- b) Dos três ambientes estudados, aquele que apresentou maior taxa de substituição foi Morro da Santa seguido por Ambiente de Agricultura e Mata Fechada.
- c) Para a diversidade de espécies, ambientes preservados apresentam-se mais estáveis temporalmente quando comparados a ambientes com algum tipo de impacto.
- d) Os táxons com maior potencial bioindicador foram os indivíduos da família Xenoctenidae e a espécie *Loxosceles amazonica*. Os mesmos foram encontrados nos ambientes preservados (Mata fechada) e de vegetação modificada (Agricultura), respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, T. E. et al. Mechanisms shaping size structure and functional diversity of phytoplankton communities in the ocean. **Scientific reports**, v. 5, p. 8918, 2015.
- ALVES, A. M. et al. Assembleia de Aranhas em Pomares e Pessegueiro Orgânico E Convencional, No Sul Do Rio Grande Do Sul, Brasil. **Biodiversidade**, v. 17, n. 2, 2018.
- ALVES, J. T. et al. Regeneração natural de uma área de caatinga no sertão Pernambucano, Nordeste do Brasil, Cerne, **Lavras**, v. 19, n. 2, p. 229-235, 2013.
- AMIN, M. D. H.; ESCOMEN, E. O. Abundance of Arthropods in Organic and Inorganic Soil Habitat for Soil Health Bioindicator. **International Journal of Humanities and Social Sciences**, v. 10, n. 3, p. 89-97, 2018.
- ARAÚJO, C.S.F.; SOUZA, A.N. Estudo do processo de desertificação na caatinga: Uma proposta de educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 975-986, 2011.
- AZEVEDO, R. et al. Aranhas epígeas de um fragmento de mata em área urbana em Fortaleza, Ceará, Brasil. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 1, n. 2, p. 104-114, 2017.
- BARRET, G.W.; ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo, 2008.
- BENATI, K. R. et al. Influência da estrutura de hábitat sobre aranhas (Araneae) de serrapilheira em dois pequenos fragmentos de mata atlântica. **Neotropical Biology & Conservation**, v. 5, n. 1, 2010.
- BORCARD, Daniel; GILLET, François; LEGENDRE, Pierre. Canonical ordination. In: **Numerical ecology with R**. Springer, Cham, 2018. p. 203-297.
- BRASIL, Lei. Resolução CONAMA nº. 001: de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre as diretrizes**, 1986.
- BRAVO, F.; CALOR, A. **Artrópodes do Semiárido: biodiversidade conservação**. Feira de Santana: Printmídia, 2014.p. 298.
- BRESCOVIT, A. D.; RHEIMS, C. A.; BONALDO, A. B. Chave de identificação para famílias de aranhas brasileiras. **Instituto Butantan**, 2007.
- CADOTTE, M. W.; CARSCADDEN, K; MIROTCHNICK, N. Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. **Journal of applied ecology**, v. 48, n. 5, p. 1079-1087, 2011.
- CARMONA, C. P. et al. Traits without borders: integrating functional diversity across scales. **Trends in ecology & evolution**, v. 31, n. 5, p. 382-394, 2016.
- CONTI, E. et al. Ariadna spiders as bioindicator of heavy elements contamination in the Central Namib Desert. **Ecological Indicators**, v. 95, p. 663-672, 2018.
- CONTI, G.; DÍAZ, S. Plant functional diversity and carbon storage—an empirical test in semi-arid forest

ecosystems. **Journal of Ecology**, v. 101, n. 1, p. 18-28, 2013.

CUNHA, J, A, S.; ARZABE, C.; BRESCOVIT, A, D. Aranhas de Solo (Arachnida; Araneae) em um Agroecossistema (Parnaíba, PI, Brasil). **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 2009.

CUNHA. et al. A Intensidade da Extrapolação como Indicador da degradação Ambiental na Região dos Cerrados, Brasil. RER: Piracicaba, vol. 46, n.2, p.291-323, 2008.

FEBER, R. E. et al. The effects of organic farming on surface-active spider (Araneae) assemblages in wheat in southern England, UK. **Journal of Arachnology**, p. 190-202, 1998.

