

MÁRCIA SOARES SPILLER

**LEVANTAMENTO DA ARTROPODOFAUNA EM
DIFERENTES USOS DO SOLO NA AMAZÔNIA
MERIDIONAL**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2018

MÁRCIA SOARES SPILLER	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2018	



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS



MÁRCIA SOARES SPILLER

LEVANTAMENTO DA ARTROPODOFAUNA EM
DIFERENTES USOS DO SOLO NA AMAZÔNIA
MERIDIONAL

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientador (a): Prof. (a) Dr.(a) Juliana Garlet
Coorientador (a): Prof. (a) Dr.(a) Muriel da Silva Pereira Folli

ALTA FLORESTA-MT

2018

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

S756l SPILLER, Márcia Soares.
Levantamento da Artropodofauna em Diferentes Usos do Solo na Amazônia Meridional / Márcia Soares Spiller - Alta Floresta, 2018.
98 f.; 30 cm.(ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Câmpus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2018.
Orientador: Juliana Garlet
Coorientador: Muriel da Silva Folli Pereira

1. Macrofauna. 2. Mesofauna. 3. Qualidade Ambiental. 4. Fauna Edáfica. I. Márcia Soares Spiller. II. Levantamento da Artropodofauna em Diferentes Usos do Solo na Amazônia Meridional: .

CDU 631.4

LEVANTAMENTO NA ARTROPODOFAUNA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

Márcia Soares Spiller

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 29/01/2018

Prof^a. Dra. Juliana Garlet

UNEMAT - Doutora em Engenharia Florestal

Prof. Dr. Pedro Vasconcellos Eisenlohr

UNEMAT - Doutor em Biologia Vegetal

Prof. Dr. Jardel Boscardin

UFU - Doutor em Engenharia Florestal

AGRADECIMENTOS

À Jeová em primeiro lugar por ter me concedido vida, saúde e perseverança para superar todos os desafios ao longo do caminho;

Aos meus pais, Neuza e Antônio pelo apoio e amor incondicional;

À família Ramos por sua ajuda e amizade.

À Juliana Garlet por sua orientação;

À Muriel da Silva Pereira Folli por ter aceitado me orientar;

A CAPES pela concessão da Bolsa de mestrado.

À Fazenda Anacã, na pessoa de Fernão Prado por ter permitido a realização da pesquisa.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Alta Floresta, MT.

“... mas coragem. Eu venci o mundo.”

João 16:33

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Fauna edáfica como bioindicadora.....	05
2.2. Fatores que condicionam a fauna edáfica.....	06
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	09
4. LEVANTAMENTO DA MACRO E MESOFAUNA EDÁFICA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA - MT, AMAZÔNIA MERIDIONAL.....	14
Resumo.....	15
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	18
Resultados e Discussão.....	25
Conclusões.....	40
Referências Bibliográficas.....	41
5. DIVERSIDADE E POTENCIAL BIOINDICADOR DE FORMICÍDEOS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA AMAZÔNIA MERIDIONAL.....	45
Resumo.....	46
Abstract.....	46
Introdução.....	47
Material e Métodos.....	49
Resultados e Discussão.....	52
Conclusões.....	62
Referências Bibliográficas.....	63
6. COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE ARANHAS EPÍGEAS EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA AMAZÔNIA MERIDIONAL.....	66
Resumo.....	67
Abstrac.....	67
Introdução.....	68
Material e Métodos.....	70
Resultados e Discussão.....	73
Conclusões.....	80
Referências Bibliográficas.....	81
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Relação de espécies florestais e de adubação verde implantadas na recuperação da Fazenda Anacã, Alta Floresta, MT, 2018.....	18
2. Valores dos atributos químicos do solo na camada 0-10 cm nas áreas de Fragmento Florestal (F), Área Recuperada (R) e Pastagem (P) no município de Alta Floresta - MT, 2018.....	22
3. Abundância dos grupos taxonômicos da fauna edáfica amostrada utilizando os métodos de coleta <i>Pitfall</i> e Funil de Berlese. Alta Floresta, MT, 2018.....	25
4. Índices ecológicos calculados para a fauna edáfica amostrada através dos métodos de coleta <i>Pitfall</i> e Funil de Berlese, em diferentes usos do solo em Alta Floresta - MT, 2018.....	29
5. Agrupamento das variáveis climáticas avaliadas sobre a distribuição da fauna edáfica. Alta Floresta, 2018.....	34
6. Variáveis preditoras da abundância dos grupos da fauna edáfica coletada em diferentes usos do solo. Alta Floresta, MT, 2018.....	38
7. Resumo da Análise Multivariada de Covariância dos grupos da fauna edáfica amostrada em diferentes usos do solo. Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT, 2018.....	38
CAPÍTULO 2	
1. Subfamílias, família e espécies de formigas epígeas em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem (P) no município de Alta Floresta, MT, 2018.....	52
2. Índices faunísticos calculados para a mirmecofauna coletada em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem (P). Alta Floresta - MT, 2018.....	57
3. Grupos da mirmecofauna indicadora da qualidade ambiental de um fragmento florestal, área recuperada e pastagem. Alta Floresta, MT, 2018.....	60
CAPÍTULO 3	

1.	Famílias e espécies de aranhas epígeas coletadas em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem (P). Alta Floresta, MT, 2018.....	73
2.	Índices ecológicos obtidos para a araneofauna coletada em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem (P). Alta Floresta, MT, 2018.....	75

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Armadilha de solo PROVID (ANTONIOLLI et al., 2006).....	19
2. Funil de Berlese- Tullgren adaptado de Rodrigues et al. (2008).....	21
3. Perfis de diversidade da macrofauna coletada em diferentes sítios amostrais (FRA - Fragmento florestal; REC - Recuperação; PAS - Pastagem) utilizando a série de Hill. Alta Floresta, MT, 2018.....	30
4. Perfis de diversidade da mesofauna amostrada em um fragmento florestal (FRA), área recuperada (REC) e pastagem (PAS) utilizando a série de Hill. Alta Floresta, MT, 2018.....	31
5. Dendrograma de similaridade de Jaccard para a macro e mesofauna coletada em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem. Alta Floresta, MT, 2018.....	32
6. Dinâmica populacional da artropodofauna edáfica coletada em um gradiente de alteração antrópica (fragmento; área recuperada e pastagem) em função da sazonalidade. Alta Floresta, MT, 2018.....	33
7. Diagrama de ordenação da análise de redundância embasada nos efeitos das variáveis climáticas (Cluster 1 - Temperatura do ar média e máxima e umidade relativa do ar mínima e máxima; Cluster 2 - Temperatura do ar mínima e precipitação) sobre a abundância dos grupos taxonômicos da fauna edáfica coletada em diferentes períodos do ano. Alta Floresta, 2018.....	35
8. Dendrograma de agrupamento das ordens da macro e mesofauna edáfica coletada em três sistemas de uso do solo. Alta Floresta, MT, 2018.....	36
9. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos atributos químicos do solo. Alta Floresta, MT, 2018.....	37
CAPÍTULO 2	
1. Perfis de diversidade de formicídeos coletados em três ambientes distintos (FRA - Fragmento florestal; REC - Área recuperada; PAS - Pastagem) usando a série de Hill. Alta Floresta, MT, 2018.....	58
2. Dendrograma de similaridade de Jaccard para a comunidade de formicídeos coletada em diferentes sítios amostrais (F - Fragmento florestal; R - Área recuperada e P - Pastagem). Alta Floresta, MT, 2018.....	59

3. Dinâmica populacional de formigas amostradas em três ambientes em função da precipitação acumulada (mm) ao longo de um gradiente temporal. Alta Floresta, MT, 2018..... 59

CAPÍTULO 3

1. Perfis de diversidade para a araneofauna epígea coletada em diferentes sítios de amostragem (FRA - Fragmento florestal; REC - Área recuperada; PAS - Pastagem) usando a série de Hill. Alta Floresta, MT, 2018..... 76
2. Dendrograma de similaridade de Jaccard para a araneofauna coletada em um fragmento florestal (FRA), uma área recuperada (REC) e uma pastagem (PAS). Alta Floresta, MT, 2018..... 77
3. Dinâmica populacional de aranhas amostradas em um fragmento florestal, área recuperada e pastagem em função da precipitação. Alta Floresta, MT, 2018..... 78

RESUMO

SPILLER, Márcia Soares. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Dezembro de 2018. **Levantamento na artropodofauna em diferentes usos do solo na Amazônia Meridional**. Orientadora: Juliana Garlet. Co-orientadora: Muriel da Silva Pereira Folli

As alterações antrópicas promovidas pelos diferentes usos do solo impactam as comunidades edáficas e alguns grupos detêm a capacidade de responder a essas mudanças, sejam elas negativas ou positivas. O presente estudo objetivou realizar o levantamento da fauna edáfica de um fragmento florestal, uma área recuperada e uma área de pastagem e identificar e indicar grupos bioindicadores. As coletas foram realizadas na Fazenda Anacã, Alta Floresta – MT em julho/novembro de 2016 e janeiro/março/julho de 2017. Em cada ambiente foram instaladas, em transecto linear, armadilhas de queda (macrofauna) e coletou-se solo para extração, com funis de Berlese (mesofauna). Foram calculados os parâmetros ecológicos de diversidade dos grupos amostrados, analisada a influência da sazonalidade climática sobre a dinâmica populacional das ordens através de gráficos categóricos e correlacionadas as propriedades químicas do solo e os ambientes com a abundância dos grupos. Foram coletados 12.472 indivíduos distribuídos em 15 grupos taxonômicos, sendo Hymenoptera dominante para a macrofauna e Collembola e Coleoptera dominantes para a mesofauna. Na área recuperada e no fragmento florestal os grupos foram mais diversos e com distribuição mais homogênea em relação à pastagem. A sazonalidade climática influenciou positivamente determinados grupos com a elevação da umidade e limitou a ocorrência de outros quando ausente ou em baixos níveis pluviométricos. As propriedades químicas do solo não determinaram a distribuição e a abundância dos grupos, porém os ambientes exerceram efeito especialmente sobre a fauna epígea. Com isso ficou evidente que a simplificação ambiental reduz a diversidade, enquanto a recuperação e a conservação promovem o restabelecimento e manutenção da biodiversidade, ressaltando a necessidade de políticas públicas voltadas para a recomposição de áreas antropizadas.

Palavras-chave: Macrofauna, mesofauna, qualidade ambiental, fauna edáfica.

ABSTRACT

SPILLER, Márcia Soares. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, December de 2018. **Survey of artropodofauna in different uses of the soil in Southern Amazonia**. Adviser: Juliana Garlet. Co-adviser: Muriel da Silva Pereira Folli.

The anthropogenic changes promoted by the different uses of the soil impact the edaphic communities and some groups have the capacity to respond to these changes, be they negative or positive. The present study aimed to survey the soil fauna of a forest fragment, a reclaimed area and a pasture area and identify and indicate bioindicator groups. The collections were carried out at Fazenda Anacã, Alta Floresta - MT in July / November of 2016 and January / March / July of 2017. In each environment, traps were installed in a linear transect, falling traps (macrofauna) and soil was collected for extraction , with Berlese funnels (mesofauna). The ecological parameters of diversity of the sampled groups were calculated, the influence of climatic seasonality on the population dynamics of the orders was analyzed through categorical charts and correlated the chemical properties of the soil and the environments with the abundance of the groups. A total of 12,472 individuals were collected in 15 taxonomic groups, being Hymenoptera dominant for the macrofauna and Collembola and Coleoptera dominant for the mesofauna. In the recovered area and in the forest fragment the groups were more diverse and with a more homogeneous distribution in relation to the pasture. Climatic seasonality positively influenced certain groups with the elevation of humidity and limited the occurrence of others when absent or at low rainfall levels. The chemical properties of the soil did not determine the distribution and abundance of the groups, but the environments exerted an effect especially on the epigeal fauna. Thus, it became evident that environmental simplification reduces diversity, while recovery and conservation promote the reestablishment and maintenance of biodiversity, emphasizing the need for public policies aimed at the recomposition of anthropic areas.

Key words: Macrofauna, mesofauna, environmental quality, edaphic fauna.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O solo é composto por atributos de natureza biótica e abiótica, sendo os organismos vivos responsáveis por importantes processos como a decomposição do material orgânico e a estruturação do solo através da movimentação e alteração do arranjo das partículas. Logo, a diversidade biológica presente no solo influencia a disponibilidade de nutrientes e a presença de outros organismos como plantas, animais e microorganismos, demonstrando assim a importância da fauna edáfica (SILVA et al., 2016).

Como raramente é possível analisar todas as características e os processos físicos, químicos e biológicos do solo para avaliar sua qualidade, principalmente devido a limitações de tempo e custo, tem-se buscado encontrar parâmetros que possam ser avaliados como indicadores da qualidade geral do solo (MARQUES et al., 2014). Os parâmetros biológicos tendem a ser mais sensíveis que os parâmetros físicos e químicos, e por isso tem sido utilizados frequentemente para indicar a qualidade do solo (BRUSSARD et al., 2007).

Os grupos edáficos se comportam de maneira diferente em seu habitat e respondem de forma imediata às alterações do ambiente, portanto, as alterações impostas às suas populações podem não ser uniformes em todos os táxons (LIIRI et al., 2012). Estudar tais modificações nas comunidades do solo pode ajudar a compreender e medir as consequências das perturbações impostas na paisagem (POMPEO et al., 2016b).

A fauna do solo é composta por organismos que passam toda ou parte de sua vida nesse ambiente; para melhor entender suas atividades e contribuições, esses organismos são classificados, de acordo com seu tamanho, em microfauna, mesofauna e macrofauna (POMPEO et al., 2016a). Dentre as funções essenciais para a manutenção e sobrevivência de comunidades vegetais e animais nos ecossistemas, desempenhada pelos diferentes organismos existentes no solo, a meso e a macrofauna se destacam por exercerem papel relevante na trituração, distribuição do material orgânico e promoção de alterações substanciais nos parâmetros físicos, tais com porosidade e agregação do solo (GARDI et al., 2009).

Para Rousseau et al. (2014) é necessário conhecer a diversidade da fauna edáfica presente em ecossistemas naturais e antropizados a fim de acompanhar as alterações na comunidade edáfica promovidas pela conversão, degradação ou restauração natural dos solos. A exploração da vegetação para a retirada de espécies florestais, assim como outros diferentes tipos de uso da terra, estão colocando em risco a diversidade biológica, por eliminar e/ou diminuir os grupos da comunidade edáfica com a alteração destes ecossistemas (CÓRDOVA et al., 2009).

