

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA

ANA CAROLINA SILVA SOUZA

CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA EDÁFICA EM FRAGMENTO FLORESTAL EM
ÁREAS DE CERRADO

SÃO LUÍS - MA

2019

ANA CAROLINA SILVA SOUZA

Engenheira Agrônoma

**CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA EDÁFICA EM FRAGMENTO FLORESTAL EM
ÁREAS DE CERRADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Prof^a. Dra^a. Ester Azevedo do Amaral

São Luís - MA

2019

Souza, Ana Carolina Silva.

Caracterização da fauna edáfica em fragmento florestal em áreas de cerrado / Ana Carolina Silva Souza. – São Luís, 2020.

59 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2020.

Orientador: Profa. Dra. Ester Azevedo do Amaral.

1.Artrópodo fauna. 2.Gradientes vegetacionais. 3.Variáveis abióticas.

Elaborado por Giselle Frazão Tavares - CRB 13/665

ANA CAROLINA SILVA SOUZA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Aprovada em: 27 / 09 / 2019

Comissão Julgadora:



Prof^a. Dr^a. Ester Azevedo do Amaral
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
Orientadora



Prof^a. Dr^a. Andréia Serra Galvão
Instituto Federal do Maranhão – IFMA



Dr. Adriano Soares Rêgo
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

**São Luís - MA
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à **Deus**, pela vida, pela saúde e força, por não me deixar desistir no meio do caminho diante de tantos desafios.

A **Universidade Estadual do Maranhão** pela oportunidade de realização do Curso.

A **Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Maranhão** pelo apoio através de bolsa para realização da pesquisa.

A minha amada orientadora, a prof^ª. Dra. **Ester Azevedo do Amaral** pela atenção e zelo com que me conduziu e aceitou mais esta jornada do Mestrado comigo, pelo carinho e ensinamentos, pela paciência e amor com que conduz tudo sendo um exemplo e inspiração pra todos, pelo abraço caloroso e acolhedor, obrigada por tudo professora querida.

Também por todo apoio da família Amaral e amigos durante as coletas, ao **Pr. Paulo, Carol, Gabriel, Marina, William, Pedro, Sérgio e Francisca**.

A minha família, **Mamãe (Alba Souza)** e **Netinho (irmão)** por principalmente acompanharem meu filho quando eu não pude estar presente, muito obrigada.

Ao meu pai **Jorge Filho** pela amizade e amor sempre acreditando que eu seria capaz, meu grande incentivador.

Ao meu filho amado **Henri Ribeiro** por me ensinar todos os dias a amá-lo e me encorajar por dias melhores. Eu te amo meu filho!

Ao meu companheiro **Antero Filho** pelo amor e amizade de 10 anos, por seguir comigo acreditando que eu conseguiria.

Às bolsistas do laboratório de Acarologia **Vitória, Taynara, Rayanne, Dayanne, Orlenisce** e **Rose** pelo companheirismo e apoio dados durante todo ano nas coletas, também pela convivência alegre do dia-a-dia à base de muito café. Vocês tornaram a jornada mais suave. Obrigada por tudo.

Aos “externos”, mas também queridos do laboratório **Dalton, Francisco e Léo**, além dos amigos presentes nessa caminhada **Erivaldo, Larisse, Carol, Allen**.

À **Rayane Cristine** pela atenção e apoio oferecidos durante todo o Curso de Mestrado.

Aos **Drs.** que colaboraram de alguma forma para composição deste trabalho, **Adriano Rêgo, Albéryca Ramos, Andréia Serra Galvão, Danúbia da Costa e Francisca Helena**.

Ao meu amigo **Wildinson**, por todas as horas de apoio, pelas infindáveis conversas e risos.

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram nesta etapa.

Muito obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Bioma Cerrado.....	12
2.2 Fragmentos florestais.....	14
2.3 Fauna edáfica e sua relação com os fatores abióticos.....	16
2.3.1 Monitoramento da artropodofauna edáfica.....	18
3. REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO 2: DINÂMICA DA FAUNA EDÁFICA EM FRAGMENTO FLORESTAL SITUADO NO BIOMA CERRADO	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	36
RESULTADOS	40
DISCUSSÃO	45
RESUMO	48
REFERÊNCIAS	49
ANEXO	56

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Localização do município de Chapadinha – MA.....37
- Figura 2** - Análise de componentes principais (ACP) para atividades dos grupos da fauna edáfica, e os atributos físico e químicos utilizados como explicativas, nas áreas de fragmentos de floresta: Área de Pousio (AP), Vegetação secundária de Sub-bosque (VsS), Vegetação Secundária (VS), Área de Nascente (AN) e Área de Brejo (AB) no município de Chapadinha, MA.....42
- Figura 3** - Regressão em árvore com a influência da vegetação e das condições climáticas, para os grupos de Acari (a) e Blattodea (b) no período de amostragem do ano de 2018.....43
- Figura 4** - Regressão em árvore com a influência da vegetação e das condições climáticas, para os grupos de Coleoptera (a) e Collembola (b) no período de amostragem do ano de 2018.....44
- Figura 5** - Regressão em árvore com a influência da vegetação e das condições climáticas, para o grupo Hymenoptera no período de amostragem do ano de 2018.....45

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Caracterização das áreas de fragmento florestal, Bioma Cerrado, no município de Chapadinha- MA, 2018.....38
- Tabela 2** - Espécimes coletadas de janeiro a dezembro de 2018 em áreas de fragmento florestal no município de Chapadinha- MA, Bioma Cerrado.....40
- Tabela 3** - Abundância da macrofauna em função das áreas de fragmento de floresta localizadas no município de Chapadinha no ano de 2018.....41

RESUMO

A uniformidade de distribuição, aumento ou diminuição dos artrópodes edáficos indicam as sensíveis mudanças sucedidas nos ambientes, sendo alguns espécimes considerados bons indicadores da qualidade ambiental. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a fauna edáfica e suas relações com variáveis abióticas em fragmento florestal no Bioma Cerrado (MA). A pesquisa foi realizada no município de Chapadinha-MA. As amostragens da fauna edáfica foram realizadas mensalmente durante o ano de 2018, com a utilização de armadilhas do tipo “Pitfall”. Em cada uma das cinco áreas de estudo foram colocadas 10 armadilhas em dois transectos (cinco por transecto) dispostas paralelamente, totalizando 50 amostras por coleta (mês). As armadilhas permaneceram em campo por 24 horas, e após serem recolhidas procedeu-se a lavagem do material e acondicionamento dos espécimes. Os organismos amostrados foram identificados com o auxílio de microscópio estereoscópio em nível de ordem. Foram realizadas as análises de Kruskal-Wallis, Análise dos Componentes Principais (ACP) e Regressão em árvore. Foram coletados 44.627 espécimes de artrópodes, pertencentes a oito classes e 17 ordens; as categorias taxonômicas com as maiores populações foram Hymenoptera (10 886), Acari (9 120), Diptera (6 156), Collembola (14 877), Blattodea (967), Coleoptera (951) e Araneae (633). Foi verificada a influência das variáveis abióticas na composição e na distribuição dos organismos edáficos durante o período de estudo. Os organismos também foram influenciados pelo gradiente vegetacional nas cinco áreas de fragmento florestal. As áreas vegetação secundária e área de brejo propiciaram condições mais favoráveis para a ocorrência do número elevado de espécimes, contrastando com as condições limitantes oferecidos nos outros fragmentos (AP, AN, VsS). Houve abundância absoluta dos grupos Acari, Collembola e Hymenoptera, porém cada grupo de artrópodes estabelece relações diferenciadas com as variáveis.

Palavras-chave: Artropodofauna, Gradiente Vegetacional, Variáveis abióticas.

Abstract

The uniformity of distribution, increase or decrease of the edaphic arthropods indicate the sensitive changes that have taken place in the environments, with some specimens being considered good indicators of environmental quality. This work aimed to characterize the edaphic fauna and its relationship with abiotic variables in a forest fragment in the Cerrado Biome (MA). The research was carried out in the municipality of Chapadinha-MA. Sampling of edaphic fauna was carried out monthly during 2018, using pitfall traps. In each of the five study areas, 10 traps were placed in two transects (five per transect) arranged in parallel, totaling 50 samples per collection (month). The traps remained in the field for 24 hours, and after being collected, the material was washed and the specimens were stored. The sampled organisms were identified with the aid of an order-level stereoscope microscope. Kruskal-Wallis, Principal Component Analysis (PCA) and Tree regression analyzes were performed. 44,627 specimens of arthropods were collected, belonging to eight classes and 17 orders; the taxonomic categories with the largest populations were Hymenoptera (10 886), Acari (9 120), Diptera (6 156), Collembola (14 877), Blattodea (967), Coleoptera (951) and Araneae (633). The influence of abiotic variables on the composition and distribution of edaphic organisms was verified during the study period. The organisms were also influenced by the vegetation gradient in the five forest fragment areas. The secondary vegetation and swamp areas provided more favorable conditions for the high number of specimens to occur, contrasting with the limiting conditions offered in the other fragments (AP, AN, VsS). There was an absolute abundance of the Acari, Collembola and Hymenoptera groups, but each group of arthropods establishes different relationships with the variables.

Key words: Arthropod fauna, Vegetational Gradient, Abiotic variables.

CAPÍTULO 1

Considerações Gerais

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Cerrado é considerado um dos *hotspots* prioritários para a conservação da biodiversidade global (MYERS et al., 2000; STRASSBURG et al., 2017). É um bioma heterogêneo (SANO et al., 2019), e o segundo maior com uma extensão de 2 milhões de km², muito rico em espécies da fauna e flora, com altos níveis de endemismo (PENNINGTON; LAVIN, 2016; OVERBECK et al., 2015). Entretanto, metade da vegetação do Cerrado já foi substituída por cultivos e pastagens, e a fragmentação acelerada dessas grandes áreas vegetacionais o transformaram no segundo ‘bioma agrícola’ mais importante do Brasil, sendo assim, uma grande ameaça às suas espécies nativas (MARTINELLI et al., 2010).

O Maranhão possui uma biodiversidade extremamente diversificada (CHAVES et al., 2016; DESIDÉRIO et al., 2017), e o Bioma Cerrado ocupa uma extensão de cerca de 65% do seu território (IBGE, 2011), classificado como um dos 34 pontos críticos para a biodiversidade terrestre, ou seja, a elevada biodiversidade está ameaçada de extinção ou passa pelo processo de degradação (RIBEIRO; WALTER, 2008), assim, para sua preservação é necessário diversos fatores como das propriedades físicas e químicas, da umidade e temperatura, atuem no funcionamento biológico do ecossistema (MENDES et al., 2012).

A vegetação interfere nos padrões de diversidade e composição da comunidade edáfica, e pode variar de áreas abertas às formações florestais (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002; CHUST et al., 2003; RANTALAINEN et al., 2004). O bioma Cerrado contempla uma ampla diversidade de fitofisionomias que variam de formações campestres, formações savânicas e ainda formações florestais (RIBEIRO; WALTER, 2008; BALL et al., 2015). Nos ambientes como florestas, que possuem vegetação mais complexa e densa, promove aumento da umidade, temperaturas mais amenas, fornecem recursos e refúgio, favorecendo a ocorrência dos artrópodes (HAWKINS; LAWTON, 1987; JERVIS et al., 1993; MARINO; LANDIS, 1996). A fragmentação destes ambientes pode influenciar na composição e distribuição de determinados grupos taxonômicos, e a precipitação e temperatura são exemplos de influentes na diversidade e distribuição dos insetos (WOLDA, 1988; HODKINSON, 2005). Uma vez que as comunidades de artrópodes participam do fluxo intenso entre fragmentos florestais (PREVEDELLO; VIEIRA, 2010; FAHRIG, 2013), e o distanciamento entre esses pontos funciona como impedimento para movimentação dos organismos, com isso as diversas comunidades biológicas se tornam afetadas (DE ARAÚJO; DO ESPÍRITO-SANTO FILHO, 2012).

A perda da biodiversidade tem sido apontada como a mais grave consequência da fragmentação em florestas tropicais (PIMM et al., 2014), com isso o monitoramento da

diversidade dos grupos da fauna edáfica, permite compreender a funcionalidade dos diferentes grupos, e a complexidade ecológica das comunidades dentro do ambiente (MOÇO et al., 2005; JOUQUET; BLANCHART; CAPOWIEZ, 2014). A fauna do solo pode ser utilizada como indicadora de alterações no solo, devido a muitos organismos serem sensíveis às mínimas intervenções antrópicas que ocorrem no ambiente (DECAËNS, 2010; BARETTA et al., 2014; VASCONCELLOS et al., 2013; MARICHAL et al., 2014), pois a composição ou mudanças no solo, assim como a dinâmica das populações geram reflexos na qualidade do solo (BARTZ et al., 2014).

Entre os serviços ambientais prestados pelos invertebrados do solo, um dos principais é a decomposição de matéria orgânica, alguns artrópodes como os ácaros, minhocas e cupins fazem a fragmentação dos resíduos orgânicos para que os fungos e bactérias façam a decomposição, favorecendo a ciclagem dos nutrientes (CARRILLO et al., 2011; BERNARD; CHAPUIS-LAEDY; RAZAFIMBELO, 2012; VRIES et al., 2013; WAGG et al., 2016), constroem canais, poros e agregados pela movimentação das partículas de um horizonte para outro, auxiliando na aeração do solo (OLIVEIRA et al., 2014; BOTTINELLI et al., 2015). Este trabalho teve como objetivo caracterizar a fauna edáfica e suas relações com variáveis abióticas em fragmento florestal no Bioma Cerrado (MA).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bioma Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, superado apenas pela Amazônia (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006) com um terço da biodiversidade brasileira e cerca de 5% da flora e fauna mundial (KLINK; MACHADO, 2005). O estado do Maranhão compreende uma área total de 329.642.170 km² (IBGE, 2018) e está localizado centralmente na costa norte do país, em uma posição estratégica no ponto de encontro dos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga (DIAS et al., 2009). O bioma Cerrado do estado do Maranhão ocupa cerca de 65% da extensão em seu território segundo o IBGE (57.130,04 km²) (IBGE, 2011), localizado desde a região nordeste até a região sul do Estado, e contempla uma ampla diversidade de fitofisionomias que variam de formações campestres (Campo limpo e Campo sujo), formações savânicas (Cerrado denso, Cerrado típico e Cerrado ralo) e ainda formações florestais (Cerradão e Mata de galeria) (EITEN, 1972; RIBEIRO; WALTER, 2008; BALL et al., 2015).

O bioma é representado principalmente pela formação savânica, com a presença de uma flora muito rica (KLINK; MACHADO, 2005). Existem mais de 1.000 espécies de vertebrados terrestres, 90.000 espécies de invertebrados e 12.000 espécies de plantas (KLINK; MACHADO, 2005; MENDONÇA et al., 2008), cerca de 80% das espécies vegetais são consideradas endêmicas (LENTHALL; BRIDGEWATER; FURLEY, 1999), apresenta altos níveis de biodiversidade (MITTERMEIER et al., 2005; KLINK; MACHADO, 2005; DURIGAN; RATTER, 2016), e está sob significantes ameaças, pelo contínuo e intenso processo de atividade antrópica (KLINK; MOREIRA, 2002; SANO et al., 2010).

O Cerrado detém uma extensão de aproximadamente 23% do território nacional, que alcança o norte do Maranhão ao estado do Paraná, incluído entre os 34 hotspots do planeta (RIBEIRO; WALTER, 2008). Devido ao desmatamento na região, o estado do Maranhão apresenta cerca de 20% das áreas antropizadas do Cerrado brasileiro (MMA, 2019), no sul do estado é observada a maior densidade de atividades antrópicas, principalmente relacionadas à atividades agrícolas, que têm mudado significativamente o uso e a cobertura do solo na região (MINGOTI et al., 2014).

Apesar do alto valor biológico, o bioma vem sendo extensivamente reduzido e fragmentado em seus habitats, impulsionado pelo aumento da expansão da agricultura e pastagem (RATTER; RIBEIRO; BRIDGEWATER, 1997; SANO et al., 2010). Essa rápida redução de sua cobertura vegetal originada nas últimas cinco décadas, se deve à expansão das fronteiras agrícolas no Brasil (SANO et al., 2007; CARVALHO; MARCO JÚNIOR; FERREIRA, 2009; STRASSBURG et al., 2017), e o Cerrado é uma das principais (BRANNSTROM, 2005). A ocupação dessa região se intensificou a partir da década de 1970, com introdução de novas tecnologias agrícolas (RADA, 2013), colonização agrícola privada (JEPSON, 2006), políticas públicas (JEPSON; BRANNSTROM; FILIPPI, 2010) e expansão das áreas rurais (CASTRO; TEIXEIRA, 2012). Essa conversão de florestas em terras para agricultura e outros, resultou em uma ameaça a biodiversidade e as funções do ecossistema (CARVALHO; MARCO JÚNIOR; FERREIRA, 2009; GRECCHI et al., 2014).

Muitas ações antrópicas alteraram consideravelmente as florestas do Cerrado, entre essas ações está o uso do fogo, que apesar de existir uma forte relação ecológica entre o fogo e o Cerrado como força evolutiva (MIRANDA; MERCEDES; MIRANDA, 2002; SIMON et al., 2009; HOFFMANN et al., 2012), uma incidência elevada pode levar a transformação de campos mais abertos ao aumento das gramíneas, levando ao favorecimento de novos incêndios, mais intensos e frequentes (MIRANDA; MERCEDES; MIRANDA, 2002). Mesmo existindo uma dificuldade do estabelecimento de espécies florestais após o fogo (NERI et al.,

2012; DANTAS; PAUSA, 2013; DANTAS; BATALHA; PAUSAS, 2013; STEVENS et al., 2017), a maioria dessas espécies de plantas apresentam cascas grossas que as protegem das altas temperaturas e permite a rebrota, podendo influenciar a composição da comunidade (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006; OLIVERAS et al., 2013; VIEIRA; BRIANI, 2013; SILVÉRIO et al., 2015, ABREU et al., 2017), propriedades do solo e clima da região (BUSTAMANTE et al., 2012, WENDLING et al., 2014).