FERNANDES, U, L.; SOUSA, G, F. Introduzindo Conceitos Sobre Bioindicadores Aquáticos Em Práticas De Educação Ambiental. **Experiências em Ensino de Ciências** V.13, n .1, p. 336-348, 2018.

FOELIX, R.F. **Biology of Spiders**. 3. ed. Oxford: Oxford University Press, 2011. 432 p.

FRANCISCO, R, C. et al. Estudo da comunidade de aranhas (Araneae: Arachnida) de solo como ferramenta de diagnóstico ambiental. 2011.

GONZAGA, M, O.; SANTOS, A, J.; JAPYASSÚ, H, F. **Ecologia e comportamento de aranhas**. Editora Interciência, 2007.400 p.

GOTELLI, N, J. et al. Sanders. Forthcoming. Counting ants (Hymenoptera: Formicidae): Biodiversity sampling and statistical analysis for myrmecologists. *Myrmecological News* 15:13-19. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)(2013). Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/popul/default.asp?t=3; z=t; o=22; u1=1; u2=1; u4=1; u5=1; u6=1; u3=>>Acesso em 14 de maio de 2018, v. 14, 2013.

KALTSAS, D. et al. Ground spider assemblages (Araneae: Gnaphosidae) along an urban-rural gradient in the city of Heraklion, Greece. **European Journal of Entomology**, v. 111, n. 1, p. 59, 2014..

LAURETO, L, M, O.; CIANCIARUSO, M, V.; SAMIA, D, S, M. Functional diversity: an overview of its history and applicability. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 2, p. 112-116, 2015.

LOREAU, M. Does functional redundancy exist? **Oikos**, v.104.n. 3, pp.606–611, 2004.

MAGURRAN, Anne E. **Measuring biological diversity**. John Wiley & Sons, 2013.

MASON, N, W. et al. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. **Oikos**, v. 111, n. 1, p. 112-118, 2005.

MOORE, J.C. Diversity, Taxonomic versus Functional. In S. A. Levin, ed. *Encyclopedia of Biodiversity*. **Elsevier Academic Press**, pp. 205–215 , 2001.

OSSAMY, S. et al. Assessing the potential role of spider as bioindicators in Ashtoum el Gamil Natural Protected Area, Port Said, Egypt. **Indian Journal of Arachnology**, v. 5, n. 1–2, p. 100-112, 2016.

PARMAR, T.K.; RAWTANI, D.; AGRAWAL.Y.K. Bioindicators; the natural indicator of environmental pollution. **Frontiers in Life Science**, v. 9, n. 2, p. 110-118, 2016.

- PEARCE, J. L.; VENIER, L. A. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: a review. **Ecological indicators**, v. 6, n. 4, p. 780-793, 2006.
- PODANI, J.; RICOTTA, C.; SCHMERA, D. A general framework for analyzing beta diversity, nestedness and related community-level phenomena based on abundance data. **Ecological Complexity**, v. 15, p. 52-61, 2013.
- POLECHOVÁ, J.; STORCH. Ecological niche. **Encyclopedia of ecology**, v. 2, p. 1088-1097, 2008.
- PROKOP, P. et al. High school students' attitudes towards spiders: a cross-cultural comparison. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 12, p. 1665-1688, 2010.
- RAIZER, J. et al. Diversidade e composição da araneofauna do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 107, n. Supl. p. 01-09, 2017.
- REGO, F. N.; VENTICINQUE, E. M.; BRESCOVIT, A. D. Densidades de aranhas errantes (Ctenidae e Sparassidae, Araneae) em uma floresta fragmentada. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1A, p. 45-52, 2005.
- ROSA, M. G. et al. Intensificação do Uso do Solo Pode Afetar a Biodiversidade de Aranhas?. **Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 256-265, 2018.
- SCHWERDT, L.; VILLALOBOS, A. E.; MILES, F. P. Spiders as potential bioindicators of mountain grasslands health: the Argentine tarantula *Grammostola vachoni* (Araneae, Theraphosidae). **Wildlife Research**, v. 45, n. 1, p. 64-71, 2018.
- SHULTZ, J. W. A phylogenetic analysis of the arachnid orders based on morphological characters. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 150, n. 2, p. 221-265, 2007.
- TEWS, J., BROSE, U., GRIMM, V., TIELBÖRGER, K., WICHMANN, M. C., SCHWAGER, M.; F. JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 79-92, 2004.
- TILMAN, D. Functional diversity. **Encyclopedia of biodiversity**, v. 3, n. 1, p. 109-120, 2001.
- WILCZEK, G. The Use of Spiders in the Assessment of Cellular Effects of Environmental Stressors. In: **Ecotoxicology and Genotoxicology**. p. 96-122, 2017.