As alterações na estrutura dos macroinvertebrados presentes no solo ocorrerão de forma distinta e em diferentes graus de intensidade nos ecossistemas, sendo as mudanças no microclima e na disponibilidade de recursos os fatores determinantes na diversidade e densidade populacional de diferentes grupos, apresentando assim potencial de bioindicação (FERREIRA et al., 2010). Uma abordagem para entender o papel dos invertebrados no funcionamento do solo é identificar os grupos-chave e determinar quais são os fatores que mais afetam sua composição nos diferentes usos do solo (ROUSSEAU et al., 2014).

Apesar da relação entre diversidade e estabilidade ser objeto de muita discussão, entende-se que quanto maior a diversidade biológica de uma comunidade, maior é a sua estabilidade. Assim, as interações são importantes, pois contribuem para a dinâmica das populações, ou seja, as interações são também determinantes na abundância e riqueza das espécies, e quando o equilíbrio é rompido essas interações são influenciadas (CÓRDOVA et al., 2009).

A necessidade de estudos específicos voltados para a avaliação das atividades antrópicas sobre a diversidade de invertebrados do solo torna importante a realização de levantamentos e identificação dos organismos sensíveis a fim de caracteriza-los como indicadores do estado atual de qualidade e de fertilidade do solo (REZENDE et al., 2017).

2. REVISÃO DE LITERATURA¹

O Brasil é detentor da maior diversidade biológica do planeta. Contudo, os ecossistemas estão constantemente ameaçados pela fragmentação, resultando na alteração das interações ecológicas entre as espécies e seus habitats, perda de sustentabilidade e redução dos serviços ambientais prestados (LOPES et al., 2017). A ameaça do desmatamento, especialmente, na Amazônia tem como causas primárias o avanço da pecuária, responsável por 65 a 70% das áreas abertas, seguido pela agricultura em pequena escala (20-25%) e pela agricultura em larga escala (5-10%) (SANTOS, 2010). Em virtude do passivo ambiental gerado pelo modelo de exploração e desenvolvimento aplicado, se faz necessário não apenas restaurar a ecologia dessas áreas, mas também desenvolver pesquisas nesse campo e acompanhar a dinâmica sucessional das áreas antropizadas a fim de subsidiar informações para ações conservacionistas e de restauração ecológica na região amazônica (REZENDE, 2016).

O processo de recuperação é lento e demanda acompanhamento desde os primeiros anos de implantação a fim de verificar o sucesso ou não das medidas adotadas e a partir de quando os resultados são considerados satisfatórios (ALMEIDA; SANCHEZ, 2015). Através do monitoramento e avaliação contínua das áreas em processo de restauração é possível conhecer como o ambiente está reagindo às intervenções impostas, devendo-se observar se a área apresenta declínio ou baixo potencial de sustentabilidade futura (MARTINS, 2007). Essas ações são indispensáveis, fazendo-se necessário não apenas verificar se os objetivos estão sendo alcançados, mas também definir a trajetória ambiental da área em recuperação e sua capacidade de se manter sustentável ao longo do tempo (HOWELL et al., 2012).

Desta forma, é importante a escolha de indicadores que expliquem a qualidade e o funcionamento eficiente do sistema solo (DELARICA et al., 2016), pois o solo consiste de um ecossistema vivo e dinâmico o qual detêm as funções ecológicas de produzir alimentos, proteger o ambiente da

¹ SPILLER, M. S.; SPILLER, C.; GARLET, J. Arthropod bioindicators of environmental quality. Revista Agro@mbiente On-line, v. 12, n. 1, p. 425-441, janeiro-março, 2018.

poluição através da filtragem, tamponamento e transformação de matéria e servir como habitat a uma complexa comunidade de organismos, de modo que sua qualidade pode ser avaliada através de indicadores de natureza química, física e biológica (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Em ecossistemas naturais ou em processo de recuperação, um bom indicador ecológico, além de apresentar sensibilidade a modificações no ambiente, deve ser de fácil mensuração, responder aos fatores previsíveis que exercem efeito sobre o ecossistema, prever os impactos dos agentes de degradação ou benefícios das técnicas de manejo empregadas, representar variáveis de difícil mensuração quando possível e responder de forma pouco variável aos fatores que representam (CADERNOS DA MATA CILIAR, 2009).

Os indicadores biológicos ou bioindicadores consistem em organismos utilizados na mensuração e monitoramento de propriedades e atributos de um sistema e podem ser divididos em indicadores ambientais, ecológicos e de biodiversidade (SILVA, 2010). Por serem mais sensíveis e responderem rapidamente as alterações do ambiente são mais utilizados para indicar a qualidade ambiental (BROWN; DOMINGUEZ, 2008), visto que podem ser afetados por mudanças nas características físicas, químicas e estruturais do ambiente onde ocorrem, uma vez que estão adaptados a condições específicas de sobrevivência, reprodução e interação ecológica (CÂNDIDO et al., 2012). Além disso, podem ser utilizados para avaliar modificação, contaminação ou recuperação de habitats, sucessão vegetal, mudanças climáticas e degradação de ecossistemas, pois as comunidades presentes nos ambientes em questão podem sofrer redução na abundância e riqueza em função de tais impactos, devendo considerá-los em estudos de levantamento (SILVA; SILVA, 2011; GONÇALVES et al., 2014).

Dentre os fatores que podem afetar a estabilidade de um organismo bioindicador tem-se temperatura, precipitação, luminosidade, acidez do solo ou poluição do ar, de modo que qualquer modificação pode provocar alterações de natureza fisiológica ou morfológica e na capacidade adaptativa da espécie, podendo levar a mesma à extinção em virtude de sua sensibilidade (BAGLIANO et al., 2012). A fragmentação de habitats apresenta-se como uma das maiores ameaças antrópicas às comunidades edáficas. Em estudos de

monitoramento ambiental podem ser empregados diversos grupos da fauna e flora a fim de caracterizar a qualidade ambiental de um determinado habitat, seja terrestre ou aquático. Isso porque o equilíbrio pode ser mensurado a partir da observação de características de populações de organismos intrínsecos daquele ambiente, os quais predizem o nível de alteração ou fragmentação de um habitat (ROCHA et al., 2015).

Os grupos que vêm sendo empregados em estudos de biomonitoramento são plantas, alguns grupos de microorganismos, mamíferos, aves, peixes e insetos (TADIELLO et al., 2014; BARBOSA; CARVALHO, 2016; OLIVEIRA et al., 2015a; CANTARELLI et al., 2016; DALZUCHIO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2014).

2.1. Fauna edáfica como bioindicadora

Como indicadores biológicos do sistema solo estão diversos grupos de organismos que interagem, influenciam e são influenciados pelas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo através de mecanismos como estruturação e homogeneização do solo, fragmentação de material vegetal, decomposição e ciclagem de nutrientes. Logo, tais comunidades edáficas, em virtude de sua forte interação com o solo, podem ser profundamente afetadas por diversas práticas de manejo ligadas a processos como mudanças no uso do solo, monocultivos, aplicação de defensivos e fertilizantes, compactação, disponibilidade de nutrientes, dentre outros (ABREU et al., 2014; SIQUEIRA et al., 2016).

Neste sentido, as comunidades edáficas desempenham importantes funções ao auxiliarem na formação do solo, contribuírem para a melhoria de características dos solos e desempenham papel chave em diversos processos, apresentando-se como uma boa ferramenta de avaliação e monitoramento da qualidade do solo (MENTA et al., 2014). Aliado a isso, as populações edáficas podem ser afetadas por fatores como tipo de solo, da vegetação e das condições climáticas (BERUDE et al., 2015), podendo assim inferir sobre o estado de degradação, recuperação, conservação ou até mesmo de mudanças climáticas.

Os invertebrados estão entre os mais diversos organismos na Terra, contribuindo significativamente para o funcionamento e integridade do ecossistema, além de possuírem elevado potencial como bioindicadores (GRODSKY et al., 2015). Uma das formas de avaliar a qualidade edáfica consiste em estudar organismos que interagem com as diferentes formas de uso do solo, uma vez que a abundância e diversidade desses grupos é condicionada pelas características ambientais. Os invertebrados do solo têm sido utilizados para essa finalidade, visto que sua abundância e composição podem ser influenciadas pelas diferentes formas de uso e manejo do solo (SPILLER et al., 2017).

Tais parâmetros analisados através da entomofauna edáfica podem auxiliar no monitoramento e na gestão ecológica da biodiversidade dos ecossistemas edáficos ao se apresentarem sensíveis as mudanças ambientais e responderem de forma rápida às alterações nos diferentes sistemas de produção (SILVA et al., 2013; BARRETA et al., 2014; SIQUEIRA et al., 2014; POMPEO et al., 2016a), pois a manutenção dos ecossistemas terrestres e agroecossistemas estão diretamente ligadas aos solos e suas características, incluindo a biota associada, a qual representa um componente essencial para a manutenção de uma série de processos ecossistêmicos (POMPERMAIER, 2016).

2.2. Fatores que condicionam a fauna edáfica

O uso da entomofauna edáfica como bioindicadora permite avaliar as consequências das mudanças de habitats estruturalmente complexos em habitats simplificados, apresentando-se como ferramenta de diagnóstico e monitoramento da diversidade biológica, podendo qualificar o ambiente, quantificar os danos causados e identificar os cuidados necessários a conservação (OLIVEIRA et al., 2014).

A intensidade e o tipo de prática de manejo aplicada ao solo podem resultar em perda de matéria orgânica, declínio da biodiversidade e redução da capacidade do solo de reter nutrientes, de modo que importantes serviços ecossistêmicos podem ser perdidos, demorando muito tempo para serem recuperados após tais práticas serem cessadas (LIIRI et al., 2012). O tipo de

cobertura vegetal é um dos principais fatores envolvidos na distribuição dos organismos edáficos, pois promove a redução do gradiente de temperatura do solo e na formação de serapilheira como substrato e alimento variado para a fauna, uma vez que a diversidade de invertebrados presentes no solo é dependente do gerenciamento das práticas aplicadas, da disponibilidade de alimento e do teor de material orgânico, bem como da umidade e temperatura, estando tais organismos suscetíveis a modificações (POMPEO et al., 2016a). No estudo realizado por Scoriza e Correia (2016) objetivando avaliar a eficiência da fauna do solo como indicadora do grau de conservação de fragmentos florestais em diferentes estágios sucessionais, os autores constataram que os grupos faunísticos conseguiram diferenciar os fragmentos através da qualidade e quantidade da serapilheira armazenada, da composição florística e das condições microclimáticas.

Os artrópodes terrestres, por exemplo, utilizam-se da serapilheira como abrigo, proteção contra predadores e fonte de alimento. Logo, a riqueza e a estrutura das comunidades são dependentes de condições ambientais como umidade, fitofisionomia, quantidade e qualidade da serapilheira estocada, uma vez que estes organismos auxiliam na fragmentação e decomposição de material vegetal, contribuindo assim, para a ciclagem de nutrientes (ZARDO et al., 2010; CARRILLO et al., 2011).

Habitats estruturalmente complexos como as florestas tendem a abrigar uma rica e diversificada fauna edáfica, em virtude da maior disponibilidade de nichos ecológicos, abrigo e recursos alimentares, associado ao menor risco de predação, enquanto ambientes homogêneos e simplificados como os monocultivos tendem a ser mais restritivos favorecendo alguns grupos em relação a outros (ANTONIOLLI et al., 2006; SILVA et al., 2012). Em virtude disso, é comum encontrar nas florestas uma diversidade maior de insetos, geralmente com abundância reduzida e riqueza elevada, pois as populações são controladas pelas relações interespecíficas; em contrapartida, em áreas que sofreram algum impacto ou são utilizadas com monoculturas são facilmente amostradas poucas espécies, contudo abundantes (CORASSA et al., 2015). Machado et al. (2015) atestaram isso ao caracterizarem a fauna edáfica de áreas na Mata Atlântica em diferentes estágios de sucessão

ecológica, onde se observou que, em detrimento da complexidade estrutural da vegetação e incremento da biomassa no solo, houve um aumento na densidade e na riqueza de grupos amostrados.

As alterações têm impacto direto sobre os ecossistemas edáficos e conseqüentemente sobre a biota, a qual exerce efeito sobre as propriedades do solo. Há estudos voltados para a interação dos organismos vivos com o solo, contudo se tem poucas informações voltadas para os grupos que vivem nas camadas mais superficiais, conhecidas com macro e mesofauna (CASTRACANI et al., 2015).

A comunidade edáfica pode ainda sofrer influência, em sua composição e distribuição, de fatores abióticos como temperatura, umidade e radiação solar, condicionados pela sazonalidade e pelos diferentes tipos de ambientes onde ocorrem. Tais parâmetros afetam diretamente o ciclo de vida dos organismos e a disponibilidade de recursos em virtude de alterações na estrutura da comunidade (MANHÃES, 2011).

Machado et al. (2015) constataram que a dinâmica da fauna edáfica foi influenciada pela sazonalidade sendo observada maior atividade de alguns grupos como Acari, Diptera e Entomobryomorpha durante o período de maior precipitação, bem como a presença de determinados grupos somente no período correspondente. Reckziegel; Oliveira (2012) também verificaram o efeito das variáveis climáticas sobre a flutuação populacional de grupos de insetos amostrados em um fragmento florestal, sendo observado um acréscimo no número de espécimes das ordens Coleoptera e Hymenoptera no início da primavera em virtude do aumento da temperatura. A ordem Diptera, além da temperatura, teve sua diversidade influenciada pela precipitação. Cada grupo de inseto responde de forma distinta às variações climáticas anuais. Azevedo et al. (2011) chegaram a essa conclusão ao estudar a fauna de diferentes fitofisionomias, onde observaram que coleópteros frugívoros, fitófagos e detritívoros e a família Gryllidae da ordem Orthoptera foram mais abundantes na estação seca; já os dípteros frugívoros e necrófagos predominaram na estação seca, sugerindo que as condições de temperatura e precipitação podem influenciar na disponibilidade de alimento e abrigo para essas ordens.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R. R. L.; LIMA, S. S.; OLIVEIRA, N. C. R.; LEITE, L. F. C. Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 409-416, 2014.

ALMEIDA, R. O. P. O; SANCHEZ, L. E. Indicadores da qualidade do substrato para monitoramento de áreas de mineração revegetadas. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 2, p. 153-163, jun. 2015.

ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, n.4. p. 407-417. 2006.

ARAUJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

AZEVEDO, F. R.; MOURA, M. A. R.; ARRAIS, M. S. B.; NERE, D. R. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 740-748, 2011.

BAGLIANO, R. V. SANTOS, M. C. H. G.; ITAYA, N. M.; CALIL, R. M.. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2, n.1, p. 24-29, 2012.