As plantas do cerrado evoluíram e se adaptaram em sua maioria aos solos oligotróficos (muito pobres em nutrientes) da região, e são uma das maiores responsáveis pelo sequestro de carbono da atmosfera (LOPES; MIOLA, 2010). Entretanto, as populações de plantas do Cerrado sofrem as alterações causadas pelo uso da terra, resultando em uma dura perda e fragmentação das florestas, em que quase 39% de sua cobertura já foram convertidas em agricultura, pastagens e áreas urbanas (KLINK; MACHADO, 2005; SANTOS et al., 2010; GIROLDO; SCARIOT, 2015). Devido a importância e extensão do Cerrado, existe a preocupação com as intervenções antrópicas que alteram o dinamismo biológico em sistemas naturais, e podem alterar as comunidades edáficas que ali vivem (BROWN; DOMÍNGUEZ, 2010), como também a necessidade de resguardar a abundância e diversidade da floresta nativa para a conservação dessa riqueza (MAESTRI et al., 2013).

2.2 Fragmentação florestal

Grandes remanescentes florestais estão diminuindo ou desaparecendo em muitas regiões, incluindo os hotspots de biodiversidade e centros de endemismo de espécies (RIBEIRO et al., 2009). As florestas tropicais são indicadas como as mais diversas do mundo e são responsáveis pelo fornecimento de importantes serviços ecossistêmicos, como armazenamento de carbono e regulação climática (AVISSAR; WERTH, 2005). Os ecossistemas são fontes de recursos imprescindíveis para as populações existentes, como o fornecimento de alimentos e água, e também de outros serviços de igual importância como a polinização, controle de erosão, purificação do ar e da água (DEGROOT et al., 2010).

Muitos desses serviços têm colaborado com as crescentes demandas das sociedades por produtos florestais e utilização de terras agrícolas, e com isso a pressão realizada pela população pode ser uma ameaça para as maiores áreas florestais em todo o mundo, fazendo com que a maioria dos ecossistemas naturais entrem em um declínio devido às frequentes interferências antropogênicas (ASH et al., 2010; FAO, 2011; LAURANCE; SAYER; CASSMAN, 2014), gerando consequências muito negativas para a biodiversidade local (TABARELLI et al., 2012). Essas intervenções podem ser feitas de várias maneiras como

através da agricultura, na extração de madeira e no crescimento urbano, e geram elevadas perdas para as florestas tropicais. No Brasil, a devastação de áreas florestais atinge proporções bastante significativas (BENATI, 2005).

A utilização de abrigo para mais da metade das espécies conhecidas em todo o mundo, e a fundamental participação no ciclo do carbono, são apenas alguns dos muitos serviços prestados pelas florestas tropicais. E a perda de habitats e a subsequente fragmentação de uma paisagem representa uma das principais ameaças à diversidade biológica, devido a redução e o isolamento das populações, além do risco crescente de extinção local (FAHRIG, 2003).

A ampla conversão de florestas tropicais em pequenos fragmentos (MCCULLOUGH, et al., 2006), e a crescente pressão para o aumento na produção de alimentos para as próximas décadas deverá reduzir ainda mais o habitat natural de florestas (MACK et al., 2000). Indicadores mostram que a maioria das florestas tropicais desprotegidas será gradualmente convertida em um complexo mosaico de áreas agrícolas e fragmentos florestais em estágios sucessivos e variados (LIEBHOLD et al., 2013; OSWALT et al., 2015).

Mudanças na estrutura da vegetação podem ser amplamente explicadas por respostas positivas ou negativas relacionadas à abundância de grupos ecológicos ou funcionais sensíveis aos distúrbios humanos, que na sua maioria são referidos como espécies dependentes da floresta, assim como também por características morfo-ecológicas como o tamanho e dispersão de sementes, e estratégia de regeneração (LOPES et al. 2009; SANTOS et al. 2008; TABARELLI et al. 2010; GUO, 2014). Estudos demonstraram que em comparação com as áreas florestais naturais, os pequenos fragmentos exibem uma abundância reduzida e uma riqueza de espécies de árvores emergentes (GUO, 2014; RIITERS et al., 2018).

A fragmentação dos ecossistemas apresenta grandes implicações na conservação da biodiversidade, quando florestas contínuas são repartidas gradualmente em fragmentos de menores extensões e mais isoladas, interferem diretamente nos seres que ali habitam, e conseqüentemente causam a redução da biodiversidade e também da funcionalidade dos sistemas naturais (LORD; NORTON, 1990; FAHRIG, 2003; BLANKINSHIP; NIKLAUS; HUNGATE, 2011). Essa separação expõe os fragmentos a diferentes condições climáticas, alterando a umidade do ar, a luminosidade e a temperatura, favorecendo mudanças no sistema antes estabelecido (PIRES; FERNANDEZ; BARROS, 2006), muito embora o aparecimento desses fragmentos também possa facilitar o fluxo de algumas espécies, servindo de refúgio para a diversidade local, além de oferecerem múltiplos serviços ecossistêmicos (HERNÁNDEZ-RUEDAS et al., 2014).

Em ecossistema florestal estabelecido, há inúmeros processos dinâmicos importantes ocorrendo, e esses processos são ligados às condições de conservação e da sucessão vegetacional (WALKER; SHIELS, 2013; BARRETO et al., 2016). Existem evidências crescentes de que, em todo o mundo, as populações naturais que são aves, mamíferos, insetos e plantas estão em declínio em resposta à redução contínua do habitat (HADDAD et al., 2015). Quanto a uma comunidade de artrópodes, existem alguns fatores ligados ao seu desenvolvimento como o tipo de cobertura vegetal, o tipo de solo, o clima local entre outros que determinam a realização ou não de suas atividades (MUDREK; MASSOLI, 2014). A temperatura, umidade relativa e precipitação são fatores que se relacionam diretamente na abundância e frequência dos insetos ao longo do ano em determinado ambiente (SILVA; FRIZZAS; OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Zardo et al. (2010), a serapilheira de ecossistemas florestais abriga uma alta diversidade de artrópodes terrestres, principalmente em ambientes tropicais, isso se deve à quantidade de nutrientes advindos da vegetação, do solo e matéria orgânica disposta na superfície do solo, e que é composta por folhas, galhos, cascas, órgãos reprodutivos e detritos (COSTA et al., 2010). Essa disponibilidade de recursos favorece a conservação e o equilíbrio florestal, portanto, quando os fragmentos florestais são preservados, exibem um alto teor de matéria orgânica no solo, que por sua vez está diretamente ligada ao aumento da biodiversidade desse ambiente (ZARDO et al., 2010), e a destruição de ecossistemas como o Cerrado levam à extinção de interações ecológicas importantes (VALIENTE-BANUET et al., 2015).

2.3 Fauna edáfica e sua relação com os fatores abióticos

A fauna edáfica é composta pelos organismos que vivem no solo ou em sua superfície durante o seu ciclo biológico (BROWN; MASCHIO; FROUFE, 2009), e estão classificados em três grupos principais: a microfauna (organismos menores que 0,2 mm), a mesofauna (organismos entre 0,2 a 2,0 mm) e macrofauna (organismos maiores que 2,0 mm) do solo, em que cada grupo é responsável por diversas funções no solo (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979). Essa classificação determina a colaboração de cada organismo no ecossistema (BRUSSAARD, 2012), de acordo com aspectos funcionais, morfológicos e categorias ecológicas (MOÇO et al., 2005), e também segundo critério de localização e mobilidade dos invertebrados (BOUCHÉ, 1977), em que pode-se compreender melhor a função e importância que cada um vai exercer no sistema.

A atividade e diversidade de artrópodes nos ecossistemas estão reguladas por uma hierarquia de fatores abióticos e bióticos, que são acontecimentos de grande e pequena escala, respectivamente (LAVELLE et al., 1993). Os artrópodes por serem muito sensíveis às mudanças do solo sofrem alterações na sua distribuição e nos seus estágios de desenvolvimento (SCHOWALTER, 2011). São vários os estudos que avaliam o efeito de fatores abióticos na distribuição e abundância da fauna do solo em ecossistemas (SHAKIR; AHMED, 2014). A maioria desses estudos são feitos pelas combinações dos fatores meteorológicos e edáficos influenciando a diversidade, a abundância, a riqueza desses grupos taxonômicos e a frequência em que eles são encontrados nos lugares, incluindo o microclima, tipo de solo, pH do solo (RENTAO; YONGQING; FAN, 2013; SHAKIR; AHMED 2014; NETO et al., 2015; ROSA et al., 2017), umidade do solo (ALI-SHTAYEH; SALAHAT, 2010), temperatura do solo (CAKIR; MAKINECI, 2013), matéria orgânica do solo (PONCE et al., 2011), precipitação (ANU; SABU; VINEESH, 2009), tipos de plantas de cobertura vegetal e presença da serrapilheira (ROBERTSON et al., 2012; NETO et al., 2015; ROSA et al., 2017).

É possível avaliar a influência da sazonalidade climática (temperatura, pluviosidade e umidade) de forma direta tanto para a fenologia da planta quanto para a abundância dos insetos que compõem o ambiente (BAUERFEIND; FISHER 2013; VILELA et al., 2014). A temperatura é um exemplo de fator abiótico que muda durante as estações, e assim, pode influenciar e definir o período de atividade de diversos hexápodes, a temperatura afeta a sobrevivência, a taxa de desenvolvimento, o crescimento e a fecundidade de insetos (SILVA; FRIZZAS; OLIVEIRA SILVA et al., 2011), sendo nos períodos mais quentes do ano que as atividades exercidas pelos organismos do solo são mais intensas no bioma Cerrado (VILELA et al., 2014). A temperatura do solo, o pH e a umidade são variáveis abióticas relevante pois afetam a taxa de atividade fisiológica, nutrição e habitats de toda fauna edáfica, direta e indiretamente (SHAKIR; AHMED 2014).

A pluviosidade e a umidade relativa do ar são também fatores abióticos que exercem direta e expressiva influência na distribuição de insetos durante todo o ano, uma vez que há uma maior disponibilidade de água para os organismos, e as plantas produzem mais folhas, aumentando a quantidade de recursos disponíveis (TORRES; MADI-RAVAZZI 2006), é também nos períodos mais úmidos que a fauna edáfica tem menores riscos de secar e desidratar, diante disso a umidade favorece o desenvolvimento e sobrevivência dos espécimes que se encontram nesses locais (WOLDA, 1988).

A utilização dos fatores abióticos relacionados aos estudos que avaliam o comportamento dos insetos em ecossistemas como no bioma Cerrado, auxilia nas explicações dos padrões de abundância e frequência dos insetos nos ambientes, tendo em vista que as condições abióticas, como temperatura e umidade, afetam a fisiologia e desempenho dos insetos, por serem bem sensíveis à variabilidade desses fatores abióticos (PARMESAN, 2007), assim sendo, ambas as características abióticas e vegetacionais são usadas como fontes para entender a variação nas populações de insetos presentes nos ambientes avaliados (TROTTER et al. 2013; RUIZ et al. 2010).

A maioria dos solos do Cerrado são pobres em nutrientes, são ácidos, com baixo pH, e com altos níveis de alumínio trocável (RATTER; RIBEIRO; BRIDGEWATER, 1997; FRANCO et al., 2014). O alumínio presente nos solos do Cerrado, muitas vezes tóxicos, ocorre em altas concentrações em solos distróficos e a vegetação nativa desse bioma é altamente tolerante (NERI et al., 2012; MEIRA-NETO et al., 2017). O solo do cerrado é representado principalmente por latossolos, e a sazonalidade por invernos secos e verões chuvosos, além da elevada variabilidade da precipitação, e os valores de radiação mais elevados (que são encontrados no Maranhão, no Piauí, no Tocantins, no oeste da Bahia e no norte de Minas Gerais), contribuiu para grande biodiversidade do bioma (SILVA et al., 2008).

2.3.1 Monitoramento da artropodofauna edáfica

Os registros de espécies em um determinado local indicam importantes informações sobre a biodiversidade e a biogeografia dos insetos que ali vivem (AGBOTON et al., 2014, PELLIZZARI et al., 2015, RAMAGE, 2017). Ambientes quando são afetados pela perda da biodiversidade alteram a estabilidade de um ecossistema (HOOPER et al. 2012), e muitos fatores geram a perda dessa biodiversidade como as contínuas atividades antrópicas em todo mundo (BUTCHART et al., 2010; PIMM et al. 2014; TITTENSOR et al. 2014), com isso são necessários estudos em vários níveis de espaço e tempo (MAGURRAN et al., 2010; KEIL et al., 2012; DORNELAS et al., 2014; STEIN; GERSTNER; KREFT, 2014).

Diante disso existe a necessidade de um monitoramento dos ambientes, avaliando a atividade e diversidade dos artrópodes, que geralmente requerem uma certa quantidade de perturbação ou mesmo a morte dos animais estudados, a depender dos métodos empregados para avaliação. Uma das técnicas mais usadas para avaliar a atividade e a diversidade de artrópodes que habitam o solo é a armadilha do tipo “pitfall” (BARBER, 1931), sendo utilizada em vários ecossistemas terrestres (SCHMIDT et al., 2006; CHELI; CORLEY, 2010; SCHIRMEL et al., 2010; MATALIN; MAKAROV, 2011; FRANK; AESCHBACHER;

ZALLER, 2012; HANCOCK; LEGG, 2012). O interesse pelo método é porque funciona quando o observante está distante das armadilhas favorecendo a captura dos artrópodes, também pela simplicidade na montagem e pelo baixo custo (CHELI; CORLEY, 2010; SCHIRMEL et al., 2010; MATALIN; MAKAROV, 2011)

Devido os muitos processos em que os artrópodes se envolvem para o funcionamento do ecossistema, e suas respostas a uma variedade de fatores ambientais e ecológicos (mudanças na química do solo, microhabitat), alterações antropogênicas, perturbação do habitat, poluição, é que os qualifica para o reconhecimento e uso como bioindicadores na avaliação de ambientes variados (RAZO-GONZÁLEZ et al., 2014). Com isso, alguns organismos são indicadores de qualidade do solo, segundo Grzés (2010) a ordem dos himenópteros pode ser usada para demonstrar que ocorrem mudanças no ambiente, através do monitoramento de metais advindos de atividades antrópicas. Assim como também cupins e as formigas são estudados para verificação da biodiversidade, fragmentação e processos de restauração (PAIS; VARANDA, 2010; ROUSSEAU et al., 2010).

Os organismos bioindicadores do solo tem um importante papel para o entendimento de perdas da biodiversidade, visto que se mostram sensíveis às mínimas alterações sofridas nos ambientes quer sejam biológicas, físicas ou químicas, e essas perturbações podem ter implicações sobre determinadas populações de organismos edáficos, refletindo um aumento ou diminuição dos mesmos (BARETTA; BROWN; CARDOSO, 2010; BARETTA et al 2011; VELÁSQUEZ, 2012).

3. REFERÊNCIAS

- ABREU, R. C. R.; HOFFMANN, W. A.; VASCONCELOS, H. L.; PILON, N. A.; ROSSATTO, D. R.; DURIGAN, G. The biodiversity cost of carbon sequestration in tropical savanna. **Science Advances**, v. 3, n. 8, p. 1701284. 2017.
- AGBOTON, C.; ONZO, A.; OUESSOU, F.I.; GOERGEN, G.; VIDAL, S.; TAMÒ, M. Insect fauna associated with *Anacardium occidentale* (Sapindales: Anacardiaceae) in Benin, West Africa. **Journal of Insect Science**. v.14, n. 229, p. 1-11. 2014.
- ALI-SHTAYEH, M.S.; SALAHAT, A.G.M. The impact of grazing on natural plant biodiversity in Al-Fara'a area. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**. V.5, p. 1-17, 2010.
- ANU, A.; SABU, T.K.; VINEESH, p. Seasonality of litter insects and relationship with rainfall in a wet evergreen forest in south Western Ghats. **Journal of Insect Science**, v.9, p. 46- 10. 2009.

ASH, N.; BLANCO, H.; BROWN, C.; GARCIA, K.; HENRICHS, T.; LUCAS, N.; RAUDSEPP-HEARNE, C.; SIMPSON, R.D.; SCHOLLES, R.; TOMICH, T.P.; et al. **Ecosystems and Human Well-Being: A Manual for Assessment Practitioners**; Island Press: Washington, DC, USA; Covelo, CA, USA; London, UK, 2010.

AVISSAR, R.; WERTH, D. Global hydroclimatological teleconnections resulting from tropical deforestation. **Journal of Hydrometeorology**. v.6, p134–145. 2005.

BALL, A.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A.; PORTILLO-QUINTERO, C.; RIVARD, B., CASTRO-CONTRERAS, S.; FERNANDES, G. 2015. Patterns of leaf biochemical and structural properties of cerrado life forms: implications for Remote Sensing. **PLoS One**. v.10, n.2, p. 1-15. 2015.

BARBER, H. S. Traps for cave-inhabiting insects. **Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society**, v. 46, p.259–266. 1931.

BARETTA, D.; BARTZ, M.; FACHINI, I.; ANSEMI, R.; ZORTÉA, T.; BARETTA, C. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5, p. 871-879. 2014.

BARETTA, D.; BROWN, G.G.; CARDOSO, E.J.B.N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. **Acta Zoologica Mexicana**, n.2, p.135-150. 2010.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; FILHO, L. C. I. O.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 7, p.119-170. 2011.