APÊNDICES

Tabela 03. Lista de táxons identificados e abundância destes entre os ambientes estudados.
Fonte: dados da pesquisa

Familia/especie	Acrônimo	Abundância		
		Morro da Santa	Mata Fechada	Agricultura
ANYPHAENIDAE				
<i>Xiruana sp.</i>	Xir.sp	0	0	1
ARANEIDAE				
<i>Araneus sp.</i>	Ara.sp	1	0	0
CAPONIIDAE				
<i>Nops bahia</i> Sánchez-Ruiz & Brescovit, 2018	No.bah	0	1	4
<i>Nasutinops xaxado</i> Brescovit & Sánchez-Ruiz, 2016	Na.xax	0	0	3
CORINNIDAE				
<i>Abapeba sp.</i>	Aba.sp	0	1	3
<i>Xeropigo crispim</i> Carvalho, Shimano, Candiani & Bonaldo, 2016	Xe.cri	0	0	1
<i>Falconina gracilis</i> (Keyserling, 1891)	Fa.gra	3	2	2
<i>Corinna sp.</i>	Cor.sp	0	0	1
<i>Castianeira sp.</i>	Cas.sp	0	0	1
CTENIDAE				
<i>Parabatinga brevipes</i> (Keyserling, 1891)	Pa.bre	1	2	8
<i>Nothroctenus sp.</i>	Not.sp	0	0	2
GALLIENIELLIDAE				
<i>Galianoella leucostigma</i> (Mello-Leitão, 1941)	Ga.leu	0	0	1
GNAPHOSIDAE				
<i>Camillina sp.</i>	Cam.sp	1	2	1
<i>Apopyllus centralis</i> Azevedo, Ott, Griswold & Santos, 2016	Ap.cen	1	0	0
LINYPHIIDAE				
	LINYPH	4	0	0
LYCOSIDAE				
	LYCOS	6	0	0
PHOLCIDAE				
<i>Kambiwa sp.</i>	Kam.sp	0	0	1
<i>Mesabolivar sp.</i>	Me.sav	0	1	0
SALTICIDAE				
	Saltic	7	11	13
SICARIIDAE				
<i>Loxosceles amazônica</i> Gertsch, 1967	Lo.ama	1	1	13
<i>Sicarius cariri</i> Magalhaes, Brescovit & Santos, 2013	Si.car	1	0	13
THERAPHOSIDAE				
<i>Magulla sp.</i>	Mag.sp	2	6	1
<i>Dolicothele exilis</i> Mello-Leitão, 1923	Do.exi	1	0	0
XENOCTENIDAE				
<i>Odo sp.</i>	Xenoc	8	61	0
	Od.sp	3	1	0
<i>Odo vittatus</i> (Mello-Leitão, 1936)	Od.vit	0	2	0
ZODARIIDAE				
<i>Leprolochus oeiras</i> Lise, 1994	Le.oei	1	8	33
<i>Cybaeodamus sp.</i>	Cyb.sp	11	13	0
<i>Leprolochus sp.</i>	Le.sp	0	10	0



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
() Dissertação
 Monografia
() Artigo

Eu, Amanda Menezes da Silva,
autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de
02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar,
gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação
Amanhas como bioindicadoras em três ambientes
com diferentes fitofisionomias
de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título
de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 04 de Junho de 2019.

Amanda Menezes da Silva
Assinatura

Amanda Menezes da Silva
Assinatura