BARBOSA, F. S.; CARVALHO, M. A. S. Análise cienciométrica da utilização de briófitas como bioindicadores. **Caderno de Pesquisa**, série Biologia, v. 28, n.1, p. 34-47, 2016.

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

BERUDE, M. C.; GALOTE, J. K. B.; PINTO, P. H.; AMARAL, A. A. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 14-28, 2015.

BROWN, G. G.; DOMINGUEZ, J. Biodiversidade de minhocas e seu uso como bioindicadores da qualidade ambiental: perspectivas e limitações. In: FertBio, 2008.

BRUSSARD, L.; DE RUITER, P. C.; BROWN, G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 121, p. 233-244, 2007.

CADERNOS DE MATA CILIAR. **Monitoramento de áreas em recuperação**. São Paulo: SMA, 2009. 68 p.

CANDIDO, A. K. A. A.; SILVA, N. M.; BARBOSA, D. S.; FARIAS, L. N.; SAOUZA, W. P. Fauna edáfica como bioindicadores de qualidade ambiental na nascente do rio São Lourenço, Campo Verde - MT, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 67-82, 2012.

CANTARELLI, E. B.; FLECK, M. D.; GRANZOTTO, F.; CORASSA, J. D. N.; D'ÁVILA, M. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 607-616, 2015.

CARRILLO, Y.; BALL, B.; BRADFORD, M. A.; MOLINA, M. Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen cycling in a mineral soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 43, n.7, p. 1440-1449, 2011.

CASTRACANI, C.; MAIENZA, A.; GRASSO, D. A.; GENESIO, L.; MALCEYSCHI, A.; MIGLIETTA, F.; VACARRI, F. P.; MORI, A. Biochar-macrofauna interplay: Searching for new bioindicators. **Science of the Total Environment**, v. 536, n. 1, p. 449-456, 2015.

CORASSA, J. D. N.; FAIXO, J. G.; ANDRADE NETO, V. R.; SANTOS, I. B. Biodiversidade da mirmecofauna em diferentes usos do solo no Norte Mato-Grossense. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 154-163, 2015.

CORDOVA, M.; CHAVES, C. L.; MANFREDI-COIMBRA, S. Fauna do solo x vegetação: estudo comparativo da diversidade edáfica em áreas de vegetação nativa e povoamentos de *Pinus* sp. **Revista Geoambiente On-line**, Jataí, n. 12, p. 30-41, jan./jun. 2009.

DALZUCHIO, T.; GOLDONI, A.; RODRIGUES, G. Z. P.; PETRY, I. E.; SILVA, L. B.; GEHLEN, G. Gill histopathology and micronucleus test of *Astyanax jacuhiensis* (Cope, 1894) (Teleostei, Characidae) to evaluate effects caused by acute exposure to aluminum. **Biotemas**, v. 29, n.1, p. 75-83, 2016.

DELARICA, D. L. D.; DONHA, R. M. A.; LAVEZZO, L. F.; ALVES, S. C. N.; SOUZA, D. O.; CARLOS, R. S.; MELO, W. J.; MELO, V. P.; LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. I. Atividade da Desidrogenase em solos da região Amazônica em recuperação, após mineração de cassiterita. **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, v. 8, número especial, 2016. 9 p.

FERREIRA, R. R. M.; FILHO, J. T.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p. 913-932. 2010.

GARDI, C.; MONTANARELLA, L.; ARROUAYS, D.; BISPO, A.; LEMANCEAU, P.; JOLIVET, C.; MULDER, C.; RANJARD, L.; ROMBKE, J.; RUTGERS, M.; MENTA, C. Soil biodiversity monitoring in Europe: ongoing activities and challenges. **European Journal of Soil Science**, v. 60, n. 5, p. 807-819, 2009.

GONÇALVES, I. S.; CARNEIRO, T. R.; VIANA, P. A. Levantamento de coleópteros em mata nativa e na cultura do milho. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 9, n.2, p. 73-79, 2014.

GRODSKY, S. M.; IGLAY, R. B.; SORENSON, C. E.; MOORMAN, C. E. Should invertebrates receive greater inclusion in wildlife research journals?. **The Journal of Wildlife Management**, v. 9, n.4, p. 529-536, 2015.

HOWELL, E. A.; HARRINGTON, J. A.; GLASS, S. B. **Introduction to Restoration Ecology**. Washington: Island Press, 2012. 436 p.

LIIRI, M.; HASA, M.; HAIMI, J.; SETALA, H. History of land-use intensity can modify the relationship between functional complexity of the soil fauna and soil ecosystem services – A microcosm study. **Applied Soil Ecology**, v. 55, p. 53-61, 2012.

LOPES, A. S.; SOARES, S.; SILVA, E. M.; ROEL, A. R.; Diversidade de insetos e aranhas presentes em diferentes fisionomias no Pantanal, na seca e cheia, Corumbá, MS. **Revista Multitemas**, Campo Grande, v. 22, n. 51, p. 127-154, jan./jun. 2017.

MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; DINIZ, A. R.; MENEZES, C. E. G.. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da mata atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do rio Paraíba do Sul – RJ. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 91-106, 2015.

MANHÃES, C. M. C. **Caracterização da fauna edáfica de diferentes Coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

MARQUES, D. M.; SILVA, A. B.; SILVA, L. M.; MOREIRA, E. A.; PINTO, G. S. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1588-1597, Sept./Oct. 2014.

MARTINS, S.V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: Editora UFV. 2012.

MENTA, C.; CONTI, F. D.; PINTO, S.; LEONI, A.; LOZANO-FONDÓN, C. Monitoring soil restoration in an open-pit mine in northern Italy. **Applied Soil Ecology**, v. 83, p. 22-29, 2014.

OLIVEIRA, A. J.; SANTOS, M. C. H. G.; ITAYA, N. M.; CALIL, R. M. Coliformes termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água destinada ao consumo humano. **Atlas de Saúde Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 24-29, 2015a.

OLIVEIRA, G. V.; CORREIA, M. M.; DELABIE, J. H. Interações planta-inseto: aspectos biológicos e ecológicos do mutualismo Cecropia-Azteca. **Revista EntomoBrasilis**, v.8, n. 2, p. 85-90, mai./ago., 2015b.

OLIVEIRA, M. A.; GOMES, C. F. F.; PIRES, E. M.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LUCIA, T. M. C. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, v. 61, p. 800-807, 2014.

POMPEO, P. N.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; BARRETA, C. R. D. M.; BARRETA, D. Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. **Revista Scientia Agraria**, v. 17, n. 1, p. 16-28, 2016b.

POMPEO, P. N.; SANTOS, M. A. B.; BIASI, J. P.; SIQUEIRA, S. F.; ROSA, M. G.; BARRETA, C. R. D. M.; BARRETA, D. Fauna e sua relação com atributos edáficos em Lages, Santa Catarina – Brasil. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 42-51, 2016a.

- POMPERMAIER, V. T. **Efeito do uso de pastagens manejadas sobre a comunidade de artrópodes epígeos no cerrado do Brasil Central**. 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- RECKZIEGEL, R. O.; OLIVEIRA, R. C. Biodiversidade de insetos em fragmento de floresta em Cascavel-PR. **Revista Thêma et Scientia**, v. 2, n. 1, p. 145-150, 2012.
- REZENDE, G. M. **Restauração florestal no Sul da Amazônia: métodos para romper barreiras à regeneração natural**. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado em ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- REZENDE, L. P.; PORTELA, G. F.; MACEDO, N. C.; DINIZ, K. D. Identificação da macrofauna do solo em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. e área submetida à queimada no município de Sambaíba-MA. **Revista Biodiversidade**, v.16, n.1, p. 21-32, 2017.
- ROCHA, W. O.; DORVAL, A.; PERES FILHO, O.; VAEZ, C. A.; RIBEIRO, E. S. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 88-98, 2015.
- ROUSSEAU, G. X.; SILVA, P. R. S.; CELENTANO, D.; CARVALHO, C. J. R. Macrofauna do solo em uma cronosequência de capoeiras, florestas e pastos no Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v. 44, n. 4, p. 499 - 512, 2014.
- SANTOS, I. A. **Land use systems in the Amazon: impacts and biodiversity**. 2010, 150 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- SCORIZA, R. N.; CORREIA, M. E. F. Fauna do Solo como Indicadora em Fragmentos Florestais na Encosta de Morrotes. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n.4, p. 598-601, 2016.
- SILVA, F. C.; SANTANA, Í. J.; MARTINS, R. D.; LEMES, N. M.; RIETJENS, A. R.; LIMA, M. L. P. Quantificação da microbiota e diversidade ecológica da meso e macrofauna do solo sob diferentes usos no município de Urutaí (região Sudeste Goiano). **Multi-Science Journal**, Goiânia, v.1, n.4, p.12-18. 2016.
- SILVA, I. A. **Land use systems in the Amazon: impacts on ant biodiversity**. 2010. 150 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2010.
- SILVA, J.; JUCKSCH, I.; TAVARES, R. C. Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n.2, p. 112-125, 2012.
- SILVA, P. G.; SILVA, F. C. G. Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. **Revista Congrega URCAMP**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2011.

SILVA, R. F.; CORASSA, G. M.; BERTOLLO, G. M.; SANTI, A. L.; STEFFEN, R. B. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 130-137, 2013.

SIQUEIRA, G. M.; PAZ-FERREIRO, J.; SILVA, E. F. F. Land Use Intensification Effects in Soil Arthropod Community of an Entisol in Pernambuco State, Brazil. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1-7, 2014.

SIQUEIRA, G. M.; SILVA, E. F. F.; MOREIRA, M. M.; SANTOS, G. A. A.; SILVA, R. A. Diversity of soil macrofauna under sugarcane monoculture and two different natural vegetation types. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 30, p. 2669-2677, 2016.

SPILLER, M. S.; SPILLER, C.; GARLET, J. Arthropod bioindicators of environmental quality. **Revista Agroambiente On-line**, v. 12, n. 1, p. 425-441, jan./mar., 2018.

TADIELLO, R.B.; COSTA, A.B.; LOBO, E.A.; SCHUCH, M.; PUTZKE, J. Utilização da *Tillandsia aeranthos* como bioindicador de poluição atmosférica, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Revista Tecnológica**, v. 23, p. 85-98, 2014.

ZARDO, D. C.; CARNEIRO, A. P.; LIMA, L. G.; SANTOS FILHO, M. Comunidade de artrópodes associada à serrapilheira de cerrado e mata de galeria, na estação ecológica Serra das Araras – Mato Grosso, Brasil. **Revista Uniara**, v. 13, n. 2, p. 105-113, 2010.

4. CAPÍTULO 1

4.1. LEVANTAMENTO DA MACRO E MESOFAUNA EDÁFICA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA – MT, AMAZÔNIA MERIDIONAL².

²Submetido ao periódico Ciência Florestal. Universidade Federal de Santa Maria. ISSN Impresso 0103-9954, ISSN Online 1980-5098.

RESUMO – (Levantamento da macro e mesofauna edáfica em diferentes usos do solo no município de Alta Floresta – MT, Amazônia Meridional).

A conversão das florestas nativas em pastagens traz vários impactos sobre as comunidades edáficas. Assim, este estudo objetivou realizar o levantamento da fauna edáfica em diferentes usos do solo na Amazônia Meridional e compará-los entre si. As coletas foram realizadas na Fazenda Anacã, Alta Floresta – MT nos meses de julho/novembro de 2016 e janeiro/março/julho de 2017 sendo em cada ambiente (fragmento florestal, área recuperada e pastagem) instalado um transecto linear e amostrada a artropodofauna utilizando sete armadilhas de queda (macrofauna) e sete pontos de coleta de solo para extração com funis de Berlese (mesofauna). A diversidade de grupos foi quantificada e a influência da precipitação sob a dinâmica populacional foi correlacionada. Os atributos químicos do solo e os ambientes também foram correlacionados com a abundância dos grupos. Foram coletados 12.472 indivíduos distribuídos em 15 grupos taxonômicos, sendo Hymenoptera dominante para a macrofauna e Collembola e Coleoptera para a mesofauna. Na área recuperada e no fragmento florestal, os grupos foram mais diversos em relação à pastagem. A sazonalidade climática influenciou positivamente determinados grupos e limitou a ocorrência de outros. Não foi constatado efeito dos atributos químicos do solo sobre a abundância da fauna edáfica, contudo os ambientes influenciaram principalmente a macrofauna. A antropização reflete negativamente sobre as comunidades edáficas e ressalta a importância da recuperação e conservação ambiental a fim de assegurar a vitalidade dos sistemas edáficos.

Palavras-chave: Macrofauna, mesofauna, qualidade ambiental, solos.

Abstract - (Survey of soil macro and mesofauna in different uses of the soil in the municipality of Alta Floresta - MT, Southern Amazonia). The conversion of native forests into pastures brings several impacts on the edaphic communities. Thus, this study aimed to survey the soil fauna in different uses of the soil in Southern Amazonia and compare them to each other. The collections were carried out at Fazenda Anacã, Alta Floresta - MT, in the months of July / November, 2016 and January / March / July, 2017, in each environment (forest fragment, recovered area and pasture) being installed a linear transect and sampled the arthropodofauna using seven drop traps (macrofauna) and seven soil collection points for extraction with Berlese funnels (mesofauna). The diversity of groups was quantified and the influence of precipitation under the population dynamics was correlated. Soil chemical attributes and environments were also correlated with abundance of groups. A total of 12,472 individuals were collected in 15 taxonomic groups, being Hymenoptera dominant for macrofauna and Collembola and Coleoptera for mesofauna. In the recovered area and in the forest fragment, the groups were more diverse in relation to the pasture. Climatic seasonality positively influenced certain groups and limited the occurrence of others. No effect of soil chemical attributes was observed on the abundance of edaphic fauna, however the environments mainly influenced macrofauna. The anthropization reflects negatively on the edaphic communities and emphasizes the importance of the recovery and environmental conservation in order to assure the vitality of the edaphic systems.

Key-words: Macrofauna, mesofauna, environmental quality, soils.

Introdução

As mudanças no uso do solo na Amazônia foram caracterizadas inicialmente pelo seu processo de ocupação desordenado, ligado a conversão das florestas nativas em áreas agrícolas e pastagens (GOMES et al., 2015), não sendo diferente na Amazônia Meridional. Associado a conversão do uso da terra, a ausência de práticas adequadas de manejo levaram as pastagens atuais a apresentarem algum estágio de degradação, fazendo-se necessária sua recuperação.