BARRETO, T. G.; NETTO, S. P.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; SANQUETTA, C. R. Influência das características químicas do solo na dinâmica de crescimento de um fragmento florestal. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 28, n.1, p. 1-12. 2016.

BARTZ, M. L. C.; BROWN, G. G.; ORSO, R.; MAFRA, A. L.; BARETTA, D. The influence of land use systems on soil and surface litter fauna in the western region of Santa Catarina. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 880-887. 2014.

BAUERFEIND, S. S.; FISCHER, K. Testing the plant stress hypothesis: stressed plants offer better food to an insect herbivore. **Entomology Experimental et Applicata**. v. 149, p. 148-158, 2013.

BENATI, K. R.; SOUZA-ALVES, J. P.; SILVA, E. A.; PERES, M. C. L.; COUTINHO, É. O. Aspectos comparativos das comunidades de aranhas (Araneae) em dois remanescentes de Mata Atlântica do Estado da Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 5, n.1A, p. 79-87. 2005.

BERNARD, L.; CHAPUIS-LAEDY, L.; RAZAFIMBELO, T. Endogeic earthworms shape bacterial functional communities and affect organic matter mineralization in a tropical soil. **The ISME Journal**, v. 6, p. 222-231. 2012.

- BLANKINSHIP, J.C.; NIKLAUS, P.A.; HUNGATE, B.A. A meta-analysis of responses of soil biota to global change. **Oecologia**, v.165, p.553-65. 2011.
- BOTTINELLI, N.; JOUQUET, P.; CAPOWIEZ, Y.; PODWOJEWSKI, P.; GRIMALDI, M.; PENG, X. Why is the influence of soil macrofauna on soil structure only considered by soil ecologists? **Soil & Tillage Research**, v.146, p.118-124. 2015.
- BOUCHÉ, M.B. Strategies lombriciennes. **Ecological Bulletins**, v.25, p.122-132. 1977.
- BRANNSTROM, C. Environmental policy reform on north-eastern Brazil's agricultural frontier. **Geoforum**. v.36, n.2, p.257-271. 2005.
- BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas – o 3º encontro latino americano de ecologia e taxonomia de oligoquetas (elaetao3). **Acta Zoológica Mexicana**, v. 26, número especial 2, p. 1-18. 2010.
- BROWN, G. G.; MASCHIO, W.; FROUFE, L. C. M. **Macrofauna do solo em sistemas agroflorestais e Mata Atlântica em regeneração nos municípios de Barra do Turvo, SP, e Adrianópolis, PR**. Embrapa Florestas, Colombo, p. 51. 2009.
- BRUSSAARD, L. Ecosystem services provided by the soil biota. In: WALL, D. H.; BARDGETT, R. D.; BEHAN-PELLETIER, V.; HERRICK, J. E.; JONES, T. H.; RITZ, K.; SIX, J.; STRONG, D. R.; VAN DER PUTTEN, W. H. (Ed.). **Soil ecology and ecosystem services**, Oxford: Oxford University Press, p. 45-58. 2012.
- BUSTAMANTE, M.M.C.; NOBRE, C.A.; SMERALDI, R.; AGUIAR, A.P.D.; BARIONI, L.G.; FERREIRA, L.G.; LONGO, K.; MAY, P.; PINTO, A.S.; OMETTO, J.P.H.B. Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. **Climatic Change**. v.115, p 559-577. 2012.
- BUTCHART, S.H.M., WALPOLE, M., COLLEN, B. et al. Global biodiversity: indicators of recent declines. **Science**. v.328, p.1164-1168. 2010.
- CAKIR, M.; MAKINECI, E. Humus characteristics and seasonal changes of soil arthropod communities in a natural sessile oak (*Quercus petraea* L.) stand and adjacent austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) plantation (In press). **Environmental Monitoring and Assessment**. v.185, n.11, p. 8943-55. 2013.
- CARRILLO, T.; BALL, B.A.; BRADFORD, M.A.; JORDAN, C.F.; MOLINA, M. Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen cycling in a mineral soil. **Soil Biological**, v. 43, p.1440-1449. 2011.
- CARVALHO, F.M.V.; MARCO JÚNIOR, P.; FERREIRA, L.G. The Cerrado into pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation** .v.142, n.7, p.1392-1403. 2009.
- CASTRO, E.R.; TEIXEIRA, E.C. Rural credit and agricultural supply in Brazil. **Agricultural Economics**. v.43, n.3, p.293-302. 2012.

CHAVES, L.P.F.A.; SILVA, R.A.; AMARAL, Y.T.; COSTA, M.K.L.; SIQUEIRA, G.M. Biogeographical diversity of north mesoregion of the Maranhão state (Brazil). **Journal of Geospatial Modelling**, 1: 19. 2016.

CHELI, G.H.J.; CORLEY, O.; BRUZZONE, M.; DEL BRÍO, F.; MARTÍNEZ, N.M.; ROMÁN AND I. RÍOS. The ground-dwelling arthropod community of Península Valdés in Patagonia, Argentina. **Journal of Insect Science**. v.10, p. 1-16. 2010.

CHUST, G.; PRETUS, J.L.; DUCROT, D.; BEDÒS, A.; DEHARVENG, L. Response of soil fauna to landscape heterogeneity: Determining optimal scales for biodiversity modeling. **Conservation biology**, v.17, p.1712-1723. 2003.

COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D. de; SILVA, P. C. M. da. Análise comparativa da produção de serrapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açú- RN. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 2, p. 259-265. 2010.

DANTAS, V.L.; BATALHA, M.A.; PAUSAS, J.G. Fire drives functional thresholds on the savanna-forest transition. **Journal of Ecology**. v.94, p.2454-2463. 2013.

DANTAS, V.L.; PAUSAS, J.G. The lanky and the corky: fire-escape strategies in savanna woody species. **Journal of Ecology**. v.101, p.1265-1272. 2013.

De ARAÚJO, W. S.; Do ESPÍRITO-SANTO FILHO, K. Edge effect benefits galling insects in the Brazilian Amazon. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 11, p. 2991-2997, 2012.

DECAËNS, T. Macroecological patterns in soil communities. **Global ecology Biogeography**, v. 19, p. 287-302. 2010.

DEGROOT, R.S.; ALKEMADE, R.; BRAAT, L.; HEIN, L.; WILLEMEN, L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**. v.7, p.260-272. 2010.

DESIDÉRIO, G.R.; BARCELOS-SILVA, P.; DE SOUZA, W.R.M.; PES, A.M.; AZEVÊDO, C.A.S. Caddisflies (Insecta: Trichoptera) from Maranhão State, Northeast Region, Brazil: A new species, checklist, and new geographical records. **Zootaxa**, v.4221, p.151–171. 2017.

DIAS, P.A., SANTOS, C.L.C., RODRIGUES, F.S., ROSA, L.C., LOBATO, K.S.; REBÊLO, J.M.M. Espécies de moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, n.1, p.128-133. 2009.

DORNELAS, M., N. J. GOTELLI, B. MCGILL, H. SHIMADZU, F. MOYES, C. SIEVERS, et al. Assemblage time series reveal biodiversity change but not systematic loss. **Science**. v.344, p.296-299. 2014.

DURIGAN, G.; RATTER, J.A. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. **Journal of Applied Ecology**. v.53, p.11-15. 2016.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**. v.38, p.201-341. 1972.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 34, p. 487-515. 2003.

FAHRIG, L. Rethinking patch size and isolation effects: The habitat amount hypothesis. **Journal of Biogeography**. v.40, p.1649–1663, 2013.

FAO - State of the world's forests 2011. **Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome**. 2011.

FRANCO, A. C.; ROSSATTO, D. R.; SILVA, L. C. R.; FERREIRA, C. S. Cerrado vegetation and global change: the role of functional types, resource availability and disturbance in regulating plant community responses to rising CO₂ levels and climate warming. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, n. 1, p. 19-38, 2014.

FRANK, T.; AESCHBACHER, S.; ZALLER, J. G. Habitat age affects beetle diversity in wildflower areas, **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v.152, p.21–26, 2012.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER–GOTTSBERGER, I. **Life in the Cerrado, a South American Tropical Seasonal Ecosystem**. v. 1. Origin, Structure, Dynamics and Plant Use. Ulm, Germany: Reta Verlag. 2006.

GIROLDO, A.B.; SCARIOT, A. Land use and management affects the demography and conservation of an intensively harvested Cerrado fruit tree species. **Biological Conservation** v.191, p.150–158. 2015.

GRECCHI, R.C.; GWYN, Q.H.J.; BE'NIE', G.B.; FORMAGGIO, A.R.; FAHL, F.C. Land use and land cover changes in the Brazilian Cerrado: a multidisciplinary approach to assess the impacts of agricultural expansion. **Applied Geography**. v.55, p.300–312. 2014.

GRZÉS, I.M. Ants and heavy metal pollution - A review. **European Journal Soil Science**, v.46, p.350-355. 2010.

GUO, Q. Plant hybridization: The role of human disturbance and biological invasion. **Diversity and Distributions**. v.20, p.1345–1354. 2014.

HADDAD, N. M., BRUDVIG, L. A., CLOBERT, J., DAVIES, K. F., GONZALEZ, A., HOLT, R. D., TOWNSHEND, J. R. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, v.1, n.2, p.1500052–1500052. 2015.

HANCOCK, M. H.; LEGG, C. J. Pitfall trapping bias and arthropod body mass, **Insect Conservation and Diversity**, v.5, p.312–318, 2012.

HAWKINS, B. A.; LAWTON, J. H. Species richness for parasitoids of British phytophagous insects. **Nature**, v. 326, n. 6115, p. 788-790, 1987.

HERNÁNDEZ-RUEDAS, M. A.; ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; MEAVE, J.A.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; MARTÍNEZ, E.; JAMANGAPÉ, G.; MELO, F. P. L.; SANTOS, B. A. Conserving tropical tree diversity and forest structure: the value of small rainforest patches in moderately-managed landscapes. **PLoS One**, San Francisco, v. 9, n.6, p. 98931. 2014.

HODKINSON, I. D. Terrestrial insects along elevations gradients. **Biological Reviews**, v. 80, p.489-513. 2005.

HOFFMANN, W.A.; GEIGER, E.L.; GOTSCH, S.G.; ROSSATTO, D.R.; SILVA, L.C.R.; LAU, O.L.; HARIDASAN, M.; FRANCO, A.C. Ecological thresholds at the savanna- forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. **Ecology Letters**. v.15, p.759-768. 2012.

HOOPER, D. U.; ADAIR, E. C.; CARDINALE, B. J.; BYRNES, J. E. K.; HUNGATE, B. A.; MATULICH, K. L.; GONZALEZ, A.; DUFFY, J. E.; GAMFELDT, L.; O'CONNOR, M. I. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change, **Nature**. v.486, p.105-129. 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados. (2018)**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma.html> > Acesso em: 27 de Outubro de. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de biomas do Brasil. (2011)**. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico_estadual/, > Acesso em: 27 de Outubro de. 2019.

JEPSON, W. Private agricultural colonization on a Brazilian frontier, 1970–1980. **Journal of Historical Geography**. v.32, n.4, p.839–863. 2006.

JEPSON, W.; BRANNSTROM, C.; FILIPPI, A. Access regimes and regional land change in the Brazilian Cerrado, 1972–2002. **Annals of the American Association of Geographers**. v.100, n.1, p.87–111. 2010.

JERVIS, M. A. et al. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. **Journal of natural history**. v. 27, n. 1, p. 67-105, 1993.

JOUQUET, P.; BLANCHART, E.; CAPOWIEZ, Y. Utilization of earthworms and termites for the restoration of ecosystem functioning. **Applied Soil Ecology**, Pretty, v. 73, n. 1, p. 34-40. 2014.

KEIL, P.; SCHWEIGER, O.; KÜHN, I.; KUNIN, W. E.; KUUSSAARI, M.; SETTELE, J. et al. Patterns of beta diversity in Europe: the role of climate, land cover and distance across scales. **Journal of Biogeography**. v.39, p.1473-1486. 2012.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 148-155, 2005.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. Past and current human occupation, and land use, p.51–69. In P. S. Oliveira and R. J. Marquis (eds.), **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York, NY. 2002.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in Ecology & Evolution**. v.29, p.107-116. 2014.

- LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; MARTIN, S.; BAROIS, I.; TOUTAIN, F.; SPAIN, A.; SCHAEFER, R. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems. Application to soils in the humid tropics. **Biotropica**. v.25, n.2, p.130-150. 1993.
- LENTHALL, J.; BRIDGEWATER, S.; FURLEY, P.A. A phytogeographic analysis of the woody elements of New World savannas. **Edinburgh Journal of Botany** . v.56, p 293-305. 1999.
- LIEBHOLD, A.M.; MCCULLOUGH, D.G.; BLACKBURN, L.M.; FRANKEL, S.J.; VON HOLLE, B.; AUKEMA, J.E. A highly aggregated geographical distribution of forest pest invasions in the USA. **Diversity and Distributions**. 19, 1208-1216. 2013.
- LOPES, A.V.; GIRAO, L.C.; SANTOS, B.A.; PERES, C.A.; TABARELLI, M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. **Biological Conservation**. v.142, p.1154-1165. 2009.
- LOPES, R. B.; MIOLA, D. T. B. Sequestro de Carbono em diferentes Fitofisionomias do Cerrado. **Revista eletrônica SynThesis**, Pará de Minas, v.2, n.2, 127-143. 2010.
- LORD, J.M.; NORTON, D.A. Scale and the spatial concept of fragmentation. **Conservation Biology**. v.4, n.2, p.197-226. 1990.
- MCCULLOUGH, D.G.; WORK, T.T.; CAVEY, J.F.; LIEBHOLD, A.M.; MARSHALL, D. Interceptions of nonindigenous plant pests at US ports of entry and border crossings over a 17-year period. **Biological Invasions**. v.8, p.611-630. 2006.
- MACK, R.N.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W.M.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F.A. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. **Ecological Applications**. v.10, p.689-710. 2000.
- MAESTRI, R.; LEITE, M. A. S.; SCHMITT, L. Z. ; RESTELLO, R. M. Efeito de mata nativa e bosque de eucalipto sobre a riqueza de artrópodos na serrapilheira. **Perspectiva**, Erechim, v. 37, p. 31-40. 2013.
- MAGURRAN, A. E.; BAILLIE, S. R.; BUCKLAND, S. T.; DICK, J. M.; ELSTON, D. A.; SCOTT, E. M. et al. Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. **Trends in Ecology & Evolution**. v. 25, p. 574-582. 2010.
- MARICHAL, R.; GRIMALDI, M.; FEIJOO, A.; OSZWALD, J.; PRAXEDES, C.; RUIZ-COBO, D.; HURTADO, M.; DESJARDINS, H.; DA SILVA, M.; COSTA, G.; MIRANDA, I.; OLIVEIRA, M.; BROWN, J.; TSÉLOUIKO, S.; MARTINS, M.; DECAËNS, T.; VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P. Soil macro invertebrate communities and ecosystem services in deforested landscapes of Amazonia. **Applied Soil Ecology**, v. 83, p.177-185. 2014.
- MARINO, P. C.; LANDIS, D. A. Effect of Landscape Structure on Parasitoid Diversity and Parasitism in Agroecosystems. **Ecological Applications**, v.6, n.1, p.276-284, 1996.

MARTINELLI, L. A.; NAYLOR, R.; VITOUSEK, P. M.; MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5, p. 431-438, 2010.

MATALIN, A. V.; MAKAROV, K. V. Using demographic data to better interpret pitfall trap catches, **Zookeys**, v.100, p.223-254, 2011.

MEIRA-NETO, J.A.A., TOLENTINO, G.S., SILVA, M.C.N., NERI, A.V., GATAUER, M. MAGNAGO, L.F.S. et al . Functional antagonism between nitrogen-fixing leguminous trees and calcicole-drought-tolerant trees in the Cerrado **Acta Botanica Brasilica** v.31, p.11-18. 2017.

MENDES, I. C.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; JUNIOR, F. B. R. Biological functioning of Brazilian Cerrado soils under different vegetation types. **Plant Soil**, v. 359, p.183-195. 2012.

MENDONÇA, R.C., FELFILI, J.M., WALTER, B.M.T., SILVA JÚNIOR, M.C., REZENDE, A.V., FILGUEIRAS.T.S., NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C.W. **Flora vascular do bioma cerrado: checklist com 12356 espécies**. In Cerrado: ecologia e flora (Sano, S.M. & Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. eds). (Embrapa Cerrados. Vol. 2). 2008.

MINGOTI, R.; BRASCO, M. A.; WILSON, A.; HOLLER, W. A.; ELIO, L. F. C.; SPADOTTO, A. **MATOPIBA: caracterização das áreas com grande produção de culturas anuais**. Brasília: Embrapa GT, Relatório Técnico. 2014.

MIRANDA, H.S.; MERCEDES, M.C.B.; MIRANDA, A.C. **The fire factor**. In **‘The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna’** (Eds. PS Oliveira, RJ Marquis) pp. 51–68. (Columbia University Press: New York. 2002.

MITTERMEIER, R.A.; GIL, P.R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G.A.B. Hotspots Revisited: Earth’s Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. CEMEX, Mexico City. p.392. 2005.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Análises no Cerrado**. Disponível em: <<http://combateaodesmatamento.mma.gov.br/analises-no-cerrado>>. Acesso em: 02 de Fevereiro de 2019

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; CORREIA, M.E. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.555-564. 2005.

MUDREK, R. J; MASSOLI, J. V.E. Estrutura da comunidade de artrópodes de solo em diferentes fitofisionomias da reserva particular do patrimônio natural – SESC Pantanal, Brasil. **Holos**, Natal, v. 1, p. 60-67. 2014.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p. 853-858. 2000.