Segundo dados do Instituto de Pesquisas Espaciais (2014), somente 0,4% das áreas alteradas na Amazônia têm sido realmente recompostas. Para essas áreas, a recomposição florestal configura-se como alternativa potencial para restabelecer os processos ecológicos perdidos e reintroduzi-las nas cadeias produtivas (NOGUEIRA, 2015), fazendo-se necessário o monitoramento e a avaliação da capacidade do ambiente de se recuperar, bem como a eficiência das medidas adotadas, sendo comumente empregados indicadores ecológicos para isso (MONTANDON et al., 2015). Neste sentido alguns organismos edáficos detêm a capacidade de responder de forma rápida às alterações e de se adaptarem às condições ambientais, atuando como bioindicadores (NUNES, 2010), possibilitando avaliar não somente a qualidade do solo, como também o funcionamento do sistema de produção, pois se encontram intimamente associados a importantes processos ecológicos (HUBER; MORSELLI, 2011).

A macrofauna edáfica influencia as propriedades do solo através da ciclagem de nutrientes, estruturação e homogeneização, aumento da produtividade, transferência de argila para as camadas superficiais do solo, dentre outros (SIQUEIRA et al., 2016), enquanto a mesofauna auxilia na formação e microestruturação do solo, melhoria das propriedades físicas, controle de populações microbianas (SOCARRÁS, 2013) e são sensíveis a alterações reduzindo suas populações ou desaparecendo do ambiente após uma perturbação (LOPES et al., 2017). Os distúrbios ambientais alteram as populações edáficas à medida que alteram a disponibilidade de recursos, modificando as interações ecológicas intra e interespecíficas (PEREIRA et al., 2012), além de serem fortemente influenciadas pelo tipo de cobertura vegetal

em virtude da disponibilidade de alimento, conteúdo de matéria orgânica e quantidade de serapilheira produzida (SIQUEIRA et al., 2014).

A substituição de floresta por pastagem leva à redução na riqueza de espécies e simplificação na composição das assembléias locais (LAURANCE et al., 2011), em virtude do aumento na abundância de poucas espécies, muitas vezes exóticas e bem adaptadas ao microclima das pastagens, enquanto as espécies nativas apresentam baixa capacidade de colonizar esses ambientes, pois são habitats simples e homogêneos com baixa diversidade de recurso alimentar, obrigando-as a migrar para outras áreas (NUNES et al., 2008; SILVA et al., 2014). No processo reverso, quando a pastagem dá lugar a floresta, através da aplicação de métodos de recuperação, a diversidade de recursos alimentares torna-se disponível novamente e a estrutura gerada permite um microclima favorável em virtude da manutenção da umidade do solo, condições requeridas para a colonização de várias espécies cujas estratégias de sobrevivência são determinadas pelo sistema de manejo aplicado (NUNES et al., 2008).

Em virtude disso, o estudo das comunidades edáficas amazônicas em diferentes usos do solo pode revelar a dinâmica e os reais impactos das alterações ambientais sobre importantes grupos de organismos, porém os resultados disponíveis na Amazônia sobre o histórico do uso do solo são recentes e só contemplam comunidades vegetais (ROUSSEAU et al., 2014), justificando assim a ausência de estudos sobre os efeitos das alterações antrópicas sobre as comunidades edáficas e o seu potencial como bioindicadora de qualidade ambiental para a região da Amazônia Meridional.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi realizar o levantamento da artropodofauna edáfica ao longo de um gradiente de alteração ambiental constituído por um fragmento de floresta secundária, uma área recuperada e uma pastagem e comparar esses ambientes.

Material e Métodos

Os ambientes de estudo estão localizados na Fazenda Anacã situada a sete quilômetros do perímetro urbano do município de Alta Floresta - MT nas coordenadas geográficas 9°50'40,67''S e 56°6'56,55''O. A fazenda tem como atividade econômica a pecuária e o turismo rural.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Am caracterizado por nítidas estações seca e chuvosa, com precipitação chegando a 3.000 mm anuais e temperatura média de 26°C (ALVAREZ et al., 2014; LABEGALINI et al., 2016). As formações predominantes são Floresta Ombrófila Aberta com fasciações de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual com fisionomia florestal composta de árvores mais espaçadas, estrato arbustivo pouco denso e presença de fanerófitas rosuladas e lianas lenhosas (IBGE, 2004).

A qualidade ambiental foi avaliada a partir da amostragem da macro e mesofauna presente no solo de uma pastagem sob sistema convencional (254,89 Ha), uma área em processo de recuperação (9,60 Ha) e um fragmento de floresta secundária (28,67 Ha) onde são realizadas atividades em trilhas para observação de pássaros.

A área recuperada teve seu processo iniciado em dezembro de 2015 sendo recuperada uma faixa de 150 metros x 40 metros. A forrageira foi dessecada e a partir de análise química do solo foram feitas correções da acidez (2 t/ha de calcário) e adubação à base de MAP (Fosfato Monoamônico) aplicado na linha de plantio.

No sistema de plantio direto foi utilizado um *mix* de sementes, distribuídas em três linhas de plantio, sendo na linha central espécies florestais e nas laterais espécies de adubação verde (Tabela 1).

Tabela 1. Relação de espécies florestais e de adubação verde implantadas na recuperação da Fazenda Anacã, Alta Floresta, MT, 2018.

Adubação verde		
Família	Nome científico	Nome popular
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	Guandu arbóreo
	<i>Crotalaria juncea</i> (L.)	Crotalária
	<i>Crotalaria ochroleuca</i> (G. Don.)	Crotalária
	<i>Stylosanthes capitata</i> Vogel.	Estilasantes

TABELA continuação

Espécies florestais		
Família	Nome científico	Nome popular
Bixaceae	<i>Bixa arborea</i> Huber	Urucum
Cannabaceae	<i>Trema micranta</i> (L.) Blume	Pau pólvora/Periquiteira
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Monjoleiro
	<i>Stylosanthes capitata</i> Vogel	Estilosantes
	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	Guandu-anão
	<i>Cassia occidentalis</i> (L.)	Fedegosão/mata pasto
	<i>Crotalaria ochroleuca</i> (G. Don.)	Crotalária
	<i>Crotalaria spectabilis</i> (Roth)	Crotalária
	<i>Senna multijuga</i> (L.C.Richard) I.& B.)	Pau cigarra
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Pente-de-macaco
	<i>Guazuma ulmifolia</i> (Lamarck)	Mutamba verdadeira
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> (Perkins)	Sobrasil
Solanaceae	<i>Solanum grandiflorum</i> Ruiz & Pav.	
	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Lobeira

Nos três ambientes foi instalado um transecto linear de 50 metros no sentido leste-oeste da área e amostrados sete pontos distribuídos ao longo deste, sendo o transecto alocado na parte central das áreas, a fim de evitar o efeito de borda. O levantamento da macrofauna foi realizado utilizando armadilhas (*Pitfall*) modelo Provid conforme Antonioli et al. (2006) que consiste de garrafas de plástico transparente do tipo Pet, capacidade de dois litros, com quatro aberturas em formato de janela nas dimensões de seis centímetros de altura por quatro de largura, a altura de cinco centímetros a partir da base da garrafa conforme Figura 1.



Figura 1. Armadilha de solo PROVID (ANTONIOLLI et al., 2006).

No interior dos recipientes foi depositada solução salina (250 mililitros de água + 20 gramas de sal + 4 gotas de detergente) a fim de conservar os espécimes coletados (GARLET et al., 2015), sendo os recipientes enterrados ao nível do solo no limite da abertura das janelas.

As armadilhas foram dispostas paralelamente à esquerda do transecto, distantes sete metros entre si. As mesmas permaneceram no campo por 48 horas, sendo posteriormente coletado o líquido conservante contendo os espécimes e levadas ao laboratório onde procedeu-se com a limpeza e triagem dos artrópodes para quantificação e identificação a nível de ordem. Os espécimes coletados foram conservados em álcool 70%.

A coleta da mesofauna foi realizada a partir da extração dos insetos presentes na camada subsuperficial do solo pelo método Funil de Berlese Tullgren adaptado de Rodrigues et al. (2008). As amostras de solo foram obtidas com o auxílio de uma sonda circular de cinco centímetros de raio, coletadas a cinco centímetros de profundidade, paralelamente a esquerda dos transectos, nos pontos estabelecidos para a coleta da macrofauna, e distantes sete metros entre si. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, depositadas em caixa de isopor e conduzidas ao laboratório.

Cada amostra foi individualmente distribuída nos extratores e submetida ao gradiente de temperatura e umidade contínuo durante quatro dias. Posteriormente os invertebrados contidos nos recipientes passaram por triagem, sendo quantificados e separados em grupos para identificação a nível de ordem.

Foram confeccionados 30 extratores a partir de canos de policloreto de vinilo (PVC) de 10 centímetros de diâmetro e cinco centímetros de altura, acoplado em uma das extremidades um funil de polietileno e na junção destes uma malha de dois milímetros a fim de reter o material depositado (solo). A malha visou permitir que apenas artrópodes com segmento corporal de até dois milímetros a atravessem. Na extremidade oposta de cada extrator foi colocada uma fonte de calor (lâmpada de 60 Watts) (Figura 2).



Figura 2. Funil de Berlese- Tullgren adaptado de Rodrigues et al. (2008).

Em decorrência da diferença de gradiente de temperatura e umidade, os insetos atravessaram a malha e foram direcionados, através do funil, para os recipientes coletores contendo líquido conservante (álcool 70%) imediatamente abaixo do funil. Os espécimes coletados foram triados, quantificados e identificados a nível de ordem permanecendo em álcool 70%. As coletas de campo da macro e mesofauna foram realizadas durante os meses de Julho e Novembro de 2016 e Janeiro, Março e Julho de 2017 a fim de verificar o efeito do gradiente sazonal (seca/chuva) sobre a abundância dos grupos amostrados.

Na determinação das propriedades químicas do solo foi realizada a coleta de amostras próximas aos pontos de coleta da fauna edáfica. Os pontos de coleta foram distribuídos ao longo do transecto, sendo coletadas duas amostras por ponto, uma a direita e outra a esquerda do ponto central de amostragem. A coleta foi realizada no mês de agosto de 2017, com auxílio de trado holandês na profundidade de 0-10 centímetros, sendo realizada a homogeneização das amostras simples e obtida uma amostra composta para cada área. As amostras foram conduzidas ao Laboratório de Análises de Solo,

Adubo e Foliar (LASAF) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) para a determinação dos atributos descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores dos atributos químicos do solo na camada 0-10 cm nas áreas de Fragmento Florestal (F), Área Recuperada (R) e Pastagem (P) no município de Alta Floresta - MT, 2018.

Parâmetro	F	R	P
pH _{H2O}	4,5	6,0	5,3
pH _{CaCl2}	3,9	5,0	4,3
P _{Mehlich} (mg/dm ³)	1,0	3,0	0,5
K (mg/dm ³)	49	34	80
K (cmol _c /dm ³)	0,12	0,09	0,21
Ca (cmol _c /dm ³)	0,34	1,88	0,86
Mg (cmol _c /dm ³)	0,22	1,09	0,34
Al (cmol _c /dm ³)	0,70	0,00	0,40
H+Al (cmol _c /dm ³)	3,39	2,63	3,28
Areia (g/kg)	733	608	458
Silte (g/kg)	63	50	50
Argila (g/kg)	205	343	493
CTC _{pH7,0} (cmol _c /dm ³)	4,1	5,7	4,7
SB (cmol _c /dm ³)	0,7	3,1	1,4
V (cmol _c /dm ³)	16,8	53,7	30,0
m (cmol _c /dm ³)	50,5	0,0	22,1
K (%)	3,1	1,5	4,4
Ca (%)	8	33	18
Mg (%)	5,4	19,2	7,3
Ca/Mg	1,5	1,7	2,5
Ca/K	2,7	21,8	4,2
Mg/K	1,8	12,6	1,6

pH: Potencial Hidrogeniônico; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio; H+Al: Acidez Potencial; CTC: Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; SB: Soma de Bases Trocáveis; V: Saturação por Bases; m: Saturação por Alumínio; K, Ca e Mg (%): Saturação por elemento.

Os índices de precipitação, temperatura do ar mínima, média e máxima e umidade relativa do ar mínima e máxima foram utilizados para explicar o efeito climático sobre a dinâmica populacional dos grupos, sendo os dados obtidos junto a Estação Meteorológica do Campus Universitário de Alta Floresta e utilizadas as médias entre os períodos correspondentes a coleta da fauna edáfica. A distância da sede da fazenda até a estação é de aproximadamente 5,5 km.

Os valores de abundância foram utilizados no cálculo dos índices ecológicos de (MAGURRAN, 2011):

- Diversidade de Shannon-Wiener (H)

$$H' = - \sum p_i (\log p_i) \quad (1)$$

Onde:

p_i = abundância relativa (proporção) da espécie i na amostra

$$p_i = n_i/N$$

n_i = número de indivíduos da espécie i

N = Número de indivíduos total da amostra.

- Número Efetivo de Espécies (H'_{exp})

$$= \text{Exp}(H') \quad (2)$$

- Diversidade de Simpson (D')

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (3)$$

Onde:

p_i : proporção da espécie i na comunidade;

S : número de espécies.

- Equitabilidade de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'(\text{observado})}{H' \text{máximo}} \quad (4a)$$

Onde:

H' máximo é a diversidade máxima possível de ser observada se todas as espécies apresentarem igual abundância.

$$H' \text{máximo} = \log S \quad (4b)$$

Onde:

S : número total de espécies.

- Riqueza de Margalef

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N} \quad (5)$$

Onde:

S = Número de espécies registradas.

N = Número total de indivíduos na amostra.

- Índice de similaridade de Jaccard

$$I_j = \frac{c}{a + b - c} \quad (6)$$

Onde

a = número de espécies presentes no sítio A

b = número de espécies presentes no sítio B

c = número de espécies presentes em ambos sítios A e B.

Análise estatística

A partir da abundância dos artrópodes coletados nas diferentes áreas foram obtidos os perfis de diversidade e a similaridade entre os ambientes (Coeficiente de Jaccard) assim como os valores de diversidade de Shannon e Simpson, riqueza de Margalef e equitabilidade de Pielou de cada área através do software PAST 3.16 (HAMMER, 2017).

Para a análise do efeito das variáveis climáticas sobre a abundância das ordens coletadas foi realizada uma Análise de Cluster e a partir dos *scores*, uma Análise de Redundância (RDA) correlacionando as ordens da artropodofauna (variáveis respostas) com os clusters (variáveis explicativas) no ambiente R. utilizando o pacote “ClustOfVar” (CHAVENT et al., 2012).

Para a avaliação dos atributos químicos do solo sobre a fauna edáfica foi realizada uma Análise de Cluster, aplicando o método de Agrupamento Hierárquico de Variáveis, tanto para os grupos da fauna quanto para os atributos químicos do solo avaliados, sendo posteriormente realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) para cada grupo, tanto da fauna quanto do solo.

Com os *scores* gerados pelas PCA's (fauna e solo) foi montada uma matriz tendo como variáveis preditoras o ambiente e o solo e como variáveis respostas a abundância de cada grupo da macro e mesofauna edáfica. A matriz foi analisada a partir da Análise Multivariada de Covariância (MANCOVA) com o objetivo de verificar se o ambiente e/ou os atributos do solo exerciam efeito sob os grupos da artropodofauna. Os dados foram analisados no ambiente R utilizando o pacote ClustOfVar (CHAVENT et al., 2012).

Resultados e Discussão

Foram amostrados 11.599 indivíduos da macrofauna perambulante (*Pitfall*) e 873 indivíduos da mesofauna extraídos do perfil do solo (Funil de Berlese), totalizando 12.472 indivíduos distribuídos em 15 grupos taxonômicos.

Na Tabela 3 são apresentadas as classes e/ou ordens da macro e mesofauna amostradas, suas respectivas abundâncias e o número total de indivíduos coletados em cada uma das áreas.

Tabela 3. Abundância dos grupos taxonômicos da fauna edáfica amostrada utilizando os métodos de coleta *Pitfall* e Funil de Berlese. Alta Floresta, MT, 2018.

Grupo	FR			RE			PA			Total	Freq.
	P	B	T	P	B	T	P	B	T		
Acari	2	62	64	40	10	50	13	42	55	169	1,36
Araneae	31	9	40	171	1	172	78	1	79	291	2,33
Blattodea	19	0	19	39	0	39	0	0	0	58	0,47
Termitidoidea	162	0	162	2	0	2	4	0	4	168	1,35
Diplopoda	0	0	0	47	0	47	0	0	0	47	0,38
Coleoptera	140	48	188	214	44	258	108	10	118	564	4,52
Collembola	195	39	234	147	362	509	164	102	266	1009	8,09
Diptera	50	9	59	131	5	136	60	0	60	255	2,04
Hemiptera	168	10	178	200	4	204	36	1	37	419	3,36
Hymenoptera	3286	52	3338	3475	19	3494	2281	7	2288	9120	73,12
Isopoda	2	0	2	14	0	14	7	1	8	24	0,19
Lepidoptera	7	0	7	10	0	10	0	0	0	17	0,14
Opilione	2	0	2	24	0	24	93	0	93	119	0,95
Orthoptera	19	0	19	95	0	95	33	0	33	147	1,18
For. Jovens	3	6	9	2	20	22	25	9	34	65	0,52
Total	4086	235	4321	4611	465	5076	2902	173	3075	12472	100

FR - Fragmento Florestal; RE - Área Recuperada; PA - Pastagem, P - *Pitfall*, F - Funil de Berlese; T - Total de organismos coletados, Freq - Frequência de coleta em porcentagem de cada grupo.

O grupo dominante da macrofauna foi Hymenoptera e da mesofauna, Collembola e Coleoptera. De acordo com Freire et al. (2015) esses grupos configuram-se como os mais frequentes nos diversos ambientes estudados, intercalando a maior abundância de um ou outro em função das características inerentes de cada área.

Para a macrofauna epígea, na área recuperada foram amostradas todas as ordens, enquanto no fragmento florestal e na pastagem foram 14 e 13 ordens respectivamente. A ordem Hymenoptera se destacou quantitativamente

em todos os ambientes avaliados evidenciando a capacidade de dispersão desses organismos e sua contribuição para a diversidade nos diferentes ecossistemas, entretanto em função da elevada adaptabilidade desse grupo se observa rápida substituição das comunidades de formigas quando ocorrem alterações no ambiente (THOMAS, 2017). Para Rousseau et al. (2010) sua abundância ou diversidade total não são eficientes na indicação da qualidade ambiental, sendo a composição específica ou os diversos grupos funcionais dentro dessa ordem mais eficientes para esse propósito.

A área em recuperação apresentou maior número de formicídeos amostrados (Tabela 3), seguido pelo fragmento florestal e pela pastagem. Segundo Souza (2016), os habitats estruturalmente mais complexos potencializam as populações de formigas, uma vez que a diversidade e a estrutura da vegetação associada à disponibilidade de serapilheira proporcionam condições tróficas e microclimáticas favoráveis a diversos grupos de artrópodes, especialmente as formigas. As pastagens comportam menor disponibilidade de recursos alimentares, em virtude de ser um sistema simplificado em termos de cobertura vegetal e disponibilidade de serapilheira diversificada (CANTARELLI et al., 2015).

Os colêmbolos amostrados configuraram a segunda ordem mais abundante (Tabela 3), tendo o fragmento florestal registrado o maior número de indivíduos coletados, em seguida a pastagem e a área recuperada. Esses organismos são sensíveis às modificações antrópicas, pois suas populações podem ser influenciadas pelas variações microclimáticas, pelas propriedades físicas do solo e pela heterogeneidade ambiental associada ao tipo de cobertura vegetal e disponibilidade de recursos alimentares (ZEPPELINI et al., 2009; SOCARRÁS, 2013; POMPEO et al., 2016). Em virtude de sua abundância, diversidade e sensibilidade a modificações que ocorrem nos habitats onde ocorrem, são tidos como bons indicadores de qualidade do solo (CASSAGNE et al., 2006).

Os coleópteros foram encontrados nas três áreas, sendo que o fragmento e a área em recuperação registraram o maior número de indivíduos amostrados. Petroni (2008) afirma que algumas espécies de coleópteros são exigentes quanto às condições do nicho ecológico que ocupam, a exemplo os

besouros de solo scarabeídeos, que tem sua ocorrência limitada a ambientes de elevada disponibilidade de material orgânico, uma vez que processam material em decomposição e atuam na ciclagem de nutrientes, além de serem negativamente afetados pela fragmentação, se mostrando assim potenciais bioindicadores de qualidade ambiental.

Os representantes da ordem Blattodea (subfamília Blattariae) foram encontrados somente na área recuperada e no fragmento florestal, não ocorrendo na pastagem. Os Termitoidae (isópteros, térmitas ou cupins) superfamília de Blattodea também apresentaram ocorrência numerosa no fragmento florestal e reduzido nos demais ambientes, sendo no fragmento observada a presença de cupins arborícolas e na área recuperada e na pastagem cupins terrícolas e formadores de montículos.

Os hemípteros configuraram-se como a quarta ordem mais abundante, tendo ocorrido em todos os ambientes, porém de forma mais numerosa nos ambientes de maior heterogeneidade, possivelmente em função da maioria das espécies dessa ordem serem fitófagos e encontrarem nesses ambientes maior disponibilidade e diversidade de recursos alimentares. Na pastagem, grande parte dos indivíduos coletados foram cigarrinhas (Homoptera), cujas espécies-praga desse grupo estão comumente associadas a estas forrageiras.

As aranhas como importantes predadoras foram abundantemente coletadas pelas armadilhas de solo alocadas no ambiente recuperado, registrando o maior número de indivíduos neste ambiente, seguido pela pastagem e pelo fragmento florestal. Rousseau et al. (2014), ao estudarem a macrofauna, constataram que a comunidade de predadores era afetada pelos diferentes usos do solo ao longo do tempo, pois com a intensificação de uso, as populações de predadores e sua diversidade eram reduzidas, afetando negativamente assim as relações tróficas.

As populações de Acari e Orthoptera seguiram o mesmo padrão de distribuição, sendo abundantes na área recuperada e decrescendo nas áreas de pastagem e fragmento florestal. De acordo com Nunes-Gotjahr; Braga (2015), os gafanhotos possuem estrita relação com a vegetação, visto que lhe

serve de substrato e alimento, logo a composição de espécies serve como indicador de qualidade ambiental.

A ordem Diplopoda ocorreu exclusivamente na área recuperada. Rousseau et al. (2014) observaram forte associação desta ordem com áreas de floresta e capoeiras altas na Amazônia Oriental. As demais ordens, apesar da baixa abundância (<1%), contribuíram de forma significativa para a diversidade de artrópodes encontrados nos diferentes ambientes.

A mesofauna presente no perfil do solo foi representada por nove ordens taxonômicas: Acari, Araneae, Coleoptera, Collembola, Diptera, Forma Jovem, Hemiptera, Hymenoptera e Isopoda (Tabela 3).

Os colêmbolos foram os organismos mais abundantes da mesofauna sendo registrados em todas as áreas, contudo a densidade populacional dessa ordem foi maior na área recuperada, seguido da pastagem. Como relatado anteriormente a dominância desse grupo nos diferentes ambientes está condicionada a disponibilidade de recursos alimentares e ao microclima local (GUIMARÃES et al., 2015), pois a temperatura e a umidade influenciam o crescimento, a distribuição e a reprodução dos indivíduos (POMPEO et al., 2016). Associado a isso, atributos químicos do solo como teor de matéria orgânica e pH podem afetar a disponibilidade de recursos alimentares e limitar a presença de algumas espécies relacionadas com íons essenciais presentes na água do solo (POMPEO et al., 2016; SOCARRÁS, 2013).

Juntamente com Collembola, a ordem Acari foi a segunda ordem mais abundante, sendo numerosa no fragmento florestal e na pastagem. A diversidade de habitats ocupados por esses organismos podem variar em função das condições adaptativas das espécies quanto às condições e recursos disponíveis no ambiente de modo que algumas espécies conseguem dominar locais mais conservados ou mais antropizados.

Os coleópteros de solo configuraram o terceiro grupo mais abundante da mesofauna presente nas áreas de fragmento florestal e recuperação. As populações de formigas habitantes do solo foram abundantes no fragmento florestal e intermediárias na área recuperada. Na pastagem a ocorrência desse grupo foi baixa. As ordens Hemiptera, Diptera e Araneae

ocorreram no fragmento florestal e na área recuperada, estando ausentes ou ocorrendo de forma acidental na pastagem.

Na Tabela 4 são apresentados os valores dos índices ecológicos calculados para as diferentes áreas de estudo relacionados à diversidade, riqueza e equitabilidade de grupos coletados.

Tabela 4. Índices ecológicos calculados para a fauna edáfica amostrada através dos métodos de coleta *Pitfall* e Funil de Berlese, em diferentes usos do solo em Alta Floresta - MT, 2018.

Índice	FR			RE			PA		
	P	B	T	P	B	T	P	B	T
H'	0,86	1,79	0,99	1,10	0,87	1,26	0,96	1,19	1,08
D'	0,35	0,81	0,39	0,42	0,38	0,51	0,38	0,59	0,44
H' exp	2,36	5,99	2,69	3,00	2,39	3,53	2,61	3,29	2,94
D _α	1,56	1,28	1,55	1,66	1,14	1,64	1,38	1,36	1,37
J'	0,33	0,86	0,38	0,39	0,42	0,47	0,38	0,57	0,44

FR - Fragmento Florestal; RE - Área Recuperada; PA – Pastagem; P -*Pitfall*; B - Funil de Berlese; T – Total dos grupos amostrados com ambos os métodos. H' – Diversidade de Shannon-Wiener; D' – Diversidade de Simpson; H' exp – Shannon Exponencial; D_α – Riqueza de Margalef; J' – Equitabilidade de Pielou; E_D – Equitabilidade de Simpson.

O índice de diversidade de Shannon calculado para a fauna perambulante demonstrou que a área recuperada apresentou maior diversidade de grupos, seguida da pastagem e do fragmento florestal. O índice de diversidade de Simpson seguiu o mesmo padrão observado e confirmou que a área recuperada comporta maior diversidade de grupos em relação às demais. Esse padrão pode ser explicado por ambos os índices considerarem a abundância proporcional das espécies em função da uniformidade e da riqueza, diferindo basicamente no peso dado as espécies raras (MELO, 2008).

Apesar disso, ao considerar o número efetivo de espécies (H' exp), observa-se que as comunidades pouco diferem quanto ao número de espécies igualmente comuns, indicando que a diversidade entre elas é semelhante.

A riqueza de espécies calculada através do índice de Margalef comprovou que os ambientes de recuperação e fragmento florestal, como habitats mais heterogêneos possuem condições ambientais favoráveis ao estabelecimento e manutenção de diferentes grupos de invertebrados, demonstrando que a heterogeneidade ambiental é um fator condicionante da complexidade da fauna epígea. Ecossistemas simplificados como as pastagens tendem a limitar a ocorrência de diversos grupos funcionais em detrimento da disponibilidade de nichos específicos exigidos por algumas espécies,

favorecendo assim aquelas oportunistas que se adaptam facilmente as condições existentes, o que contribui para a redução da diversidade de espécies encontradas nesses ambientes (PEREIRA; CARVALHO, 2012).

A equitabilidade de Pielou como medida de uniformidade ou padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies ou grupos (MARQUES et al., 2014) caracterizou a área recuperada e a pastagem como os ambientes de maior homogeneidade na distribuição de grupos amostrados seguido pelo fragmento florestal.

Considerando que os valores de riqueza de espécies e dos índices de Shannon e Simpson diferem apenas quanto ao peso atribuído às espécies raras (MELO, 2008), os perfis de diversidade da macrofauna, apresentados na Figura 3, confirmam maior riqueza de grupos ($\alpha=0$) encontrada na área recuperada, seguida pelo fragmento florestal e pela pastagem.

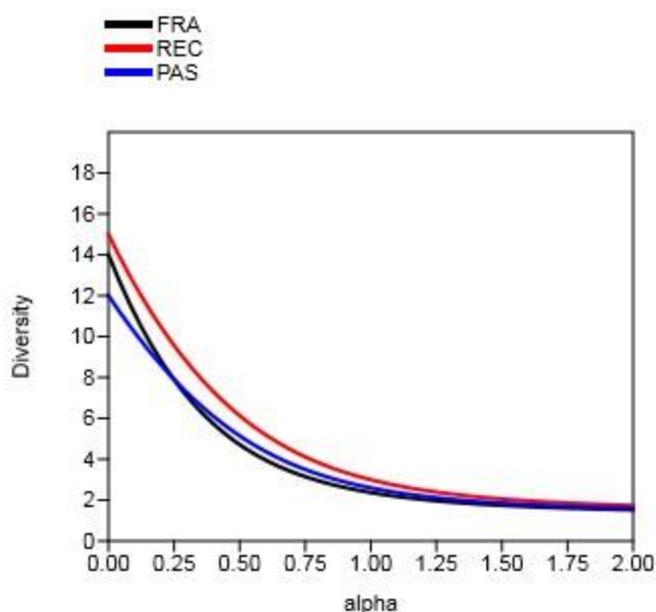


Figura 3. Perfis de diversidade da macrofauna coletada em diferentes sítios amostrais (FRA - Fragmento florestal; REC - Recuperação; PAS - Pastagem) utilizando a série de Hill. Alta Floresta, MT, 2018.