NERI, A.V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L.; FERREIRA JUNIOR, W.G.; MEIRA-NETO, J.A.A. The influence of soils on the floristic composition and community structure of an area of Brazilian Cerrado vegetation. **Edinburgh Journal of Botany**. v.69, p.1-27. 2012.

NETO, A. P. S.; BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; NOVAES; A. B.; PAULA, A. Produção de serapilheira em floresta estacional semidecidual e em plantios de *Pterogyne nitens* Tul. e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 633-643, 2015.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. **In The Cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a Neotropical savanna** (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds). Columbia University Press, New York, p. 91-120. 2002.

OLIVEIRA, F.S.; VARAJÃO, A.F.D.C.; VARAJÃO, C.A.C.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BOULANGÉ, B. The role of biological agents in the microstructural and mineralogical transformations in aluminium lateritic deposit in Central Brazil. **Geoderma**, v.226-227, p. 250-259. 2014.

OLIVERAS, I.; MEIRELLES, S.T.; HIRAKURI, V.L.; FREITAS, C.R.; MIRANDA, H.S.; PIVELLO, V.R. Effects of fire regimes on herbaceous biomass and nutrient dynamics in the Brazilian savanna. **International Association of Wildland**. v.22, p.368-380. 2013.

OVERBECK, G. E.; VÉLEZ-MARTIN, E.; SCARANO, F. R.; LEWINSOHN, T. M.; FONSECA, C. R.; MEYER, S. T.; MULLER, S. C.; CEOTTO, P.; DADALT, L.; DURIGAN, G.; GANADE, G.; GOSSNER, M. M.; GUADAGNIN, D. L.; LORENZEN, K.; JACOBI, C. M.; WEISSER, W. W.; PILLAR, V. D. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Diversity and Distributions**. v.21, p.1455-1460, 2015.

OSWALT, C.; FEI, S.; GUO, Q.; IANNONE, B., III; OSWALT, S.; PIJANOWSKI, B.; POTTER, K. A subcontinental view of forest plant invasions. **NeoBiota** v.24, p.49–54. 2015.

PAIS, M.P.; VARANDA, E.M. Arthropod recolonization in the restoration of a semideciduous forest in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 198-206. 2010.

PARMESAN, C. Influences of species, latitudes, and methodologies on estimates of phenological response to global warming. **Global Change Biology**. v.13, p.1860-1872. 2007.

PELLIZZARI, G.; CHADZIDIMITRIOU, E.; MILONAS, P.; STATHAS, G. J.; KOZÁR, F. Check list and zoogeographic analysis of the scale insect fauna (Hemiptera: Coccoomorpha) of Greece. **Zootaxa**, v. 4012, n. 1, p. 57-77, 2015.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M. The contrasting nature of woody plant species in different neotropical forest biomes reflects differences in ecological stability. **New Phytologist**, v. 210, n. 1, p. 25-37, 2016.

- PIMM, S.L.; JENKINS, C.N.; ABEL, R.; BROOKS, T.M.; GITTLEMAN, J.L.; JOPPA, L.N. SEXTON JO. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. **Science**. v.344, p.1246752-1246752. 2014.
- PIRES, A.S.; FERNANDEZ, F.A.Z.; BARROS, C.S. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. In: ROCHA, C.F.D.; H.G. BERGALLO, M. VanSluys; M.A.S. Alvess (orgs.). **Biologia da Conservação: Essências**, RiMa Editora, São Carlos, p. 231-260. 2006.
- PONCE, C.; BRAVO, C.; DE LEÓN, D.G.; MAGAÑA, M.; ALONSO, J.C. Effects of organic farming on plant and arthropod communities: a case study in Mediterranean dry land cereal. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v.141, n.1-2, p.193-201. 2011.
- PREVEDELLO, J.A; VIEIRA, M.V. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. **Biodiversity and Conservation**. v. 19, p.1205-1223. 2010.
- RADA, N. Assessing Brazil's Cerrado agricultural miracle. **Food Policy**. v.38, p.146-155. 2013.
- RAMAGE, T. Checklist of the terrestrial and freshwater arthropods of French Polynesia (Chelicerata; Myriapoda; Crustacea; Hexapoda). **Zoosystema**, Muséum national d'Histoire naturelle, v. 39, n. 2, p.213-225. 2017.
- RANTALAINEN, M.L.; KONTIOLA, L.; HAIMI, J.; FRITZE, H. & SETÄLA, H. Influence of resource quality on the composition of soil decomposer community in fragmented and continuous habitat. **Soil Biology and Biochemistry**, v.36, p.1983-1996. 2004.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**. v.80, p.223-230. 1997.
- RAZO-GONZÁLEZ, M.; CASTAÑO-MENESES, G.; CALLEJAS-CHAVERO, A.; PÉREZ-VELÁZQUEZ, D.; PALACIOS-VARGASA, J.G. Temporal variations of soil arthropods community structure in El Pedregal de San Ángel Ecological Reserve, Mexico City, Mexico. **Applied Soil Ecology**. v.83, p.88-94. 2014.
- RENTAO, L.; YONGQING, C.; FAN, Z. Effect of long-term cultivation on soil arthropod community in sandy farmland. **The Journal of Agriculture, Science and Technology**. v.15, n.1, p.144-151. 2013.
- RIBEIRO, J.F; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In Sano, S. M. & Almeida, S. P. (Eds.), Cerrado: ecologia e flora (pp.151-212). EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. 2008.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** v.142, p.1141-1153. 2009.
- RIITTERS, R.; POTTER, K.M.; IANNONE, B.V., III; OSWALT, C.; GUO, Q.; FEI, S. Exposure of protected and unprotected forest to plant invasions in the eastern United States. **Forests**. v.9, p.723. 2018.

- ROBERTSON, B.A.; PORTER, C.; LANDIS, D.A.; SCHEMSKE, D.W. Agroenergy crops influence the diversity, biomass, and guild structure of terrestrial arthropod communities. **BioEnergy Research**. v.5, n.1, p.179-188. 2012.
- ROSA, T. F.; SCARAMUZZA, P.; MATOS, W. L.; PIRES FEITOSA, I.; DE ABREU, F. F. M. Produção e decomposição de serapilheira em povoamentos de teca no estado de mato grosso, brasil. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1117-1127. 2017.
- ROUSSEAU, G.X.; SILVA, P.R. DOS S.; CARVALHO, C.J.R.DE. Earthworms, ants and other arthropods as soil health indicators in traditional and nofire agro-ecosystems From Eastern Brazilian Amazonia. **Acta Zoológica Mexicana**, (n.s.) 2, p. 117-134. 2010.
- RUIZ, M. O.; CHAVES, L. F.; HAMERS, G. L.; SUN, T.; BROWN, W. M.; WALKER, E. D.; HARAMIS, L.; GOLDBERG, T. L.; KITRON, U. D. Local impact of temperature and precipitation on West Nile virus infection in Culex species mosquitoes in northeast Illinois, USA. **Parasites and Vectors**, v.3, p.19. 2010.
- SANO, E. E.; RODRIGUES, A. A.; MARTINS, E. S.; BETTIOL, G. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; BEZERRA, A. S.; COUTO JUNIOR, A. F.; VASCONCELOS, V.; SCHULER, J.; BOLFE, E. L. Cerrado ecoregions: a spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**. v.232, p.818-828, 2019.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**. v.166, p.133–144. 2010.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; LUÍS, J.; LAERTE, S. B.; FERREIRA, G. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados. **EMBRAPA Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 205, p. 60, 2007.
- SANTOS, B.A.; ARROYO-RODRIGUEZ, V.; MORENO, C.E.; TABARELLI, M. Edge-related loss of tree phylogenetic diversity in the severely fragmented Brazilian Atlantic forest. **PLos One**. v.5, p.12625. 2010.
- SANTOS, B.A.; PERES, C.A.; OLIVEIRA, M.A.; GRILLO, A.; ALVES-COSTA, C.P.; TABARELLI, M. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. **Biological Conservation** v.141, p.249–260. 2008.
- SCHMIDT, M. H.; CLOUGH, Y.; SCHULZ, W.; WESTPHALEN, A.; TSCHARNTKE, D. T. Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps. **Journal of Arachnology**. v.34, p.159–162. 2006.
- SCHIRMEL, J.; LENZE, S.; KATZMANN, D.; BUCHHOLZ, S. Capture efficiency of pitfall traps is highly affected by sampling interval, **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v.136, p.206 -210, 2010.

SCHOWALTER, T. D.; FONTE, S. J.; GEAGHAN, J.; WANT, J. Effects of manipulated herbivore inputs on nutrient flux and decomposition in a tropical rainforest in Puerto Rico. **Oecologia**. v.167, p.1141–1149. 2011.

SHAKIR, M. M.; AHMED, S. Seasonal abundance of soil arthropods in relation to meteorological and edaphic factors in the agroecosystems of Faisalabad, Punjab, Pakistan . *Int J Biometeorol*. 2014.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; STEINKE, E. T.; MÜLLER, A. G. Clima do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina: Embrapa Cerrados. v.1, p. 93-148. 2008.

SILVA, N. A. P.; FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.55, p.79-87. 2011.

SILVÉRIO, D.V.; PEREIRA, O.R.; MEWS, H.Á.; MARACAHIPES-SANTOS, L.; SANTO, S.J.O.; LENZA E. Surface fire drives short-term changes in the vegetative phenology of woody species in a Brazilian savanna. **Biota Neotropica**. v.15. n.3, p.1-9. 2015.

SIMON, M.F.; GREYER, R.; QUEIROZ, L.P.; SKEMA, C.; PENNINGTON, R.T.; HUGHES, C.E. Recent assembly of the Cerrado, a Neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **PNAS** v.106, p.20359-20364. 2009.

STEIN, A.; GERSTNER, K.; KREFT, H. Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. **Ecology Letters**. v.17, p.866-880. 2014.

STEVENS, N.; LEHMANN, C. E. R.; MURPHY, B. P.; DURIGAN, G. Savanna woody encroachment is widespread across three continents. **Global Change Biology**. v.23, p.235-244. 2017.

STRASSBURG, B. B. N; BROOKS, T. B. FELTRAN-BARBIERI, R; IRIBARREM, A; CROUZEILLES, R; LOYOLA, R; LATAWIEC, A. E; OLIVEIRA FILHO, F. J. B; SCARAMUZZA, C. A. M; SCARANO, F. R; SOARES FILHO, B; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**. v.1, p.1–3, 2017.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial Ecosystems**. 2.a. ed. Berkeley: University of California Press. p. 66-117. 1979.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A.V.; GIRAO, L.C.; PERES, C.A.; LOPES, A.V. Effects of pioneer tree species hyperabundance on forest fragments in northeastern Brazil. **Conservation Biological**. v.24, p.1654–1663. 2010.

TABARELLI, M.; PERES, C.A.; MELO, F.P.L. The 'few winners and many losers' paradigm revisited: Emerging prospects for tropical forest biodiversity. **Biological Conservation** v.155, p.136-140. 2012.

TITTENSOR, D.P.; WALPOLE, M.; HILL, S.L.L. et al. A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. **Science**, v.346, p.241-244. 2014.

TORRES, F. R.; MADI-RAVAZZI, L. Seasonal variation in natural populations of *Drosophila* spp. (Diptera) in two woodlands in the State of São Paulo, Brasil. *Ilheringia, Série Zoológica*, v. 96, n.4, p. 437-444, 2006.

TROTTER III, R. T.; MORIN, R. S.; OSWALT, S. N.; LIEBHOLD, A. Changes in the regional abundance of hemlock associated with the invasion of hemlock woolly adelgid (*Adelges tsugae* Annand). **Biological Invasions**, v.15, p.2667–2679. 2013.

VALIENTE-BANUET, et al. Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. **Functional Ecology**, v.29, n.3, p.299-307. 2015.

VASCONCELLOS, R.L.F.; SEGAT, J.C.; BONFIM, J.A.; BARETTA, D.; CARDOSO, E.J.B.N. Soil macrofauna as an indicator of soil quality in an undisturbed riparian forest and recovering sites of different ages. **European Journal of Soil Biology**, v. 58, p. 105–112. 2013.

VELÁSQUEZ, E. et al. Soil macrofauna-mediated impacts of plant species composition on soil functioning in Amazonian pastures. **Applied Soil Ecology**, Pretty, v. 56, n. 1, p. 43-50, 2012.

VIEIRA, E.M.; BRIANI, D.C. Short-term effects of fire on small rodents in the Brazilian Cerrado and their relation with feeding habits. **International Journal of Wildland Fire**, v.22, p.1063–1071. 2013.

VILELA, A. A.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M; DEL-CLARO, K. Conditional outcomes ins ant-plant-herbivore interactions influenced by sequential flowerinh. **Flora**, v.209, n.7, p.359366, 2014.

VRIES, F.T.; THÉBAULT, E.; LIIRI, M.; BIRKHOFFER, K.; TSIAFOULI, M.A.; BJØRNLUND, L.; JORGENSEN, H.B.; BRADY, M.V.; CHRISTENSEN, S.; DE RUITER, P.; HERTEFELDT, T.; FROUZ, J.; HEDLUND, K.; HEMERIK, L.; HOLK, W.H.G.; HOTES, S.; MORTIMER, S.N.; SETÄLÄ, H.; SGARDELIS, S.P.; UTESENY, K.; VAN DER PUTTEN, W.H.; WOLTERS, V.; BARDGETT, R.D. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, U. S. A., v.110, p.14296– 1430. 2013.

ZARDO, C. D.; CARNEIRO, P. A.; LIMA, G. L.; FILHO, S. M. Comunidade de artrópodes associada a serrapilheira de cerrado e mata de galeria, na Estação Ecológica Serra das Araras-Mato Grosso, Brasil. **Revista Uniara**, v.13, p. 105-113. 2010.

WALKER, L. R.; SHIELS, A. B. Landslide ecology. Cambridge. **Cambridge University Press**, p.316. 2013.

WAGG, C.; BENDER, S.F.; WIDMER, F.; VAN DER HEIJDEN, M.G.A., Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.111, p. 5266-5270. 2016.

WENDLING B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E.S.; ALMEIDA, R.F.; ALVARENGA,

R.C. Simulation using the Century Model of the Carbon and Nitrogen Stocks in Latosols of the Brazilian Cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.2, p.238-248. 2014.

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

CAPÍTULO 2

Dinâmica da fauna edáfica em fragmento florestal situado no Bioma Cerrado.

Artigo escrito de acordo com as normas da “Revista de Biologia Tropical”

Abstract: Edaphic fauna dynamics in a forest fragment located in the Cerrado Biome. A uniformidade de distribuição, aumento ou diminuição dos artrópodes indicam as sensíveis mudanças sucedidas nos ambientes, sendo alguns espécimes considerados bons indicadores da qualidade ambiental. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a fauna edáfica e suas relações com variáveis abióticas em fragmento florestal do Bioma Cerrado (MA). A pesquisa foi realizada em uma área e fragmento situada no município de Chapadinha-MA. As amostragens da fauna edáfica foram realizadas mensalmente durante o ano de 2018, com a utilização de armadilhas do tipo “Pitfall”. Em cada uma das cinco áreas de estudo foram colocadas 10 armadilhas em dois transectos (cinco por transecto) dispostas paralelamente, totalizando 50 amostras por coleta (mês). As armadilhas permaneceram em campo por 24 horas, em seguida recolhidas, e procedeu-se a lavagem do material e acondicionamento para posterior identificação. Foram realizadas as análises de Kruskal-Wallis, Análise dos Componentes Principais (ACP) e Regressão em árvore. Foram coletados 44 627 espécimes de artrópodes, pertencentes a oito classes e 17 ordens; as categorias taxonômicas com as maiores populações foram Hymenoptera (10 886), Acari (9 120), Diptera (6 156), Collembola (14 877), Blattodea (967), Coleoptera (951) e Araneae (633). Foi verificada a influência das variáveis abióticas na composição e na distribuição dos organismos edáficos durante todo ano de 2018. Os organismos também foram influenciados pelo gradiente vegetacional nas cinco áreas de fragmento florestal. As áreas vegetação secundária e área de brejo propiciaram condições mais favoráveis para a ocorrência do número elevado de espécimes, contrastando com as condições limitantes oferecidos nos outros fragmentos (AP, AN, VsS). Houve abundância absoluta dos grupos Acari, Collembola e Hymenoptera, porém cada grupo de artrópodes estabelece relações diferenciadas com as variáveis.

Palavras-chave: artropodofauna, variáveis abióticas, bioindicadores, gradiente vegetacional, biodiversidade.

Número total de palavras: 7 649

O Bioma Cerrado é considerado um dos *hotspots* prioritários para a conservação da biodiversidade global (Myers et al., 2000; Strassburg et al., 2017), estimado como um dos mais ricos do mundo, possui uma extensão de 2 milhões de km², com riqueza de espécies da flora e da fauna, e com altos níveis de endemismo (Overbeck et al., 2015; Pennington & Lavin, 2016), contempla uma ampla diversidade de fitofisionomias que variam de formações campestres, formações savânicas à formações florestais (Ribeiro & Walter, 2008; Ball et al., 2015). Esse bioma possui uma extensão territorial no estado do Maranhão próxima de 65% (IBGE, 2011), porém, metade da vegetação do Cerrado foi substituída por cultivares e pastagens, e a fragmentação acelerada em áreas vegetacionais, o denominou como segundo ‘bioma agrícola’ mais importante do Brasil (Martinelli et al., 2010).