A área recuperada também se apresentou mais diversa quanto ao índice de Shannon ($\alpha=1$) (Figura 3). Apesar disso, o comportamento apresentado pelas três áreas quanto o índice de Simpson ($\alpha=2$) sugerem que as comunidades são não-comparáveis ou não-separáveis, não se podendo afirmar qual é mais diversa em virtude do peso pequeno dado as espécies raras (MELO, 2008).

Para a mesofauna amostrada no perfil do solo, a diversidade dos grupos calculada através dos índices de Shannon e de Simpson determinaram que a área do fragmento é mais diversa, decrescendo nas áreas de pastagem e área recuperada. Apesar do número de ordens amostradas em todos os ambientes ter sido praticamente o mesmo, o número de espécimes coletados pode ter favorecido os maiores índices de riqueza e equitabilidade registrados para as áreas de pastagem e fragmento florestal respectivamente. O número efetivo de espécies (H'_{exp}) sugere que a área recuperada e a pastagem possuem mais grupos em comum do que o fragmento e a área recuperada.

Os perfis de diversidade (Figura 4) reafirmaram que a riqueza de grupos ($\alpha=1$) amostrados no fragmento florestal foi maior, porém com valor muito próximo ao observado para as demais áreas.

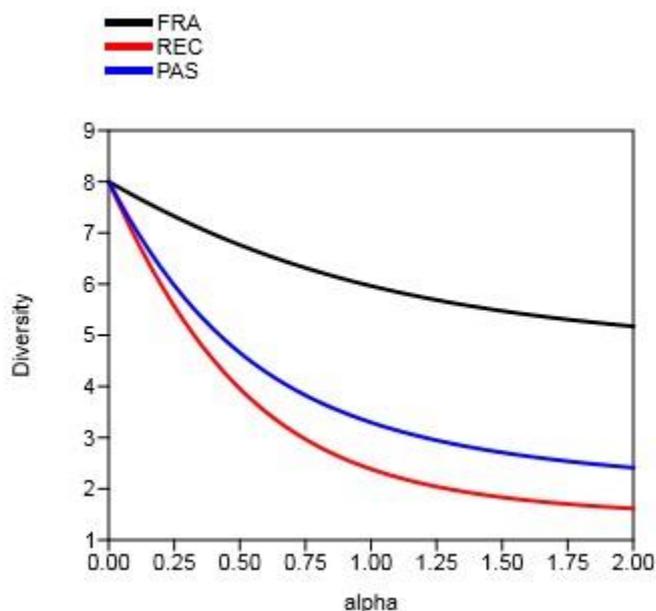


Figura 4. Perfis de diversidade da mesofauna amostrada em um fragmento florestal (FRA), área recuperada (REC) e pastagem (PAS) utilizando a série de Hill. Alta Floresta, MT, 2018.

Os maiores valores de diversidade de Shannon ($\alpha=1$) e Simpson ($\alpha=2$) também foram observados para essa área, seguido pela pastagem, demonstrando que as comunidades são separáveis, independentemente do índice utilizado.

Quanto a similaridades entre as áreas (Figura 5), para os grupos de macroinvertebrados amostrados, a semelhança entre os habitats de fragmento florestal e área recuperada foi elevada, indicando sobreposição de grupos

presentes em ambos os sítios. O fragmento florestal por estar mais próximo da pastagem compartilha alguns grupos em comum, contudo diverge na similaridade com esta em virtude da ausência de grupos como Blattodea e Lepidoptera.

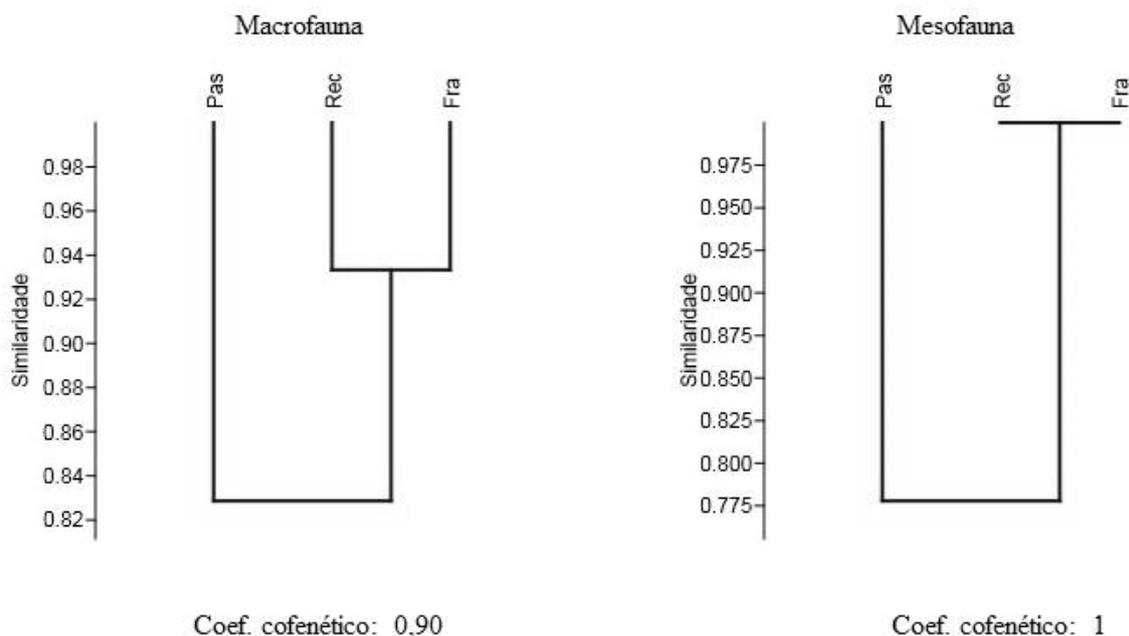


Figura 5. Dendrograma de similaridade de Jaccard para a macro e mesofauna coletada em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem. Alta Floresta, MT, 2018.

O mesmo padrão de similaridade foi observado para a mesofauna coletada no fragmento florestal e na área recuperada confirmando elevada igualdade nos grupos amostrados. A ausência da ordem Diptera pode ter contribuído para a média similaridade da pastagem com as demais áreas.

Na avaliação da sazonalidade sobre a dinâmica dos artrópodes (Figura 6) observou-se que os meses de maior precipitação foram novembro e fevereiro refletindo na dinâmica populacional de diversas ordens como Blattodea, Blattodea (Termitoidae), Diplopoda, Coleoptera, Hemiptera e Opilione nas quais houve incremento populacional possivelmente em função das condições de umidade e temperatura proporcionarem um microclima favorável (Figura 6). Abreu et al. (2014) comprovaram isso ao coletarem o maior número de indivíduos no período chuvoso e atribuíram isso a melhoria nas condições de umidade nos microambientes.

Em dezembro de 2016 a redução nas chuvas possivelmente teve efeito sobre a amostragem realizada em janeiro, pois as populações de

Araneae, Blattodea, Diplopoda e Hemiptera sofreram redução, todavia Diptera e Opilione não foram influenciadas.

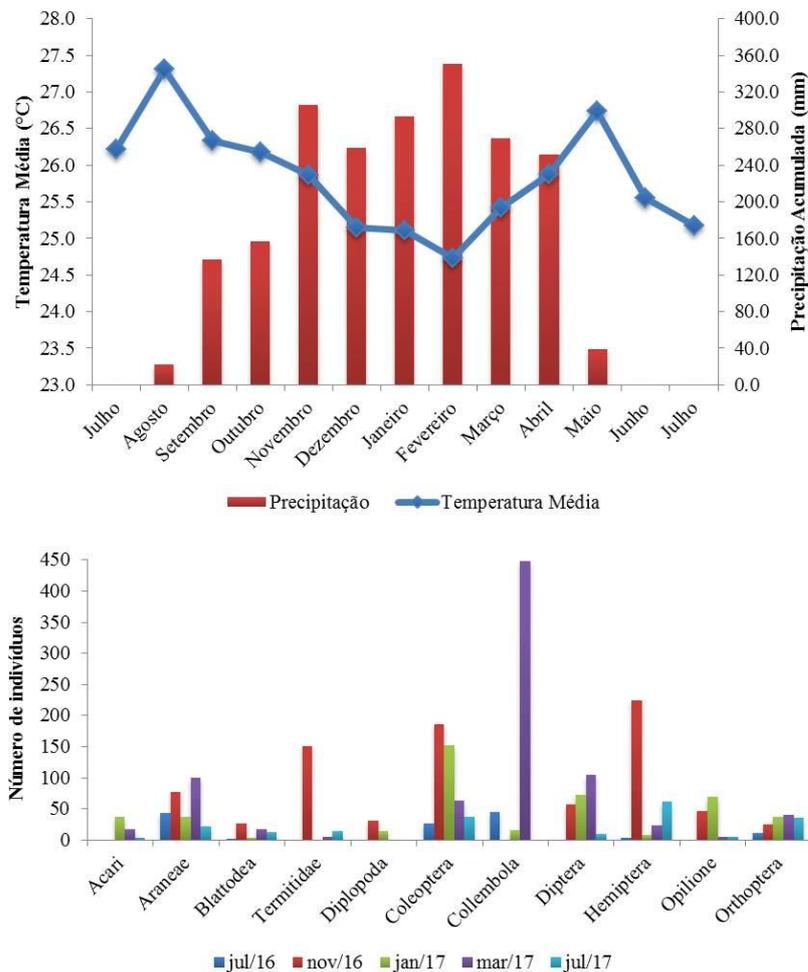


Figura 6. Dinâmica populacional da artropodofauna edáfica coletada em um gradiente de alteração antrópica (fragmento; área recuperada e pastagem) em função da sazonalidade. Alta Floresta, MT, 2018.

O máximo da precipitação registrada em fevereiro foi nos meses subsequentes reduzindo, contudo ainda em março a comunidade edáfica conseguiu se manter, tendo as ordens Araneae, Collembola, Diptera e Orthoptera atingido seu pico populacional, decrescendo junto com as demais ordens nos meses seguintes. Apesar disso, Hemiptera, Coleoptera, Orthoptera e Araneae se destacaram como as ordens mais abundantes em julho de 2017.

A análise de cluster aplicada as variáveis climáticas determinou a formação de dois grupos conforme Tabela 5.

Tabela 5. Agrupamento das variáveis climáticas avaliadas sobre a distribuição da fauna edáfica. Alta Floresta, 2018.

Cluster 1	Squared loading³	Cluster 2	Squared loading
Temp. Ar Máxima	0,99	Precipitação	0,99
Temp. Ar Média	0,98	Tem. Ar Mínima	0,99
UR Máxima	0,93	-	-
UR Mínima	0,96	-	-

Os coeficientes de correlação dos preditores (clusters) com os eixos da RDA indicou forte correlação do Cluster 1 com o eixo da RDA₂ (0,743) e baixa com a RDA₁ (0,097), enquanto o Cluster 2 apresentou valores intermediários com os eixos RDA₂ (0,568) e RDA₁ (0,488).

A análise de redundância (Figura 7) demonstrou que a correlação entre os grupos e o ambiente foi igual para ambos os eixos da RDA (0,749), contudo as correlações entre as variáveis climáticas e a abundância dos grupos taxonômicos da fauna variaram, pois no eixo RDA₁, as ordens Coleoptera, Blattodea (Termitidae), Diptera, Opilione e Hemiptera apresentaram correlação baixa, porém positiva com os clusters gerados, enquanto Hymenoptera apresentou correlação negativa.

No eixo RDA₂, Blattodea (Termitidae) e Hemiptera apresentaram correlação baixa e negativa com os grupos de variáveis climáticas analisadas; já Collembola se destacou dentre as ordens por apresentar relação positiva com as variáveis do cluster 1 (Temperatura máxima e média e umidade relativa do ar máxima e mínima). Segundo Oliveira-Filho e Barreta (2014), os colêmbolas são fortemente dependentes da água, migrando dentro do perfil do solo quando as condições de umidade não são adequadas. Espécies mais sensíveis podem ter suas populações reduzidas, seja em virtude da baixa umidade no solo, seja pela redução dos fungos presentes no solo que é um dos principais alimentos dos colêmbolas. Verma et al. (2014) confirmam ao afirmarem que a temperatura e a umidade são precursores da distribuição comunitária de Collembola e das populações fúngicas que lhe servem de alimento. As demais ordens não citadas mostraram-se pouco afetadas por qualquer das variáveis avaliadas.

³ Percentual de variância da variável explicada pelo fator.

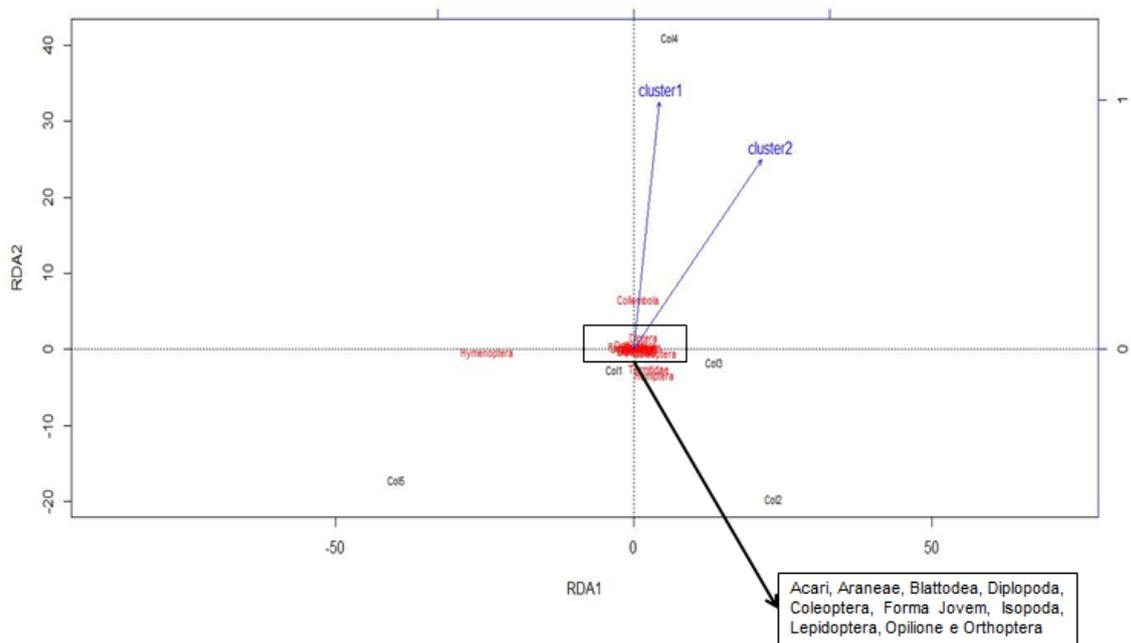


Figura 7. Diagrama de ordenação da análise de redundância embasada nos efeitos das variáveis climáticas (Cluster 1 - Temperatura do ar média e máxima e umidade relativa do ar mínima e máxima; Cluster 2 - Temperatura do ar mínima e precipitação) sobre a abundância dos grupos taxonômicos da fauna edáfica coletada em diferentes períodos do ano. Alta Floresta, 2018.

O agrupamento hierárquico de variáveis aplicado à macro e mesofauna do solo através da Análise de Cluster determinou a formação de três grupos distintos (Figura 8). Os grupos foram identificados como MAC₁, MAC₂, MAC₃, MES₁, MES₂ e MES₃.

Para a mesofauna, apesar do gráfico de estabilidade de partições ter determinado a formação de quatro clusters, optou-se por utilizar três em função de dois (Acari e Forma Jovem) dos quatro clusters terem sido representados por um único elemento (Ordem).

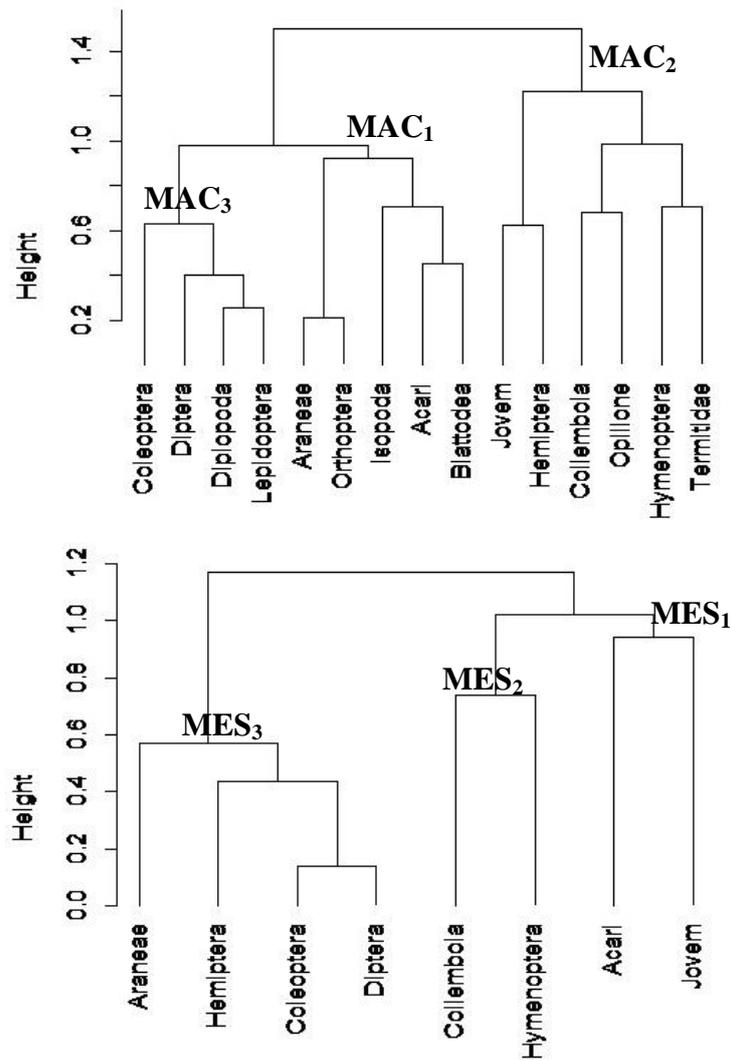


Figura 8. Dendrograma de agrupamento das ordens da macro e mesofauna edáfica coletada em três sistemas de uso do solo. Alta Floresta, MT, 2018.

A explicação do CP1 da PCA para os grupos da macrofauna foi de $MAC_1 = 11,1\%$, $MAC_2 = 25\%$ e $MAC_3 = 50\%$. Para a mesofauna o CP1 explicou 50% da variação nos dados para a $MES_{1,2}$ e 25% para a MES_3 .

Para as variáveis edáficas, o agrupamento hierárquico determinou a formação de dois clusters (SOL_1 e SOL_2) conforme observado na Figura 9, gerada pela PCA.

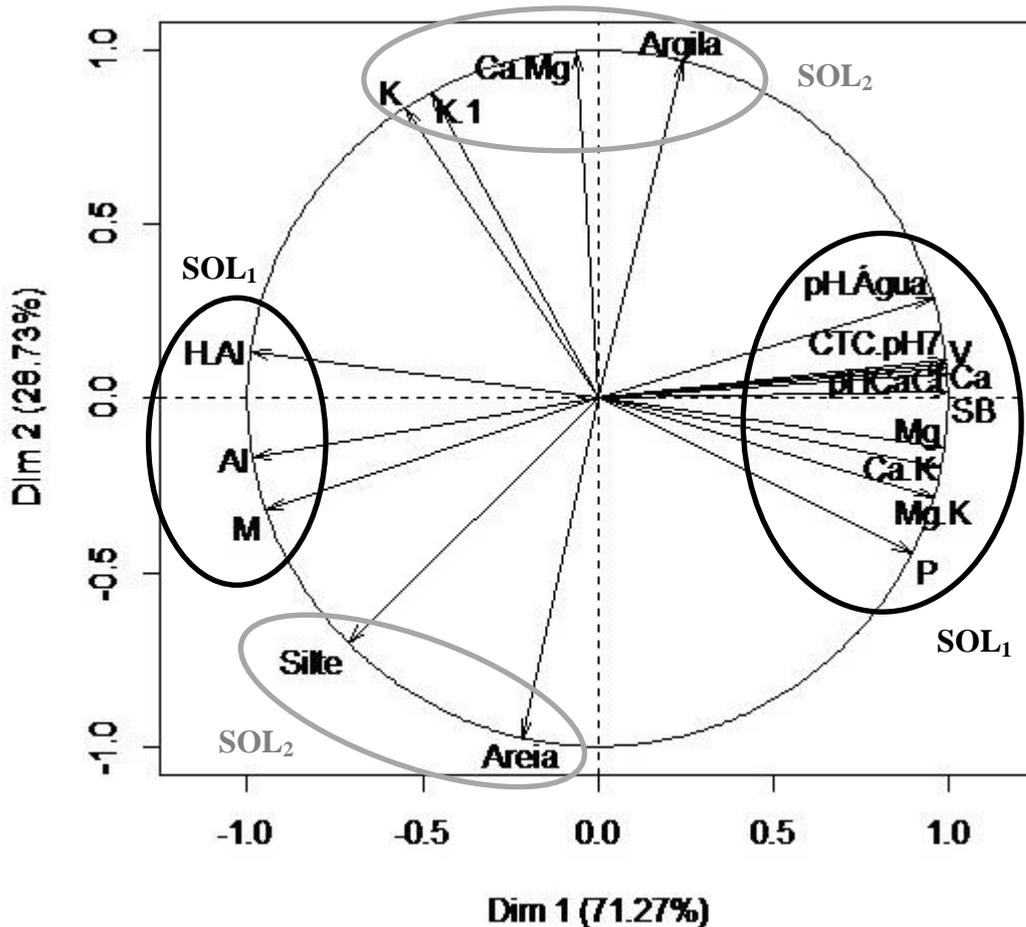


Figura 9. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos atributos químicos do solo. Alta Floresta, MT, 2018. pH: Potencial Hidrogeniônico; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio; H+Al: Acidez Potencial; CTC: Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; SB: Soma de Bases Trocáveis; V: Saturação por Bases; m: Saturação por Alumínio; K, Ca e Mg (%): Saturação por elemento.

O CP1 explicou 71,25% da variabilidade dos dados e indicou uma relação inversamente proporcional do alumínio presente no solo (Al) com os demais atributos. O CP2 evidenciou relação positiva entre os níveis de argila no solo e os elementos Potássio (K), Cálcio e Magnésio, os quais são negativamente influenciados pelos teores de Silte e Areia.

O solo coletado no fragmento florestal registrou os maiores valores de acidez e saturação por alumínio e os menores em relação aos elementos essenciais, mesmo com a presença de uma densa camada de serapilheira sob o solo. Associado a isso os níveis de areia em relação aos de argila foram elevados, podendo indicar rápida lixiviação de nutrientes nesse ambiente. Na área recuperada, as práticas adotadas a recomposição florestal

proporcionaram a correção da acidez do solo e incremento da saturação de bases.

Apesar da discrepância entre as propriedades químicas dos diferentes sítios de amostragem, a MANCOVA indicou não haver efeito significativo das propriedades químicas do solo sobre a composição e abundância das populações da macro e mesofauna edáfica (Tabela 6).

Tabela 6. Variáveis preditoras da abundância dos grupos da fauna edáfica coletada em diferentes usos do solo. Alta Floresta, MT, 2018.

Variável	F	p
Ambiente	14,45	< 0,001*
SOL ₁	0,72	0,64
SOL ₂	0,79	0,60

*Significativo a 5% de probabilidade.

Esse resultado pode ser atribuído ao fato da macrofauna ser composta por insetos perambulantes e que não apresentam contato direto com solo, logo não são influenciados pelas propriedades edáficas apesar de auxiliarem na estruturação e fertilidade do solo. Alguns organismos, a exemplo formas jovens de Coleoptera tem seu desenvolvimento inicial dentro do perfil do solo, contudo no presente estudo não foi constatado efeito dos atributos edáficos sobre esse grupo.

A mesofauna amostrada, apesar de habitar o perfil do solo também não foi influenciada pelos parâmetros químicos avaliados, porém isso não elimina o efeito de outras propriedades químicas ou físicas do solo, não avaliados neste estudo.

Em contrapartida foi constatada interferência significativa do ambiente sobre os grupos da macro e mesofauna edáfica, sendo o efeito maior sobre a fauna epígea (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da Análise Multivariada de Covariância dos grupos da fauna edáfica amostrada em diferentes usos do solo. Alta Floresta, MT, 2018.

Variável	R Múltiplo	R ² Múltiplo	R ² Ajustado	F	p
MAC ₁	0,92	0,84	0,82	47,14	0,00*
MAC ₂	0,60	0,36	0,29	5,02	0,02*
MAC ₃	0,60	0,36	0,29	4,99	0,02*
MES ₁	0,12	0,01	-0,09	0,13	0,88
MES ₂	0,76	0,59	0,54	12,70	0,00*
MES ₃	0,48	0,23	0,14	2,66	0,09

*Significativo a 5% de probabilidade.

Para os grupos da MAC₁ houve diferença significativa entre os ambientes de fragmento florestal e a área recuperada e desta com a pastagem ($p < 0,01$). Já para o grupo MAC₂ houve diferença significativa entre o fragmento florestal e a pastagem ($p < 0,05$). Assim como para a MAC₃ a diferença observada se deu entre a área recuperada e a pastagem ($p < 0,05$).

Os grupos da mesofauna Acari e Forma Jovem (MES₁) sofreram efeito diverso quando presentes nos habitats de fragmento florestal e na área recuperada ($p < 0,001$), enquanto as populações de Coleoptera, Araneae, Hemiptera e Diptera (MES₃) foram diferentemente influenciadas pelos ambientes de fragmento florestal e de pastagem ($p < 0,01$). Para as ordens Collembola e Hymenoptera (MES₂), o fragmento florestal apresentou diferença significativa com a pastagem ($p < 0,001$) e com a área recuperada ($p < 0,01$).

Conclusões

Neste estudo foram coletados 12.472 indivíduos distribuídos em 15 grupos taxonômicos, sendo Hymenoptera e Collembola os mais abundantes para a macro e mesofauna respectivamente.

A área recuperada registrou o maior número de indivíduos da fauna epígea coletados, assim como maior diversidade e riqueza de grupos amostrados, enquanto o fragmento florestal se mostrou mais diverso em relação à mesofauna, ressaltando os efeitos negativos da antropização sobre as comunidades edáficas e a importância da recuperação dessas áreas e conservação daquelas já existentes com o objetivo de assegurar a dinâmica e os processos ecológicos que mantêm os sistemas edáficos ativos.

Referências Bibliográficas

- ABREU, R. R. L.; LIMA, S. S.; OLIVEIRA, N. C. R.; LEITE, L. F. C. Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 409-416, 2014.
- ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köopen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, jan. 2014.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, n.4. p. 407-417. 2006.
- CANTARELI, C. V.; MARTINS, R.; ARANTES, V.; RAMIRES, M.; BARRELLA, W. Levantamento preliminar de aves na foz do rio Una, Mosaico da Juréia-Itatins, São Paulo, Brasil. **Unisanta Bioscience**, v. 5, n. 1, p.120-128, 2016.
- CARVALHO, R. da S. **Entomofauna do solo de mata primária atlântica como padrão indicador de qualidade dos agroecossistemas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012 (Documentos/Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, ISSN 1809-4996; 204).
- CASSAGNE, N.; GAUQUELIN, T.; BAL-SERIN, M.; GERS, C. Endemic Collembola, privileged bioindicators of forest management. **Pedobiologia**, Leipzig, v. 50, n. 2, p. 127-134, 2006.
- CHAVENT, M.; LIQUET, B.; KUENTZ-SIMONET, V.; SARACCO, J. ClustOfVar: an R package for the clustering of variables. **Journal of Statistical Software**, v. 50, n. 13, p. 1-16, 2012.
- FREIRE, L. R.; ARAUJO, E. S.; BERBARA, R. L. L. Tempo de captura de organismos da mesofauna do solo e seus reflexos na interpretação de índices da comunidade edáfica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 3, p. 1282-1291, 2015.
- GARLET, J.; COSTA, E. C.; BOSCARDIN, J.; MACHADO, D. N.; PEDRON, L. Fauna de Coleoptera edáfica em Eucalipto sob diferentes sistemas de controle químico da matocompetição. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 239-248, 2015.
- GOMES, J. B.; WEBLER, A. D.; AGUIAR, R. G.; AGUIAR, L. J. G.; NUNES, M. L. A.. Conversão de florestas tropicais em sistemas pecuários na Amazônia: quais as implicações no microclima da região?. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 67-81, jul./dez. 2015.
- GUIMARÃES, N. F. et al. Influência de sistemas de produção de café orgânico arborizado sobre a diversidade da fauna invertebrada epigéica. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 280-288, 2015.
- HAMMER, Ø. **PAST – Paleontological Statistics**. Versão 3.16. Reference Manual. Oslo: Natural History Museum, 2017.