Ambientes de florestas com as condições naturais preservadas possuem elevada diversidade de espécimes, uma vegetação mais complexa e densa, aumento da umidade, temperaturas mais amenas, fornecimento de recursos e refúgio, favorecendo a ocorrência de determinados grupos de artrópodes relacionados à qualidade dos solos (Bardgett & Putten, 2014). Quando há fragmentação desses ambientes, vários fatores irão influenciar na composição e distribuição de determinados grupos taxonômicos (Vasconcellos et al., 2010; Camara, Correia & Villela, 2012), como as variáveis bióticas e abióticas (temperatura, pluviosidade e umidade), de forma direta tanto para a fenologia da planta quanto para a abundância dos insetos (Bauerfeind & Fisher, 2013; Vilela et al., 2014).

As comunidades de artrópodes participam do fluxo intenso entre fragmentos florestais (Prevedello & Vieira, 2010; Fahrig, 2013), e o distanciamento entre esses pontos funciona como impedimento para movimentação dos organismos, afetando as diversas comunidades biológicas, assim como os artrópodes presentes (De Araújo & Do Espírito-Santo Filho, 2012), que respondem à fragmentação do habitat e agem como indicadores de alterações ecológicas no ambiente. A perda da biodiversidade tem sido relatada como a mais grave consequência da fragmentação em florestas tropicais (Pimm et al., 2014), e o monitoramento da diversidade dos grupos da fauna edáfica permite compreender a funcionalidade dos artrópodes e a complexidade ecológica das comunidades dentro do ambiente (Jouquet, Blanchart & Capowiez, 2014), pois muitos organismos são sensíveis às mínimas intervenções (Decaëns, 2010; Baretta et al., 2014; Vasconcellos et al., 2013; Marichal et al., 2014), e a composição ou alterações no solo, assim como a dinâmica das populações da macrofauna podem refletir na qualidade do solo (Bartz et al., 2014).

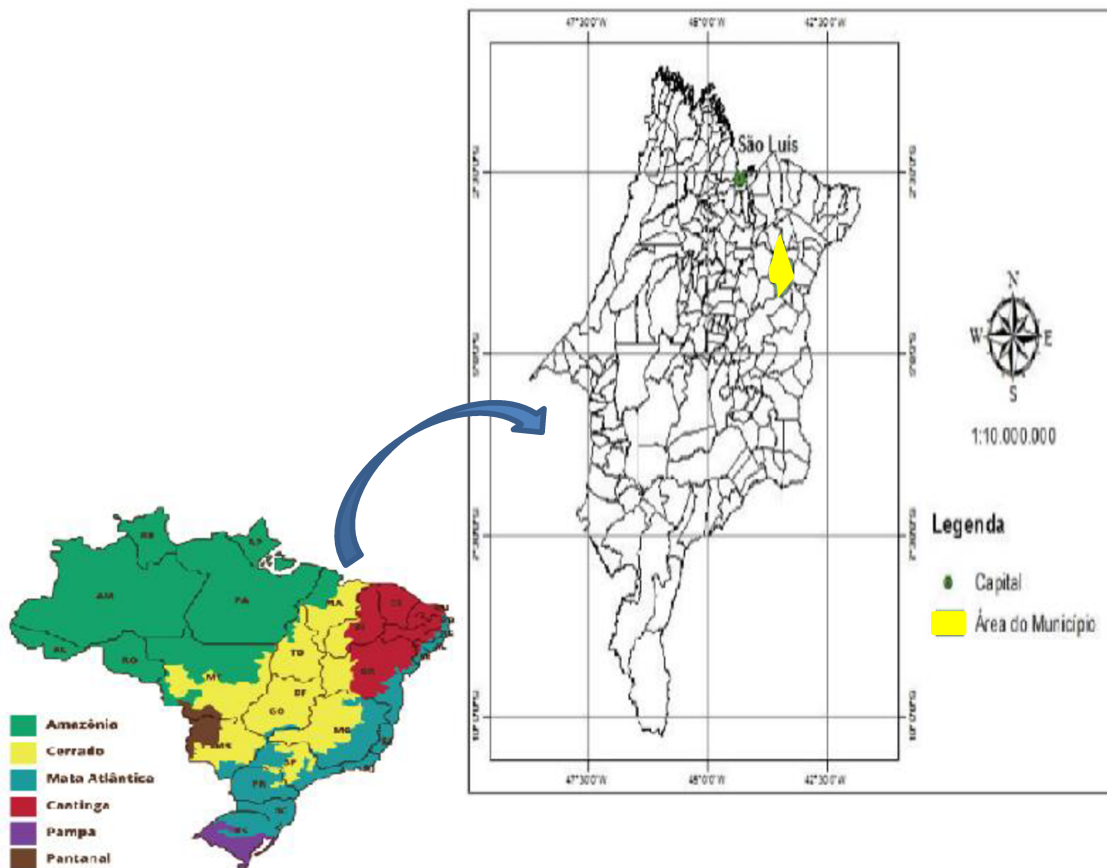
Entre os serviços ambientais prestados pelos invertebrados do solo, um dos principais é a decomposição de matéria orgânica, alguns artrópodes como os ácaros, minhocas e cupins

fazem a fragmentação dos resíduos orgânicos para que os fungos e bactérias façam a decomposição, favorecendo a ciclagem dos nutrientes (Carrillo et al., 2011; Bernard, Chapuis-laedy & Razafimbelo, 2012; De Vries et al., 2013; Wagg et al., 2016), constroem canais, poros e agregados pela movimentação das partículas de um horizonte para outro, auxiliando na aeração do solo, melhorando a estrutura do solo (De Oliveira et al., 2014; Bottinelli et al., 2015).

Compreender a distribuição das espécies é essencial para determinar padrões regionais e globais de biodiversidade (Dalzochio et al., 2018). Nessa perspectiva se faz necessário a caracterização da fauna edáfica como componente importante do solo (Silva et al., 2014), pois auxilia no entendimento das funções desses organismos e da complexidade ecológica dentro de um determinado ambiente (Moço et al. 2005, Jouquet et al., 2014), e a riqueza de artrópodes, por exemplo, é considerada um excelente instrumento de avaliação em fragmentos florestais (Maestri et al., 2013). Dessa forma, os organismos da fauna edáfica estabelecem funções diferenciadas, colaborando para o equilíbrio e a biodiversidade do solo. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a fauna edáfica e suas relações com variáveis abióticas em fragmento florestal no Bioma Cerrado (MA).

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo: A pesquisa foi realizada em uma área de fragmento florestal, de 500 ha, localizada no município de Chapadinha - MA (Fig. 1). A região de estudo integra a microrregião do Alto Munim, dentro do limite da região do Baixo Parnaíba. O clima da região de acordo com a classificação de Köppen e Geiger, é do tipo tropical quente e úmido (Aw), a temperatura média anual em Chapadinha é 26.9 °C, e a média anual de pluviosidade é de 1670 mm (Climate-Data, 2019), a umidade relativa do ar anual está entre 73 a 79 % e temperaturas anuais variando de 32 a 41 °C (Pinheiro et al., 2005). O relevo é predominantemente plano de chapadas baixas, a vegetação predominante é do tipo cerrado constituída por árvores e arbustos, as palmáceas presentes no município são a Carnaúba, o Buriti e o Babaçu (CPRM, 2011).



Fonte: Reginaldo Sérgio Pereira

Figura 1. Localização do município de Chapadinha – MA

Amostragem: Foram selecionadas cinco áreas de um fragmento florestal, distanciadas 200 metros, (AP - área de pousio, VsS – vegetação secundária em sub-bosque, VS – vegetação secundária, AN – área de nascente, AB – área de brejo), cada uma com demarcação de 50 m² para o estudo (Tab. 1). Posteriormente delimitou-se em cada área dois transectos distando cinco metros um do outro, e em cada transecto foram dispostas de forma paralela cinco armadilhas distanciadas 3 m entre si, perfazendo 50 armadilhas, distanciadas 20 m das trilhas de acesso em cada local amostrado. As amostragens da fauna edáfica foram realizadas mensalmente ao longo do ano de 2018, num total de 12 coletas, utilizando armadilhas de solo do tipo “Pitfall”. As armadilhas foram constituídas por potes plásticos de 750 mL, enterrados em nível do solo, contendo aproximadamente 250 mL de água com gotas de detergente, para quebrar a tensão superficial da água e facilitar a captura dos organismos amostrados. Cada armadilha foi coberta com pratos plásticos sustentados com palitos para churrasco. As armadilhas permaneceram em campo por 24 horas, e após serem recolhidas e acrescentar-se álcool 70 %, foram vedadas, identificadas e transportadas para o Setor de Entomologia/NBA/CCA/UEMA, Campus São Luís. No laboratório o material coletado foi,

imediatamente, lavado com água corrente e com auxílio de uma peneira granulométrica de 325 mesh, visando a retenção dos espécimes, foi armazenado em potes plásticos com álcool a 70 % para posterior triagem em microscópio estereoscópio. Os espécimes foram identificadas em nível de Ordem (Triplehorn & Johnson, 2011) (utilizado o termo de taxa ou categorias taxonômicas, significando Ordem), quantificadas e armazenadas em potes plásticos, e transportadas para o Setor de Entomologia/NBA/CCA/UEMA, Campus São Luís.

Para as coletas de solo foram determinados dez pontos, em cada ponto foram coletadas três amostras deformadas simples para formar uma amostra composta, utilizando trado holandês na profundidade de 0-10 cm, e dez amostras indeformadas com amostrador tipo Uhland na profundidade de 0-10 cm. As amostras foram analisadas pelo Laboratório de Química e Física do Solo/NTER/CCA/UEMA para a determinação dos atributos químicos e físicos do solo. Os dados de precipitação pluviométrica (mm), temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%), referentes ao período de amostragem, foram lidos por aparelho de GPS (GPS MAP 76S Garmim) em cada área e complementado com dados obtidos no Laboratório de Meteorologia do Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (Nugeo/UEMA, 2019).

Tabela 1. Caracterização das áreas de fragmento florestal, Bioma Cerrado, no município de Chapadinha- MA, 2018.

Coordenadas das Áreas	Descrição/Histórico
AP (área 1) 3°49'44,6" S 43°17'35,3" W	Fragmento florestal com predominância de babaçu jovem bem adensado com cerca de dez metros de altura e solo arenoso.
VsS (área 2) 3°49'39,3" S 43°17'30,6" W	Fragmento florestal íngreme, com antropização pela retirada de madeira e passagem de bovinos. Vegetação secundária muito aberta com sub-bosque adensado e árvores atingindo 15 metros. Tipos de plantas existentes: Pati (<i>Syagrus botryophora</i> (Martius) Martius), angelim (<i>Andira flaxinifolia</i> Benth), pau terra (<i>Qualea grandiflora</i> Mart.), axixá (<i>Sterculia foetida</i> L.), embira preta (<i>Guatteria sellowiana</i> Schltl.), pau d'arco amarelo (<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose), sambaíba (<i>Curatella americana</i> L), capitão (<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Succ.), murici (<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth), fedegoso (<i>Senna</i> sp H. S. Irwin & Barneby), fava danta (<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.).
VS (área 3) 3°49'41,8" S 43°17'24,2" W	Fragmento florestal com pouco nível de antropização, sem área de roça. Cerradão, altura de 10 a 15 metros de dossel. Tipos de plantas existentes: Pau terra da folha miúda (<i>Qualea parviflora</i> Mart.), axixá (<i>Sterculia foetida</i> L.), embira preta (<i>Guatteria sellowiana</i> Schltl.), jangada (<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.), marfin (<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.), murici (<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth), caju (<i>Anacardium humile</i> A.

	St. -Hil), pitomba de leite (<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.), pau pombo (<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.), tingui (<i>Magonia pubescens</i> A. St. -Hil), jatobá (<i>Hymenaea courbaril</i> L.), faveira de bolota (<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. Ex Walp), cipó de fogo (<i>Cissus erosa</i> Rich), embaúba (<i>Cecropia pachystachya</i>), sapucaia (<i>Lecythis Pisonis</i> Camb.).
AN (área 4) 3°49'47,8" S 43°17'32,5" W	Fragmento florestal íngreme, com antropização pela retirada de madeira e passagem de bovinos. Vegetação secundária muito aberta com sub-bosque adensado e árvores atingindo 15 metros. Tipos de plantas existentes: Pati (<i>Syagrus botryophora</i> (Martius) Martius), angelin (<i>Andira flaxinifolia</i> Benth), pau terra (<i>Qualea grandiflora</i> Mart.), axixá (<i>Sterculia foetida</i> L.), embira preta (<i>Guatteria sellowiana</i> Schltld.), pau d'arco amarelo (<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose), sambaiba (<i>Curatella americana</i> L), capitão (<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Succ.), murici (<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth), fedegoso (<i>Senna</i> sp H. S. Irwin & Barneby), fava danta (<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.).
AB (área 5) 3°49'47,1" S 43°17'33,8" W	Fragmento florestal, com presença de brejo (nascente), bastante antropizada (pousio de 2 anos), com restos de carvão próximo a área. Tipos de plantas existentes: buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.), buritirana (<i>Mauritiella aculeata</i> (Kunth) Burret), juçara (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) e no entorno: pau marfin (<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.), fedegoso (<i>Senna</i> sp H. S. Irwin & Barneby), babaçu (<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret) e angelin (<i>Andira flaxinifolia</i> Benth).

Com base na abundância relativa dos principais grupos amostrados (Acari, Blattodea, Coleoptera Collembola e Hymenoptera) foram realizadas as análises de variância para medidas repetidas com soma de quadrados tipo I (sequencial), seguidas de teste de Kruskal-Wallis (5 % de significância) para avaliar o efeito das áreas sobre a abundância dos grupos no período amostrado, utilizando-se o programa Statistica 7.0 (Statsoft, 2004). Os dados de abundância da fauna edáfica e os atributos físicos e químicos em cada área, foram submetidos à análise de componentes principais (ACP) pelo Software PAST R versão 3.11 (Hammer, Harper & Ryan, 2016).

Os dados coletados das condições climáticas, vegetação e os grupos taxonômicos foram submetidos a análise de regressão em árvore para melhor compreensão das relações. As variáveis abióticas (temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%)) e a vegetação foram consideradas variáveis explicativas, enquanto que cada um dos cinco grupos de

artrópodes (Acari, Blattodea, Coleoptera, Collembola e Hymenoptera) foi tratado como variável de resposta. O nó raiz representa a amostragem total, que se divide ainda em dois ou mais grupos chamados nós de decisão e que se divide em sub-nós e/ou terminais nós (médias). Diferenças entre sub-nós e pa foram acessados através do método de detecção automática de interação por qui-quadrado (CHAID) (Kass, 1980). A análise foi realizada com o R: software version 3.3.1 (R Development Core team 2016) e o pacote “rpart”.

RESULTADOS

Foram coletados um total de 44 627 espécimes de artrópodes no período de janeiro a dezembro de 2018, pertencentes a 17 Ordens e oito Classes (Triplehorn & Johnson, 2011). As categorias taxonômicas com maior número de espécimes foram Hymenoptera (10 886), Acari (9 120), Diptera (6 156), Collembola (14 877), Coleoptera (951) e Blattodea (967), coletadas em todos os pontos amostrais (Tab. 2), contrastando com Embioptera (3), Neuroptera (5) e Thysanura (1) que tiveram os menores números de espécimes. Segundo Harrison et al. (2018) os cupins estão relacionados geneticamente com as baratas, assim o grupo Isoptera passou a fazer parte da ordem Blattodea (Tab. 2).

Tabela 2. Espécimes coletadas de janeiro a dezembro de 2018 em áreas de fragmento florestal no município de Chapadinha- MA, Bioma Cerrado.

Artropodofauna	Total de espécimes	Total de coletas
Acari	9 120	12
Araneae	633	12
Blattodea	967	12
Chilopoda	16	2
Collembola	14 877	12
Coleoptera	951	12
Diplopoda	19	5
Diplura	20	6
Diptera	6 156	12
Embioptera	3	2
Gastropoda	19	5
Hemiptera	364	12
Hymenoptera	10 886	12
Isopoda	9	4
Lepidoptera	34	8
Neuroptera	5	1
Odonata	11	3
Oligochaeta	46	9
Opiliones	43	9
Orthoptera	389	12
Pseudoscorpiones	42	11
Scorpiones	15	8
Thysanura	2	1

No que se refere à comparação dos grupos taxonômicos pela média da soma dos ranks das abundâncias relativas, observou-se que na comparação entre os grupos (letras minúsculas) foi não significativo, e na comparação entre as áreas (letras maiúsculas) houve efeito destas sobre a abundância da macrofauna, onde os grupos Acari, Collembola e Hymenoptera se diferenciaram significativamente dos demais em todas as áreas; sendo que Hymenoptera apresentou as maiores médias de abundância em todas as coletas (Tab. 3).

Tabela 3. Abundância da macrofauna em função das áreas de fragmento de floresta localizadas no município de Chapadinha no ano de 2018.

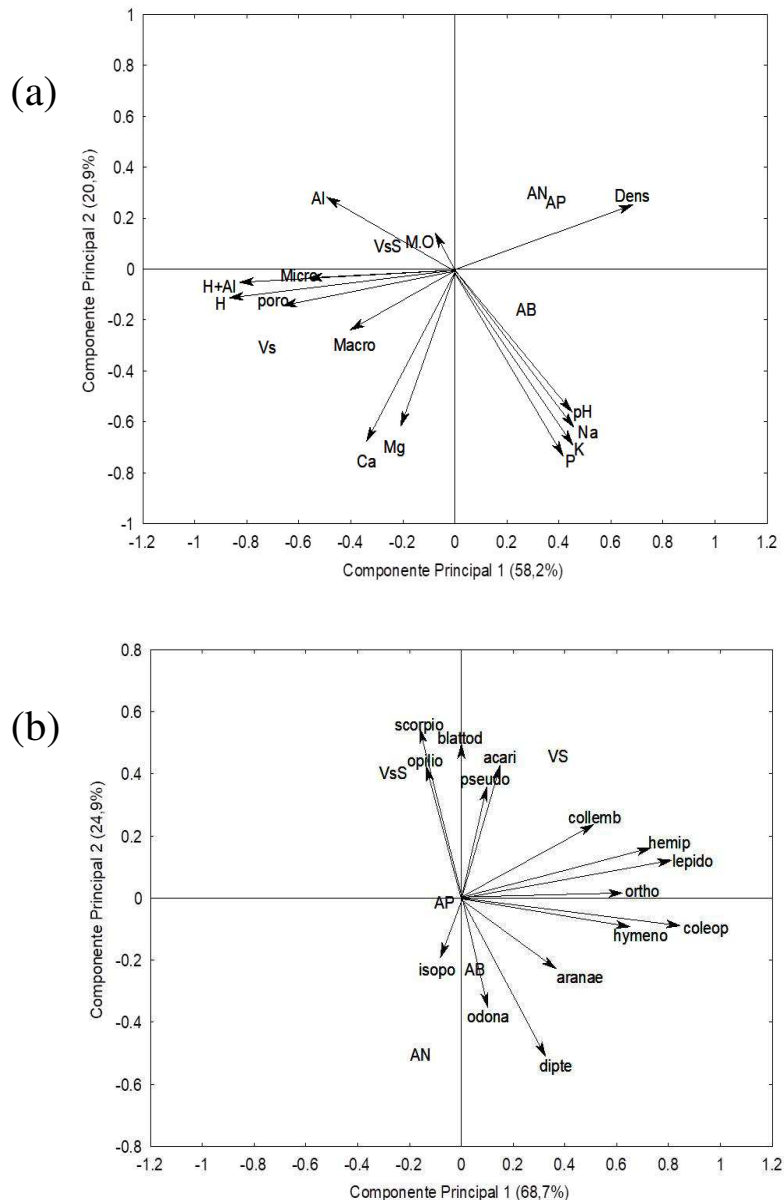
Grupos taxonômicos	AP	VsS	VS	AN	AB
Acari	427.5 Aa	373.5 Ba	460.5 Aa	378.0 Ba	473.0 Aa
Blattodea	168.0 Ba	208.0 Ca	161.0 Ba	154.5 Ca	132.5 Ba
Collembola	200.0 Ba	138.0 Ca	182.0 Ba	181.5 Ca	184.5 Ba
Coleoptera	484.5 Aa	550.5 Aa	487.0 Aa	516.0 Aa	485.5 Aa
Hymenoptera	550.0 Aa	560.0 Aa	539.5 Aa	600.0 Aa	554.5 Aa

Letras diferentes na mesma linha representam diferenças estatísticas entre as áreas amostradas (fragmentos de floresta) com base nas análises não-paramétricas de Kruskal-Wallis ($P < 0.05$).

A análise de componentes principais (ACP) permitiu visualizar a maior ou menor associação entre cada grupo taxonômico e dos atributos físicos e químicos com as áreas de fragmento florestal estudadas. Considerando as abundâncias totais dos grupos, demonstrou-se distinção entre os fragmentos, através da relação entre a componente principal 1 (CP1) e a componente principal 2 (CP2). Para os fragmentos relacionados aos atributos, o eixo da CP1 explicou 58.2 % e o eixo CP2 explicou 20.9 %, totalizando 79.1 % da variabilidade dos dados (Fig. 2a) e para os grupos taxonômicos o eixo CP1 explicou 68.7 % e o eixo CP2 explicou 24.9 %, totalizando 93.6 % da variabilidade dos dados (Fig. 2b). Os grupos Opiliones e Scorpiones relacionaram-se positivamente com o fragmento VsS e os atributos Al e M.O contribuíram para explicar essa variação (Fig. 2a,b), o fragmento AB apresentou maior associação com os grupos Odonata, Diptera, Coleoptera, Araneae e Hymenoptera e os valores mais elevados das variáveis P, K, NA, e pH contribuíram para explicar essa condição (Fig. 2a,b). A maior parte dos grupos (Acari, Pseudoscorpiones, Collembola, Hemiptera, Lepidoptera, e Orthoptera) estiveram associados ao fragmento VS com maior valor das variáveis Ca, Mg, H+Al, H, porosidade, microporosidade e macroporosidade (Fig. 2a,b),

enquanto que os fragmentos AN e AP tiveram associação a apenas um grupo (Isopoda) com a contribuição da variável Densidade.

Figura 2. Análise de componentes principais (ACP) para atividades dos grupos da fauna edáfica, e os atributos físico e químicos utilizados como explicativas, nas áreas de fragmentos de floresta: Área de Pousio (AP), Vegetação secundária de Sub-bosque (VsS), Vegetação Secundária (VS), Área de Nascente (AN) e Área de Brejo (AB) no município de Chapadinha, MA.

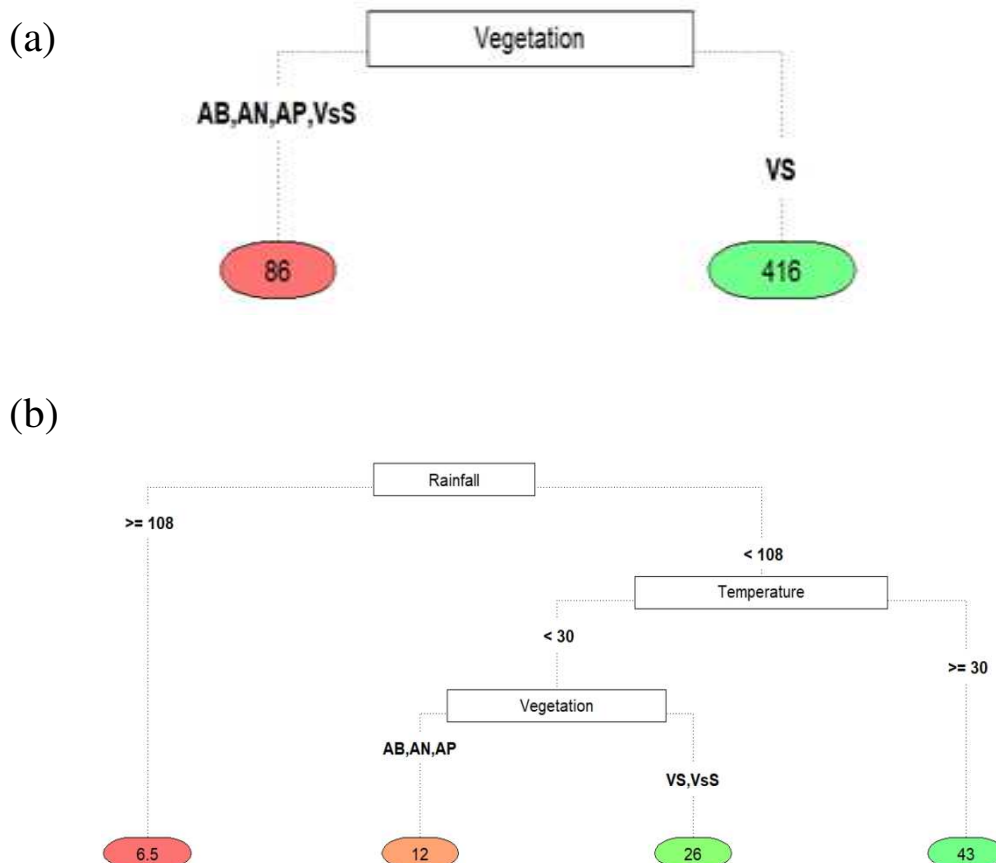


Abreviações: Alumínio (Al); Matéria Orgânica (M.O); Densidade (Dens); potencial hidrogeniônico (pH); Sódio (Na); Potássio (K); Fósforo (P); Magnésio (Mg); Cálcio (Ca); Macroporosidade (Macro); Porosidade (poro); Íons de hidrogênio (H); Acidez potencial (H+Al); Microporosidade (Micro).

Nas análises de regressão em árvore, o grupo Acari foi influenciado principalmente pela vegetação, na qual a área VS teve maior média dos indivíduos (416), e as demais áreas AB, AN, AP e VsS obtiveram a média de indivíduos mais baixa (86) (Fig. 3a). Para Blattodea

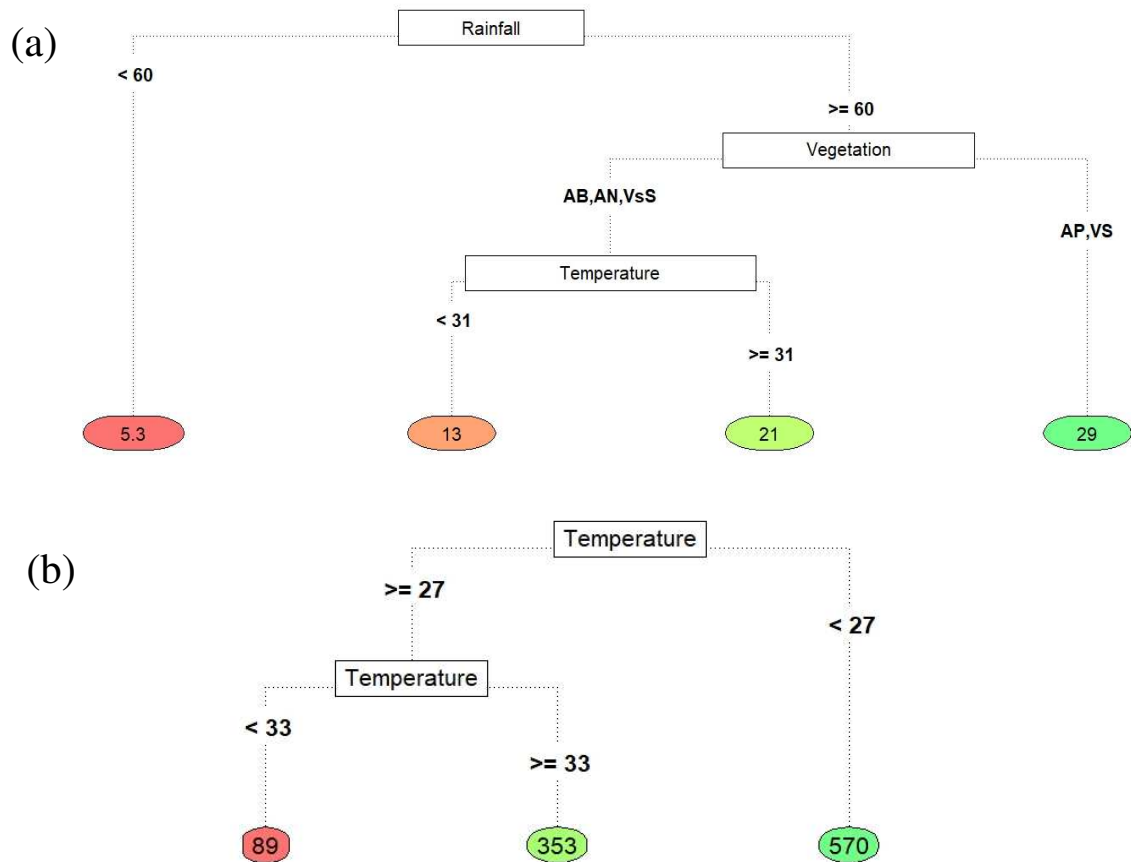
foi observado que a precipitação quando esteve maior ou igual que 108 mm, a média foi a mais baixa (6.5), e menor que 108 mm e com a temperatura maior ou igual a 30 °C obteve-se a maior média dos indivíduos (43), e com a temperatura menor que 30 °C houve a influência da vegetação nas áreas AB, AN e AP para a média mais baixa (12), enquanto que nas áreas de VS e VsS a média de indivíduos foi maior (26)(Fig. 3b).

Figura 3. Regressão em árvore com a influência da vegetação e das condições climáticas, para os grupos de Acari (a) e Blattodea (b) no período de amostragem do ano de 2018.



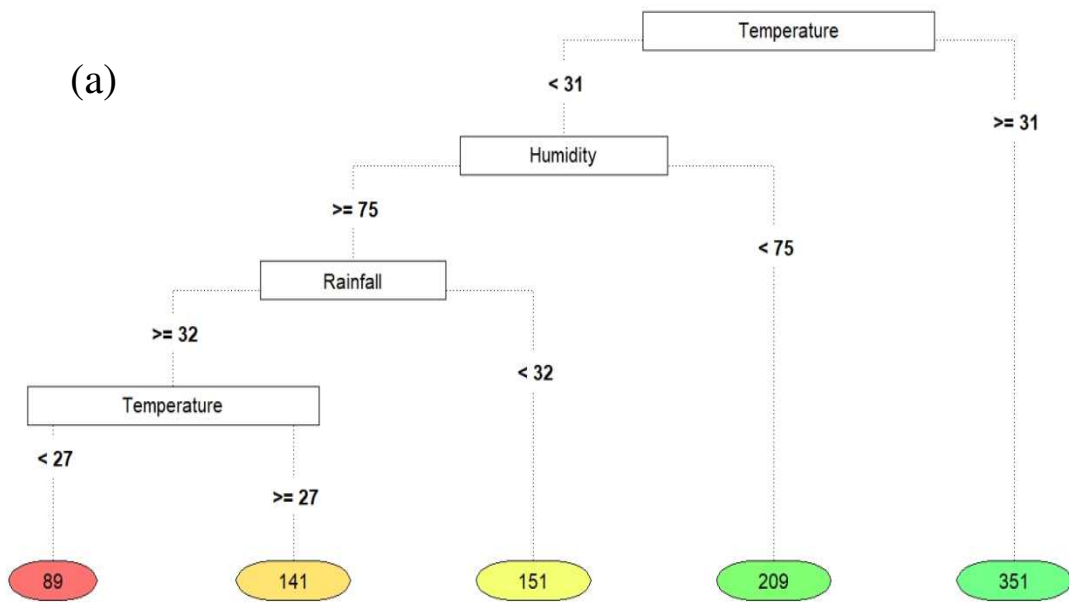
Os Coleopteras obtiveram a maior média (29) quando a precipitação foi maior ou igual a 60 mm nos fragmentos AP e VS, enquanto que nas áreas de AB, AN e VsS quando a temperatura foi maior ou igual a 31 °C a média foi elevada (21) quando comparada com a temperatura abaixo de 31 °C que se apresentou mais baixa (13), porém a média dos indivíduos foi ainda menor quando a precipitação esteve abaixo de 60 mm (5.3) (Fig. 4a). Para os Collembolas a temperatura foi o fator que mais influenciou a média dos indivíduos, quando esteve no intervalo menor que 33 °C e maior ou igual a 27 °C observou-se a média mais baixa (89), contudo em temperatura maior ou igual a 33 °C e menor que 27 °C houve aumento da média de indivíduos (353 e 570), indicando a preferência de algumas espécies de Collembolas para essas faixas de temperatura (Fig. 4b).

Figura 4. Regressão em árvore com a influência da vegetação e das condições climáticas, para os grupos de Coleoptera (a) e Collembola (b) no período de amostragem do ano de 2018.



Para Hymenopteras observou-se a influência das três variáveis, quando a temperatura esteve maior ou igual a 31 °C ocorreu a maior média (351), quando a temperatura esteve menor que 31 °C outras variáveis (umidade relativa, precipitação e temperatura) foram relacionadas. Quando a umidade relativa foi menor que 75 % a média dos indivíduos esteve elevada (209), mas quando foi maior ou igual a 75 % e a precipitação maior ou igual a 32 mm houve novamente influência da temperatura, quando maior ou igual a 27 °C a média esteve elevada (141) e quando menor que 27 °C a média foi a mais baixa (89), porém quando a precipitação foi menor que 32 mm a média voltou a crescer (151) (Fig. 5a).

Figura 5. Regressão em árvore com a influência da vegetação e das condições climáticas, para o grupo de Hymenoptera (a) no período de amostragem do ano de 2018.



DISCUSSÃO

Diante da riqueza das categorias taxonômicas amostradas, compreende-se que o fragmento florestal no Cerrado Maranhense, propiciou um ambiente diverso, rico, com funções tróficas variadas, possibilitando interrelações benéficas no meio onde estão habitando. A presença de espécimes como Diptera, Chilopoda e Blattodea (Tab. 2), geralmente está associada à abundância e qualidade de serapilheira (Marichal et al., 2014), e alguns grupos de predadores como Opiliones, Araneae, Diplura, Neuroptera, Pseudoescorpiões e Scorpiones favorecem a complexidade da cadeia trófica existente nas áreas (Tab. 2). Segundo Begon et al. (2007) em sistemas florestais existe disposição ao equilíbrio, com uma maior complexidade estrutural, e a ocorrência de predadores indica uma estrutura trófica mais controlada.

Os grupos taxonômicos mais abundantes nos fragmentos apresentaram diferentes padrões quanto à resposta aos efeitos das variáveis abióticas (precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa) (Fig. 3b,4ab,5). Segundo Bellinger et al. (2018) os artrópodes são condicionados ao microclima, para sua reprodução e crescimento, assim a distribuição e a abundância dos invertebrados são determinadas por condições abióticas e interações bióticas com outros organismos nas comunidades florestais (Vasconcellos et al., 2010; Lany et al., 2018) (Fig. 2b,3ab,4ab,5). A temperatura é um fator abiótico crítico que regula sistemas fisiológicos, desenvolvimento, ocorrência sazonal e dinâmicas populacionais de insetos e ácaros (Logan et al., 1976; Huffaker et al., 1999; Ghazy et al., 2016), assim como a umidade

relativa tem grande influência na ocorrência dos artrópodes (Zundel et al., 2009; Zhou et al., 2010).

O número elevado dos grupos Acari, Diptera e Hymenoptera (Tab. 2) pode ser explicado pela maior parte dos espécimes terem relação com seu ciclo de desenvolvimento no solo, acrescido da oferta de alimento, de temperatura e de umidade favoráveis (Brecht et al., 2004). Segundo Guimarães & Amorin, (2006), dípteras possuem quase metade das espécies que se desenvolvem em ambientes aquáticos e a outra metade em ambientes terrestres, essa adaptabilidade às variáveis ambientais durante todo o ano pode explicar a presença desse grupo em número elevado, mas também indica um ambiente preservado, pois são considerados bioindicadores da qualidade ambiental (Gadelha et al., 2009).

As médias de abundância elevadas em todas as áreas dos grupos Acari, Hymenoptera e Collembola (Tab. 3), em especial Hymenoptera indicam a dominância desses espécimes nos fragmentos, que estiveram relacionados a temperatura, umidade relativa e precipitação (Fig. 5). Esse comportamento foi confirmado por Silva, Frizzas & Oliveira, (2011) e Vilela et al. (2014) em estudos semelhantes no Cerrado, em que a maior precipitação e o aumento da temperatura no início das chuvas favorecem o número elevado dos espécimes. As chuvas funcionam como um gatilho para a retomada da atividade dos insetos (Wolda, 1988), e os himenópteros fazem sua dispersão com as primeiras chuvas, quando adultos só abandonam o solo para acasalar (Silva, Frizzas & Oliveira, 2011). Assim como no presente estudo a temperatura foi quem mais influenciou a atividade de alguns grupos (Collembola e Hymenoptera), foi confirmado que o aumento da temperatura e da disponibilidade de água são favoráveis para o crescimento da população de insetos (Silva, Frizzas & Oliveira, (2011).

O fragmento VS foi considerado a área mais preservada de todas, com árvores de grande porte como Jatobá (*Hymenaea* sp) (Campos & Uchida, 2002), Embaúba (*Cecropia* sp) de locais sombreados e úmidos, servindo de abrigo para alguns insetos como formigas e cupins (EMBRAPA, 2019), a árvore Marfim (*Agonandra brasiliensis* Miers ex Benth. & Hook.f.) (Tab. 1) que ocorre em solos férteis, profundos e bem drenados (Fig. 2a), porém tolera solos úmidos a exemplo do fragmento AB. Os ácaros foram um dos organismos com a média das abundâncias maior em todos os fragmentos (Tab. 3), e estiveram relacionados a área de VS (Fig.2b, Fig. 3a). Essa relação pode ser explicada pela pouca interferência antrópica, com condições naturais preservadas promovendo a elevada diversidade de espécimes, e a vegetação mais complexa e densa, o aumento da umidade, temperaturas mais amenas, ofereceram alimentação e abrigo para organismos como os ácaros (Marino & Landis,

1996; Bardgett & Putten, 2014). Esses conjunto de fatores, proporcionaram um ambiente equilibrado favorecendo a complexidade estrutural da cadeia trófica (Silva et al., 2015).

No fragmento VS as condições de acidez e números elevados de indivíduos (Acari, Pseudoscorpiones, Collembola, Hemiptera, Lepidoptera e Orthoptera) (Fig. 2a), segundo Lavelle et al. (1995) pode ser indício de que alguns organismos se adaptam a diferentes condições de acidez, o que pode explicar a presença dos organismos. A maioria dos solos do Cerrado são ácidos, com baixo pH, e com altos níveis de alumínio trocável (Ratter, Ribeiro & Bridgewater, 1997; Franco et al., 2014), porém a vegetação nativa é altamente tolerante a essas condições (Neri et al., 2012; Meira-Neto et al., 2017).

No fragmento AB a presença de árvores típicas de áreas brejosas como Buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) e Juçara (*Euterpe oleracea* Mart.) (Tab. 1) proporcionaram o excesso de umidade necessário para permanência de alguns espécimes como Odonata, Araneae, Coleoptera, Hymenoptera e Diptera que também foram condicionados aos maiores valores de atributos como o pH (Fig. 2ab). De acordo com Zardo et al. (2010), em ecossistemas florestais a serapilheira abriga alta diversidade de artrópodes, devido a quantidade de nutrientes que a compõe; e a umidade é um fator que cria um ambiente mais favorável à decomposição de microrganismos, disponibilizando os substratos em níveis relativamente maiores na floresta (Mendes et al., 2012), portanto a umidade do solo influencia a diversidade, a abundância, a riqueza dos grupos taxonômicos (Ali-Shtayeh & Salahat, 2010), assim como também ajuda a minimizar os riscos de secar e desidratar os organismos, favorecendo o desenvolvimento e sobrevivência dos espécimes (Wolda, 1988). Os coleópteros, na área AB, foram relacionados principalmente a precipitação (fig. 4a), condição igual foi confirmada por outros autores que observaram a maior abundância do grupo no período mais chuvoso (Noriega et al., 2007; Pinheiro et al., 2002). Os coleopteras são um grupo também muito sensível às mudanças ambientais por isso são indicadores de qualidade (Nichols et al., 2008; Nunes et al., 2009; Simpson et al., 2012).

Nos fragmentos AP, VsS e AN os menores números de artrópodes relacionados às áreas deve-se a antropização (Fig 2a). O fragmento AP com babaçual bem adensado, apesar da idade de pousio, propiciou um ambiente com poucas espécies de vegetação, que de acordo com Maestri et al., 2013, essa condição forma uma serapilheira pobre, com pouca diversidade de alimento e baixa qualidade nutricional para fauna edáfica, portanto tornou-se desfavorável a um número elevado de espécies de diferentes categorias taxonômicas. O fragmento VsS com vegetação muita aberta, íngreme e de muitas pedras e também o fragmento AN de nascente com o encharcamento da área e antropização pelo fogo (Tab. 1) foram relacionadas

com a densidade do solo (Fig. 2a), essas são áreas que além de interferir na permanência de espécimes mais sensíveis, alteram organismos do solo e da parte aérea das plantas, modificando a cobertura vegetal e influenciando na diversidade de artrópodes do solo. Essas alterações também foram verificadas pelos autores Ibáñez, Krasilnikov & Saldaña, (2012) e Ludwig et al. (2012) como favoráveis a diminuição de organismos importantes do solo como ácaros e collembolas, que são encontrados na mesofauna e estão entre os mais abundantes no solo (Maunsell et al., 2012; Manhães et al., 2013), portanto muito sensíveis a alterações ambientais (Cassagne et al., 2006; Zeppelini et al., 2009; Maunsell et al., 2012).

O grupo Blattodea teve a precipitação como condição favorável para o número elevado de espécimes (Fig. 3b). Essa Ordem normalmente é abundante nas regiões do Cerrado, e os enxames são condicionados ao início das chuvas, com isso precipitação é o fator relacionado ao início dos vôos dos adultos alados para acasalar e dispersar (Mill, 1983; Medeiros et al., 1999; Silva, Frizzas & Oliveira, 2011).

A pesquisa demonstrou que os organismos da fauna edáfica estabelecem funções diferenciadas, colaborando para o equilíbrio e a biodiversidade do solo, em que grupos como Acari, Collembola e Hymenoptera tiveram abundância absoluta sobre os demais, assim como foi possível observar a influência positiva das variáveis abióticas e dos atributos físicos e químicos do solo no fragmento mais preservado (VS), contrastando com as condições limitantes oferecidas nas outras áreas de fragmento (AP, AN, VsS). A caracterização da fauna edáfica influenciada pelas variáveis abióticas e pelos atributos físicos e químicos auxiliaram na avaliação das áreas de fragmento do Bioma Cerrado, porém estudos futuros avaliando outras variáveis poderão explicar melhor essas relações.

RESUMO

Abstract: Edaphic fauna dynamics in a forest fragment located in the Cerrado Biome. A uniformidade de distribuição, aumento ou diminuição dos artrópodes edáficos indicam as sensíveis mudanças sucedidas nos ambientes. O trabalho teve como objetivo caracterizar a fauna edáfica e suas relações com variáveis abióticas em fragmento florestal do Bioma Cerrado. A pesquisa foi realizada no município de Chapadinha-MA. As amostragens foram feitas mensalmente (ano de 2018), com armadilhas “Pitfall”. Em cada uma das cinco áreas, foram colocadas 10 armadilhas em dois transectos, por 24 horas em campo, e foram recolhidas, lavadas e armazenadas para posterior identificação. Foram feitas as análises de Kruskal-Wallis, Análise dos Componentes Principais (ACP) e Regressão em árvore. Ocorreu um total de 44 627 espécimes de artrópodes, com maiores populações nos grupos

Hymenoptera (10886), Acari (9120), Diptera (6156), Collembola (14877), Blattodea (967), Coleoptera (951) e Araneae (633). Houve influência das variáveis abióticas na composição e na distribuição dos organismos edáficos. A fauna edáfica também foi influenciada pelo gradiente vegetacional e as áreas VS e AB propiciaram condições mais favoráveis contrastando com as condições limitantes oferecidas nas outras áreas de fragmento (AP, AN, VsS). Houve abundância absoluta dos grupos Acari, Collembola e Hymenoptera, porém cada grupo de artrópode estabelece relações diferenciadas com as variáveis.

Palavras-chave: artropodofauna, variáveis abióticas, bioindicadores, gradiente de vegetação, biodiversidade

REFERÊNCIAS

- Ali-Shtayeh, M.S., & Salahat, A.G.M. (2010). The impact of grazing on natural plant biodiversity in Al-Fara'a area. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 5, 1-17.
- Ball, A., Sanchez-Azofeifa, A., Portillo-Quintero, C., Rivard, B., Castro-Contreras, S., & Fernandes, G. (2015). Patterns of Leaf Biochemical and Structural Properties of Cerrado Life Forms: Implications for Remote Sensing. *PLOS ONE*, 10(2), e0117659. DOI: 10.1371/journal.pone.0117659
- Bardgett, R. D., & van der Putten, W. H. (2014). Belowground biodiversity and ecosystem functioning. In *Nature* (Vol. 515, Issue 7528, pp. 505–511). Nature Publishing Group. DOI: 10.1038/nature13855
- Baretta, D., Bartz, M. L. C., Fachini, I., Anselmi, R., Zortéa, T., & Baretta, C. R. D. M. (2014). Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. *Revista Ciência Agronômica*, 45(5spe), 871–879. DOI: 10.1590/S1806-66902014000500002
- Bartz, M. L. C., Brown, G. G., Orso, R., Mafra, Á. L., & Baretta, D. (2014). The influence of land use systems on soil and surface litter fauna in the western region of Santa Catarina. *Revista Ciência Agronômica*, 45(5spe), 880–887. DOI: 10.1590/S1806-66902014000500003
- Bauerfeind, S. S., & Fischer, K. (2013). Testing the plant stress hypothesis: Stressed plants offer better food to an insect herbivore. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 149(2), 148–158. DOI: 10.1111/eea.12118
- Begon, M., Townsend, C.R., & Harper, J.L. (2007). *Ecology: from individuals to ecosystems*. Porto Alegre, Editora Artmed, 752.

- Bellinger, P. F., Christiansen, K. A., & Janssens, F. (2018). Checklist of the Collembola of the World. Disponível em: <http://www.collembola.org>.
- Bernard, L., Chapuis-Lardy, L., Razafimbelo, T., Razafindrakoto, M., Pablo, A. L., Legname, E., Poulain, J., Brüls, T., O'Donohue, M., Brauman, A., Chotte, J. L., & Blanchart, E. (2012). Endogeic earthworms shape bacterial functional communities and affect organic matter mineralization in a tropical soil. *ISME Journal*, 6(1), 213–222. DOI: 10.1038/ismej.2011.87
- Bottinelli, N., Jouquet, P., Capowiez, Y., Podwojewski, P., Grimaldi, M., & Peng, X. (2015). Why is the influence of soil macrofauna on soil structure only considered by soil ecologists? *Soil and Tillage Research*, 146(PA), 118–124. DOI: 10.1016/j.still.2014.01.007
- Brechelt, A. (2004). Manejo Ecológico de Pragas e Doenças. Fundação Agricultura e Meio Ambiente (FAMA) - República Dominicana. 1. ed. Santa Cruz do Sul: RAP-AL, 33.
- Camara, R., Elizabeth, M., Correia, F., Dora & Villela, M. (2012). Effects of eucalyptus plantations on soil arthropod communities in a brazilian atlantic forest conservation. *Bioscience Journal*, 28, 445 -55.
- Campos, M. A. A., & Uchida, T. (2002). Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(3), 281–288. DOI: 10.1590/S0100-204X2002000300008
- Carrillo, Y., Ball, B. A., Bradford, M. A., Jordan, C. F., & Molina, M. (2011). Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen cycling in a mineral soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(7), 1440–1449. DOI: 10.1016/j.soilbio.2011.03.011
- Cassagne, N., Gauquelin, T., Bal-Serin, M. C., & Gers, C. (2006). Endemic Collembola, privileged bioindicators of forest management. *Pedobiologia*, 50(2), 127–134. DOI: 10.1016/j.pedobi.2005.10.002
- Climate-Data.org. (2019).Clima Chapadinha. Disponível em <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/maranhao/chapadinha-44081>.
- CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil. (2011). Ministério de Minas e Energia Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Relatório diagnóstico do município de Chapadinha.
- Dalzochio, M. S., Renner, S., Sganzerla, C., Prass, G., Ely, G. J., Salvi, L. C., Dametto, N., Périco, E., Dalzochio, M. S., Renner, S., Sganzerla, C., Prass, G., Ely, G. J., Salvi, L. C., Dametto, N., & Périco, E. (2018). Checklist of Odonata (Insecta) in the state of Rio Grande do Sul, Brazil with seven new records. *Biota Neotropica*, 18(4). DOI: 10.1590/1676-0611-bn-2018-0551
- De Araújo, W. S., & do Espírito-Santo Filho, K. (2012). Edge effect benefits galling insects in the Brazilian Amazon. *Biodiversity and Conservation*, 21(11), 2991–2997. DOI: 10.1007/s10531-012-0333-z

- De Oliveira, F. S., Varajão, A. F. D. C., Varajão, C. A. C., Schaefer, C. E. G. R., & Boulangé, B. (2014). The role of biological agents in the microstructural and mineralogical transformations in aluminium lateritic deposit in Central Brazil. *Geoderma*, 226–227(1), 250–259. DOI: 10.1016/j.geoderma.2014.02.012
- De Vries, F. T., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M. A., Bjørnlund, L., Bracht Jørgensen, H., Brady, M. V., Christensen, S., de Ruiter, P. C., d'Hertefeldt, T., Frouz, J., Hedlund, K., Hemerik, L., Hol, W. H. G., Hotes, S., Mortimer, S. R., Setälä, H., Sgardelis, S. P., ... Bardgett, R. D. (2013). Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(35), 14296–14301. DOI: 10.1073/pnas.1305198110
- Decaëns, T. (2010). Macroecological patterns in soil communities. In *Global Ecology and Biogeography* (Vol. 19, Issue 3, pp. 287–302). DOI: 10.1111/j.1466-8238.2009.00517.x
- EMBRAPA, Arborização de pastagens (2019). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/709707/1/doc127arborizacaodepastagens.pdf>
- Fahrig, L. (2013). Rethinking patch size and isolation effects: The habitat amount hypothesis. *Journal of Biogeography*, 40(9), 1649–1663. DOI: 10.1111/jbi.12130
- Franco, A. C., Rossatto, D. R., Silva, L. C. R., & FerreirA, C. S. (2014). Cerrado vegetation and global change: the role of functional types, resource availability and disturbance in regulating plant community responses to rising CO₂ levels and climate warming. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 26 (1), 19–38.
- Gadelha, B. de Q., Ferraz, A. C. P., & Coelho, V. M. A. (2009). A importância dos mesembrinelíneos (Diptera: Calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. *Oecologia Brasiliensis*, 13(4), 660–664. DOI: 10.4257/oeco.2009.1304.09
- Ghazy, N. A., Osakabe, M., Negm, M. W., Schausberger, P., Gotoh, T., & Amano, H. (2016). Phytoseiid mites under environmental stress. *Biological Control*, 96, 120–134.
- Guimarães, J. H., & Amorin, D. S. (2006). Diptera, p. 147–160. In: C. Costa; S. Ide & C. E. Simonka (eds.). *Insetos imaturos: metamorfose e identificação*. Ribeirão Preto, Holos, 249 p.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2016). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 49.
- Harrison, M. C., Jongepier, E., Robertson, H. M., Arning, N., Bitard-Feildel, T., Chao, H., Childers, C. P., Dinh, H., Doddapaneni, H., Dugan, S., Gowin, J., Greiner, C., Han, Y., Hu, H., Hughes, D. S. T., Huylmans, A. K., Kemena, C., Kremer, L. P. M., Lee, S. L., ... Bornberg-Bauer, E. (2018). Hemimetabolous genomes reveal molecular basis of termite eusociality. *Nature Ecology and Evolution*, 2(3), 557–566. DOI: 10.1038/s41559-017-0459-1

- Huffaker, C.A., Berryman, A., & Turchin, P. (1999) Dynamics and regulation of insect populations. In: HUFFAKER CB, GUTIERREZ AP, WILEY (eds) *Ecological entomology* 2nd, New York, 269-305.
- Ibáñez, J. J., Krasilnikov, P. V., & Saldaña, A. (2012). Archive and refugia of soil organisms: Applying a pedodiversity framework for the conservation of biological and non-biological heritages. *Journal of Applied Ecology*, 49(6), 1267–1277. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2012.02213.x
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de biomas do Brasil. (2011). Disponível em https://www.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico_estadual/
- Jouquet, P., Blanchart, E., & Capowiez, Y. (2014). Utilization of earthworms and termites for the restoration of ecosystem functioning. In *Applied Soil Ecology* (Vol. 73, pp. 34–40) DOI: 10.1016/j.apsoil.2013.08.004
- Kass, G. V. (1980). An Exploratory Technique for Investigating Large Quantities of Categorical Data. In *Applied Statistics* (Vol. 29, Issue 2).
- Lany, N. K., Zarnetske, P. L., Schliep, E. M., Schaeffer, R. N., Orians, C. M., Orwig, D. A., & Preisser, E. L. (2018). Asymmetric biotic interactions and abiotic niche differences revealed by a dynamic joint species distribution model. *Ecology*, 99(5), 1018–1023 DOI: 10.1002/ecy.2190
- Lavelle, P., Chauve1, A., & Fragoso, C. (1995). Faunal activity in acid soils. In: DARE, R.A. et al (eds) *Plant Soil Interactions at Low pH*. Kluwer Academic Publishers: Netherlands 201-211.
- Logan, J.A., Wollkind, D.J., Hoyt, S.C., Tanigoshi, L.K. (1976). An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. *Environmental Entomology*, 5, 1133-1140.
- Ludwig, R. L., Pizzani, R., Schaefer, P. E., Goulart, R. Z., & Lovato, T. (2012). Efeito de diferentes sistemas de uso do solo na diversidade da fauna edáfica na região central do rio grande do sul. *Enciclopédia Biosfera*, 8(14), 2012 485.
- Maestri, R., Leite, M. A. S., Schmitt, L. Z., & Restello, R. M. (2013). Efeito de mata nativa e bosque de eucalipto sobre a riqueza de artrópodos na serapilheira. *Perspectiva*, 37, 31-40.
- Manhães, C. M. C., Gama-Rodrigues, E. F., Silva Moço, M. K., & Gama-Rodrigues, A. C. (2013). Meso- and macrofauna in the soil and litter of leguminous trees in a degraded pasture in Brazil. *Agroforestry Systems*, 87(5), 993–1004. DOI: 10.1007/s10457-013-9614-0
- Marichal, R., Grimaldi, M., Feijoo, M. A., Oszwald, J., Praxedes, C., Ruiz Cobo, D. H., del Pilar Hurtado, M., Desjardins, T., da Silva Junior, M. L., da Silva Costa, L. G., Miranda, I. S., Delgado Oliveira, M. N., Brown, G. G., Tsélouiko, S., Martins, M. B., Decaëns, T., Velasquez, E., & Lavelle, P. (2014). Soil macroinvertebrate communities

- and ecosystem services in deforested landscapes of Amazonia. *Applied Soil Ecology*, 83, 177–185. DOI: 10.1016/j.apsoil.2014.05.006
- Marino, P. C., & Landis, D. A. (1996). Effect of Landscape Structure on Parasitoid Diversity and Parasitism in Agroecosystems. *Ecological Applications*, 6(1), 276-284.
- Martinelli, L. A., Naylor, R., Vitousek, P. M., & Moutinho, P. (2010). Agriculture in Brazil: Impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. In *Current Opinion in Environmental Sustainability* (Vol. 2, Issues 5–6, pp. 431–438). DOI: 10.1016/j.cosust.2010.09.008
- Maunsell, S. C., Kitching, R. L., Greenslade, P., Nakamura, A., & Burwell, C. J. (2013). Springtail (Collembola) assemblages along an elevational gradient in Australian subtropical rainforest. *Australian Journal of Entomology*, 52(2), 114–124. DOI: 10.1111/aen.12012
- Medeiros, L. G. S., Bandeira, A. G., & Martius, C. (1999). Termite swarming in the northeastern Atlantic rain Forest of Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 34: 76–87.
- Meira-Neto, J.A.A., Tolentino, G.S., Silva, M.C.N., Neri, A.V., Gatauer, M. Magnago, L.F.S. et al. (2017). Functional antagonism between nitrogen-fixing leguminous trees and calcicole-drought-tolerant trees in the Cerrado. *Acta Botanica Brasilica*, 31, 11-18.
- Mendes, I. C., Fernandes, M. F., Chaer, G. M., & Junior, F. B. R.(2012). Biological functioning of Brazilian Cerrado soils under different vegetation types. *Plant Soil*, 359, 183-195.
- Mill, A. E. 1983. Observations on Brazilian termite alate swarms and some structures used in the dispersal of reproductives (Isoptera: Termitidae). *Journal of Natural History* 17: 309–320.
- Moço, M. K. da S., Gama-Rodrigues, E. F. da, Gama-Rodrigues, A. C. da, & Correia, M. E. F. (2005). Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 29(4), 555–564. DOI: 10.1590/S0100-06832005000400008
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. In *NATURE* | (Vol. 403). www.nature.com
- Neri, A.V., Schaefer, C.E.G.R., Silva, A.F., Souza, A.L., Ferreira Junior, W.G., & Meira-Neto, J.A.A. (2012). The influence of soils on the floristic composition and community structure of an area of Brazilian Cerrado vegetation. *Edinburgh Journal of Botany*. 69, 1-27.
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcua, S., & Favila, M.E. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Escarabeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141(6), 1461-1474.

- Noriega, J. A., Botero, J. P., Viola, M., & Fagua, G. (2007). Dinamica estacional de la estructura trofica de un ensamblaje de Coleoptera en la Amazonia Colombiana. *Revista Colombiana de Entomologia* 33: 157–164.
- Nunes, L. A. P. L., de Araújo Filho, J. A., & Menezes, R. Í. Q. (2009). Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. In *Scientia Agraria*, (Vol. 10(1), Issue 1, pp.043-049).
- Overbeck, G. E., Vélez-Martin, E., Scarano, F. R., Lewinsohn, T. M., Fonseca, C. R., Meyer, S. T., Müller, S. C., Ceotto, P., Dadalt, L., Durigan, G., Ganade, G., Gossner, M. M., Guadagnin, D. L., Lorenzen, K., Jacobi, C. M., Weisser, W. W., & Pillar, V. D. (2015). Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. In *Diversity and Distributions* (Vol. 21, Issue 12, pp. 1455–1460). Blackwell Publishing Ltd. DOI: 10.1111/ddi.12380
- Pennington, R. T., & Lavin, M. (2016). The contrasting nature of woody plant species in different neotropical forest biomes reflects differences in ecological stability. *New Phytologist*, 210(1), 25–37. DOI: 10.1111/nph.13724
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T M, Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M., & Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection Background Rates of Species Extinction. *Science* (Vol. 334, Issue 6187)
- Pinheiro, F., Diniz, I. R., Coelho, D., & Bandeira, M. P. S. (2002). Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology* 27: 132–136.
- Pinheiro, K. S. F., de Sousa, C. J. da S., & de Menezes, R. H. N. (2005). Caracterização espaço-temporal da precipitação efetiva e do índice de aridez na bacia hidrográfica do Riacho da Boa Hora, Urbano Santos-MA. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.
- Prevedello, J. A., & Vieira, M. V. (2010). Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. In *Biodiversity and Conservation* (Vol. 19, Issue 5, pp. 1205–1223). DOI: 10.1007/s10531-009-9750-z
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org>.
- Ratter, J. A., Ribeiro, J. F., & Bridgewater, S. (1997). The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*. 80, 223-230.
- Ribeiro, J.F., & Walter, B.M.T. (2008). Fitofisionomias do bioma Cerrado. In Sano, S. M. & Almeida, S. P. (Eds.), *Cerrado: ecologia e flora* (151-212). Embrapa-CPAC, Planaltina, DF.
- Silva, H.F., Barreto, P. A. B., Sousa, G. T. O., de Azevedo, G. B., da Gama-Rodrigues, E. F., & Oliveira, F. G. R. B. (2014). Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. *Revista Brasileira de Biociências*, 12, 164–172.

- Silva, N. A. P., Frizzas, M. R., & Oliveira, C. M. (2011). Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55, 79-87.
- Silva, P. M., Carvalho, F., Dirilgen, T., Stone, D., Creamer, R., Bolger, T., & Souza, J. P. (2015). Traits of collembolan life-form indicate land use types and soil properties across an European transect. *Applied Soil Ecology*, 97, 69-77.
- Simpson, J. E., Slade, E., Riutta, T., & Taylor, M. E. (2012). Factors Affecting Soil Fauna Feeding Activity in a Fragmented Lowland Temperate Deciduous Woodland. *PLoS ONE*, 7(1), e29616. DOI: 10.1371/journal.pone.0029616
- Statsoft. Statistica (Data Analysis Software System). (2004). Version 7. Disponível em: www.statsoft.com
- Strassburg, B. B. N., Brooks, T., Feltran-Barbieri, R., Iribarrem, A., Crouzeilles, R., Loyola, R., Latawiec, A. E., Oliveira Filho, F. J. B., de Scaramuzza, C. A. M., Scarano, F. R., Soares-Filho, B., & Balmford, A. (2017). Moment of truth for the Cerrado hotspot. In *Nature Ecology and Evolution* (Vol. 1, Issue 4). Nature Publishing Group. DOI: 10.1038/s41559-017-0099
- Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2011). Estudo dos insetos _ tradução da 7ª edição de borror and delong's introduction to the study of insects. São Paulo, Cengage Learning, 809.
- Vasconcellos, A., Andreazze, R., Almeida, A. M., Araujo, H. F. P., Oliveira, E. S., & Oliveira, U. (2010). Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(3), 471–476. DOI: 10.1590/S0085-56262010000300019
- Vasconcellos, R. L. F., Segat, J. C., Bonfim, J. A., Baretta, D., & Cardoso, E. J. B. N. (2013). Soil macrofauna as an indicator of soil quality in an undisturbed riparian forest and recovering sites of different ages. *European Journal of Soil Biology*, 58, 105–112. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2013.07.001
- Vilela, A. A., Torezan-Silingardi, H. M., & Del-Claro, K. (2014). Conditional outcomes in ant-plant-herbivore interactions influenced by sequential flowering. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 209(7), 359–366. DOI: 10.1016/j.flora.2014.04.004
- Zardo, D. C., Carneiro, Â. P., de Lima, L. G. & Dos Santos Filho, M. (2010). comunidade de artrópodes associada à serrapilheira de cerrado e mata de galeria, na estação ecológica serra das araras-Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira Multidisciplinar-ReBraM*, 13(2527–2675).
- Zeppelini, D., Bellini, B. C., Creão-Duarte, A. J., & Hernández, M. I. M. (2009). Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 18(5), 1161–1170. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9505-2>

- Zhou, Z. S., Guo, J. Y., Chen, H. S., & Wan, F. H. (2010). Effect of humidity on the development and fecundity of *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae). *BioControl*, 55(2), 313–319. <https://doi.org/10.1007/s10526-009-9242-9>
- Zundel, C., Nagel, P., Hanna, R., Korner, F., & Scheidegger, U. (2009). Environment and host-plant genotype effects on the seasonal dynamics of a predatory mite on cassava in sub-humid tropical Africa. *Agricultural and Forest Entomology*, 11(3), 321–331. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2009.00429.x>
- Wolda, H. (1988). Insect seasonality: Why? *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19, 1–18.
- Wagg, C., Bender, S. F., Widmer, F., & van der Heijden, M. G. A. (2014). Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(14), 5266–5270. <https://doi.org/10.1073/pnas.1320054111>

ANEXO

Instruções gerais

TEXTO: Siga a estrutura padrão de um artigo científico (não mescle os resultados com a discussão). Aplique um verificador ortográfico automático e forneça o número total de palavras no pé da primeira página.

IMAGENS: Anexe fotografias nítidas a 300 DPI e ilustrações a 600 DPI (aceitamos JPG, TIFF, PNG e Photoshop). Muito importante: todas as figuras devem ter etiquetas usando Helvetica 10 pontos como tipo e tamanho da fonte (consulte o Guia de figuras)

Carregue seu manuscrito e anexe uma cópia digitalizada da carta de envio assinada por todos os co-autores (faça o download da carta aqui). O sistema de envio confirmará imediatamente a recepção. Se você tiver problemas, consulte nossas Perguntas frequentes.

Características do manuscrito

O manuscrito é uma revisão ou um artigo de pesquisa que atende aos requisitos de nosso escopo.

Referências

Apresente a lista de referências e citações no texto no formato da APA 6ª Edição. Recomendamos o uso de gerenciadores de referência gratuitos, como zotero.org e mendeley.com.

Apenas as publicações citadas aparecem em Referências e vice-versa. Os artigos não publicados são mencionados no texto como neste exemplo: (J. Smith, não publicado).

Exemplos de formato:

Artigo de jornal

Torres, J.R., Infante-Mata, D., Sánchez, A.J., Espinoza-Tenorio, A., & Barba, E. (2017). Atributos estruturais, produtividade (hojarasca) e fenologia do idioma na Laguna Mecoacán, Golfo do México. *Revista de Biología Tropical*, 65 (4), 1592-1608.

Livro

Hanson, P.E. & Nishida, K. (2016). *Insetos e outros artrópodes da América tropical*. Ithaca, Nova Iorque: Cornell University Press.

Capítulo de livro

Pardini, R., da Rocha, P.L. B., El-Hani, C., & Pardini, F. (2013). Desafios e oportunidades para colmatar a lacuna de pesquisa e implementação em ciências e gestão ecológicas no Brasil. Em P. H. Raven, N. S. Sodhi e L. Gibson (Eds.), *Conservation Biology: Voices from the Tropics* (pp. 75-85). Oxford, Reino Unido: John Wiley & Sons, Ltd.

Seção introdutória

No título, use letras maiúsculas para iniciar nomes próprios e substantivos próprios. O título deve ser curto e incluir, entre parênteses, Ordem e Família (trabalhos botânicos: somente Família). Não use nomes locais no título.

Apenas para artigos de taxonomia: inclua gênero, autor e ano completos apenas na primeira vez que cada táxon é mencionado em cada seção do artigo.

O endereço para correspondência deve ser curto, mas completo; se houver vários endereços, numerá-los. Inclua e-mails válidos para todos os co-autores.

O Resumo (350 a 450 palavras) deve conter cinco legendas: Introdução; Objetivo; Métodos (incluem período de estudo e tamanho da amostra); Resultados e Conclusões (veja exemplos em artigos recentes).

Inclua de 5 a 7 palavras-chave que não apareçam no título ou no resumo (se você tiver dúvidas, consulte um artigo recente).

Inclua uma introdução que resuma as descobertas recentes em ordem cronológica e termine com o objetivo do estudo.

Material e métodos

Apresente apenas as informações necessárias para repetir o estudo. Para métodos publicados anteriormente, basta uma breve descrição e referência.

Não inclua um mapa para apenas um local de estudo; em vez disso, forneça suas coordenadas geográficas. Um mapa é apropriado para estudos com vários locais de amostragem ou quando informações adicionais, como vegetação, são necessárias.

Se as amostras dos cupons foram coletadas, inclua os dados do museu.

Inclua apenas o modelo e o fabricante do equipamento quando isso puder afetar os resultados. Para produtos químicos, apenas nomeie o fabricante.

Inclua uma descrição de cada componente para fórmulas matemáticas.

Evite siglas, mas se precisar usá-las, explique pela primeira vez, por exemplo: “RBT (Revista de Biologia Tropical)”.

Use Utilizamos o Sistema Internacional de Unidades e suas abreviações, exceto que os decimais são indicados com um período, milhares e milhões com um espaço, por exemplo. 12 523 235,15

Quando não for seguido por unidades, escreva números inteiros de zero a dez na íntegra (um, dois etc., não 1, 2 etc.).

Resultados

Evite as seções “Estatística” nos parágrafos, geralmente é melhor apresentar os dados após cada resultado e entre parênteses, por exemplo: “Altura e velocidade foram correlacionadas positivamente (Spearman, $p < 0,05$)” ou, melhor ainda: “Mais altas os indivíduos foram mais rápidos (Spearman, $p < 0,05$)”.

Tabelas e Figuras

Evite figuras isoladas agrupando fotografias, gráficos e outras ilustrações relacionadas. Inclua todos os símbolos e escalas dentro da figura (não na legenda da figura). Para melhores gráficos, leia aqui.

Se o manuscrito estiver escrito em espanhol, use a palavra "Tabla" em vez de "Cuadro" em todo o manuscrito.

Use títulos curtos da tabela e mova todos os símbolos e abreviações para as notas de rodapé abaixo da tabela. Evite palavras escritas totalmente em maiúsculas ou em negrito. Evite tabelas longas ou muito curtas (as tabelas com meia a uma página são de bom tamanho) e não insira linhas verticais e horizontais.

Discussão

Esta seção compara seus resultados com dados publicados anteriormente. Não inclua tabelas ou figuras aqui.

Agradecimentos

Mencione apenas pessoas que deram assistência significativa. "Dr.", "Prof.", "Mrs.", entre outros, não são utilizados, apenas nomes.

Resumen e Palabras clave

Estas são as versões em espanhol de resumo e palavras-chave. Nossa equipe irá traduzi-los, gratuitamente, para autores que não falam espanhol. Para todos os outros: comece com o título do artigo em espanhol e verifique se as versões em espanhol e inglês correspondem.

Diretrizes para autores

Analise cuidadosamente o formato, estilo e requisitos:

Guia do autor (leia tudo neste guia de duas páginas)

Carta de envio (imprima, preencha e envie-a como uma cópia digitalizada em formato PDF ou como uma foto digital, juntamente com o seu manuscrito. Nota: se não estiver ao alcance, várias cartas poderão ser enviadas para fornecer as assinaturas de todos os co-autores)

Guia de gráficos (estas instruções simples permitem melhorar todos os gráficos, não apenas os que você envia para a nossa revista)

Amostra de formato (um exemplo de artigo com formato adequado)