HUBER, A. C. K.; MORSELLI, T. B. G. A. Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) no processo da vermicompostagem. **Revista da FZVA**, v. 18, n. 2, p. 12-20, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. 2004. Disponível em <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/vegetacao> . Acesso 08 jan. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Projeto TerraClass – Mapeamento da vegetação secundária para a Amazônia Legal, 2014.

LABEGALINI, N. S., F. N. DAMIÃO, L. ANDRADE. Desenvolvimento da cultura do milho sob efeitos de diferentes profundidades de compactação do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 4, p.7–11, 2016.

LAURANCE, W.F.; CAMARGO, J.L.C.; LUIZÃO, R.C.C.; LAURANCE, S.G.; PIMM, S.L.; BRUNA, E.M.; et al. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. **Biological Conservation**, n. 144, p. 56-67, 2011.

LOPES, A. S.; SOARES, S.; SILVA, E. M.; ROEL, A. R. Diversidade de insetos e aranhas presentes em diferentes fisionomias no Pantanal, na seca e cheia, Corumbá, MS. **Multitemas**, Campo Grande, v. 22, n. 51, p. 127-154, jan./jun. 2017.

MAGURRAN, A. E. **Mediando a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR, 2011. 261 p.

MARQUES, D. M.; DA SILVA, A. B.; DA SILVA, L. M.; MOREIRA, E. A.; PINTO, G. S. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1588-1597, Sept./Oct. 2014.

MELO, A.S. O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v. 8, n.3, p. 20-27, 2008.

MONTANDON, T. S.; CAMELLO, T. C. F.; ALMEIDA, J. R. Indicadores de sustentabilidade para monitoramento de projetos de recuperação de áreas degradadas. **Revista SUSTINERE**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 43-52, jan./jun, 2015.

NOGUEIRA, W. L. P. **Métodos para regeneração de áreas alteradas na fazenda experimental da Universidade Federal do Amazonas – Amazônia Central**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

NUNES, J. S. **Atributos Biológicos do Solo de Áreas em Diferentes Níveis de Degradação no Sul do Piauí**. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus - PI, 2010.

NUNES, L. A. P. L.; ARAUJO-FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q.; Recolonização da fauna edáfica em áreas de Caatinga submetidas a queimadas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 214-220, jul./set. 2008.

- NUNES-GUTJAHRL, A. L.; BRAGA, C. E. S. Análise faunística de gafanhotos Acridoidea da Volta Grande do Rio Xingu, área de influência direta da Hidrelétrica Belo Monte, Pará, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.7, p.1220-1227, jul, 2015.
- OLIVEIRA FILHO, L. C. L.; BARETTA, D. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos?. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 21-40, abr./mai. 2016.
- PEREIRA, K. S.; CARVALHO, R. S. Entomofauna do solo de mata primária Atlântica como padrão indicador de qualidade do agroecossistema. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 6, n. 2, nov. 2012.
- PEREIRA, R. C.; ALBANEZ, J. M.; MAMÉDIO, I. M. P. Diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas – BA. **Magistra**, v. 24 (número especial), p. 63-76, 2012.
- PETRONI, D. M. **Diversidade de famílias de Coleoptera em diferentes fragmentos florestais no município de Londrina, PR – Brasil**. 2008. 62p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Londrina, Londrina, 2008.
- POMPEO, P. N.; SANTOS, M. A. B.; BIASI, J. P.; SIQUEIRA, S. F.; ROSA, M. G.; BARRETA, C. R. D. M.; BARRETA, D. Fauna e sua relação com atributos edáficos em Lages, Santa Catarina – Brasil. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 42-51, jan./mar., 2016.
- RODRIGUES, K. M.; CORREIA, M. A. F.; ALVES, L. B.; AQUINO, A. M. da. **Funis de Berlese-Tullgren modificados utilizados para amostragem de macroartrópodes de solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 6 p. (Circular Técnica, n. 22).
- ROUSSEAU, G. X.; SILVA, P. R. S.; CELENTANO, D.; CARVALHO, C. J. R. Macrofauna do solo em uma cronosequência de capoeiras, florestas e pastos no Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v. 44, n. 4, p. 499 - 512, 2014.
- ROUSSEAU, G. X.; SILVA, P. R. S.; DE CARVALHO, C. J. R. Earthworms and arthropods as soil health indicators in traditional and no-fre agro-ecosystems from Eastern Amazon. **Acta Zoologica Mexicana**. Número especial 2, p. 117-134, 2010.
- SILVA, L. V.; PAULA RIBEIRO, A. L.; DAL'COL LÚCIO, A. Diversidade de aranhas de solo em cultivos de milho (*Zea mays*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2395-2404, 2014.
- SIQUEIRA, G. M.; SILVA, E. F. F.; MOREIRA, M. M.; SANTOS, G. A. A.; SILVA, R. A. Diversity of soil macrofauna under sugarcane monoculture and two different natural vegetation types. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 30, p. 2669-2677, Jul. 2016.

SIQUEIRA, G. M.; SILVA, E. F. F.; PAZ-FERREIRO, J. Land use intensification effects in soil arthropod community of an entisol in Pernambuco state, Brazil. **The Scientific World Journal**, v. 2014, 2014. 7 p.

SOCARRÁS, A. Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. **Pastos y Forrajes**, v. 36, n. 1, p. 5-13, jan./mar., 2013.

SOUZA, J. A. **Comunidades de artrópodes de serapilheira em uma área do cerrado nordeste do estado do Maranhão, Brasil**. 2016. 39 f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2016.

THOMAS, S. E. O. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em plantios de Teca, Pau-de-balsa e área nativa no bioma Cerrado**. 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.

VERMA, D.; YADAV, R. K.; KUMAR, M. Effect of ecological factors on population density of Collembolan in Agra. **Journal of Environmental and Applied Bioresearch**, v. 2, n.1, p. 25-28, set. 2014.

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B. C.; CREÃO-DUARTE, A. J.; HERNANDEZ, M. I. M. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 5, p. 1161-1170, mai. 2009.

5. CAPÍTULO 2

5.1. DIVERSIDADE E POTENCIAL BIOINDICADOR DE FORMICÍDEOS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA AMAZÔNIA MERIDIONAL.

RESUMO – (Diversidade e potencial bioindicador de formicídeos (Hymenoptera: Formicidae) em diferentes usos do solo na Amazônia Meridional). Os formicídeos são amplamente estudados e tem sua importância ecológica comprovada pelo potencial de bioindicação. O presente estudo objetivou avaliar a riqueza e abundância de formigas em três usos do solo: fragmento florestal, área recuperada e pastagem, bem como identificar espécies potencialmente indicadoras de qualidade ambiental. Os levantamentos foram realizados na Fazenda Anacã, Alta Floresta - MT através de amostragens com armadilhas de queda. A partir da abundância das espécies identificadas foi calculada a diversidade de espécies e a similaridade entre as áreas. A influência da sazonalidade foi avaliada através de gráficos de distribuição da precipitação e da abundância de formicídeos amostrados em cada área. A análise de espécies indicadoras foi realizada no ambiente R utilizando o pacote “indicpecies”. Foram coletados 7.871 indivíduos distribuídos em 78 espécies, 15 tribos e cinco subfamílias. As subfamílias Myrmicinae e Formicinae foram as mais abundantes, sendo a área recuperada mais diversa e o fragmento florestal mais rico em espécies. O número de espécies indicadoras registradas no fragmento florestal foi de 14 e seis na área recuperada, não tendo a pastagem nenhum registro. *Cyphomyrmex transversus* foi identificada como indicadora compartilhada do fragmento florestal e da área recuperada. As formigas se mostraram excelentes indicadoras da qualidade ambiental dos ambientes avaliados, demonstrando seu potencial na avaliação e monitoramento de áreas com diferentes graus de intervenção.

Palavras-chave: Formigas epígeas, mirmecofauna, diversidade, riqueza.

Abstract - Formicidae are widely studied and have their ecological importance proven by the potential for bioindication. The present study aimed to evaluate the richness and abundance of ants in three uses of the soil: forest fragment, reclaimed area and pasture, as well as to identify species potentially indicative of environmental quality. The surveys were carried out at Fazenda Anacã, Alta Floresta - MT through sampling with fall traps. From the abundance of the identified species was calculated the diversity of species and the similarity between the areas. The influence of seasonality was evaluated through the distribution of precipitation and the abundance of formicidae sampled in each area. The analysis of indicator species was performed in the R environment using the "indicpecies" package. A total of 7,871 individuals were collected from 78 species, 15 tribes and 5 subfamilies. The Myrmicinae and Formicinae subfamilies were the most abundant, with the most diverse recovered area and the most species richest forest fragment. The number of indicator species recorded in the forest fragment was 14 and 6 in the recovered area, with no pasture being recorded. *Cyphomyrmex transversus* was identified as a shared indicator of the forest fragment and the area recovered. The ants proved to be excellent indicators of the environmental quality of the evaluated environments, demonstrating their potential in the evaluation and monitoring of areas with different degrees of intervention.

Key-words: Epigene ants, mirmecofauna, diversity, richness.

Introdução

A família Formicidae é um dos grupos de artrópodes mais estudados, de modo que as informações disponíveis na literatura atual permitem fazer inferências a respeito desse grupo comprovando sua importância no contexto da conservação ambiental (OLIVEIRA et al., 2014). O Brasil tem a maior diversidade de gêneros, com 31% dos gêneros reconhecidos no mundo e a segunda maior diversidade de espécies de formigas do planeta (BACCARO et al., 2015).

Nos ecossistemas onde ocorrem podem atuar como detritívoras auxiliando na ciclagem de nutrientes e/ou como predadoras controlando a população de outros insetos (FLECK et al., 2015), sendo classificadas de diferentes formas em detrimento dos aspectos funcionais de cada grupo (FERNANDEZ, 2003).

As comunidades de formicídeos tem sido utilizadas em estudos a fim de compreender os efeitos das perturbações nos ecossistemas naturais (SOARES et al., 2010), pois são tidas como potenciais indicadores da qualidade ambiental por apresentarem muitos dos fatores exigidos aos bioindicadores (BOSCARDIN et al., 2016). Dentre esses fatores podem ser destacados a abundância e diversidade de espécies, sensibilidade a alterações, ampla distribuição, facilidade de amostragem e identificação; além disso, esses insetos permitem a re-amostragem ao construírem ninhos fixos (SOUZA, 2010; MENTONE et al., 2011; SIQUEIRA et al., 2016).

Os ambientes estruturalmente complexos de vegetação nativa e reflorestamento comportam condições favoráveis ao estabelecimento de diversos táxons de formigas em função da presença de sub-bosque, da quantidade de serapilheira disponível e da estreita relação de alguns grupos com a flora (CANTARELLI et al., 2015). A disponibilidade de nichos variáveis permite que a diversidade desse grupo aumente em função da complexidade desses ambientes (ROCHA et al., 2015). Em contrapartida, a conversão dessas áreas de vegetação nativa em habitats simplificados, como as pastagens, tem provocado impacto significativo sobre os formicídeos ao promover redução da riqueza de espécies e dominância de espécies mais adaptadas, constatado pela elevada abundância destas. A simplificação

extrema do ambiente, observada em pastagens, é prejudicial para a conservação da biodiversidade de formigas (GOMES et al., 2013). Em um cenário intermediário, a recuperação de áreas antropizadas pode promover a recomposição das espécies anteriormente existentes, apesar de ser um processo lento e parcialmente eficiente quando elementos essenciais às espécies ou grupos são perdidos (LASTE et al., 2015).

Na região Sul da Amazônia pouco se sabe sobre os padrões ecológicos locais a respeito da mirmecofauna, fato este que resulta em uma problemática para o conhecimento da diversidade de formigas nos trópicos, pois a rápida conversão da floresta em outras formas de uso do solo poderá levar espécies à extinção, antes mesmo de serem descobertas e identificadas pela ciência (VICENTE et al., 2016).

Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a abundância e a riqueza de formigas em um gradiente de alteração ambiental caracterizado por um fragmento de floresta secundária, área recuperada e pastagem, verificando se a composição de formigas varia em função do ambiente a fim de apontar espécies potencialmente bioindicadoras de qualidade ambiental.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas em três ambientes próximos entre si: fragmento de floresta secundária, área recuperada e pastagem, localizados na Fazenda Anacã, município de Alta Floresta (9°50'40,67"S e 56°6'56,55"O), região norte do estado de Mato Grosso, Sul da Amazônia Meridional. Na área recuperada, anteriormente ocupada por pastagem, foram adotadas medidas de correção das propriedades físico-químicas do solo e plantio de espécies florestais e de adubação verde conforme descrito no Capítulo 1.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região caracteriza-se como Am, com estações seca e chuvosa definidas, precipitação de até 3.000 mm/ano e temperatura média de 26°C (ALVAREZ et al., 2014; LABEGALINI et al., 2016). As formações predominantes são Floresta Ombrófila Aberta com fasciações de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual com fisionomia florestal composta de árvores mais espaçadas, estrato arbustivo pouco denso e presença de fanerófitas rosuladas e lianas lenhosas (IBGE, 2004). A amostragem da mirmecofauna foi realizada durante os meses de julho e novembro (2016), janeiro, março e julho (2017) com o intuito de verificar o efeito do gradiente sazonal sobre a distribuição de formicídeos nos diferentes usos do solo.

Em cada ambiente foram instalados transectos de 50 metros de comprimento e distribuídas ao longo deste sete armadilhas de solo do tipo PROVID (ANTONIOLLI et al., 2006), equidistantes sete metros, confeccionadas a partir de garrafas Pet com quatro aberturas em formato de janela nas dimensões de seis centímetros de altura por quatro de largura, na altura de cinco centímetros a partir da base da garrafa conforme Figura 1 do Capítulo 1.

Com o auxílio de sonda cilíndrica, o solo foi perfurado a profundidade correspondente ao limite inferior das janelas nas garrafas e as mesmas foram enterradas. O interior do recipiente foi preenchido com solução salina (250 mililitros de água + 20 gramas de sal + 4 gotas de detergente) (GARLET et al., 2015) para conservação dos espécimes coletados ao longo das 48 horas que as armadilhas permaneceram no campo. Após este período o conteúdo das armadilhas foi, individualmente, coletado e identificado.

No laboratório procedeu-se com a quantificação e separação das morfoespécies, as quais foram enviadas para identificação taxonômica pelo especialista Dr. Jacques Hubert C. Delabie do Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) em Ilhéus - BA.

A influência do gradiente sazonal sobre a dinâmica de formicideos foi observada através de gráficos de distribuição da precipitação e temperatura média e da abundância de formigas coletadas em cada área. Os dados climatológicos foram obtidos junto a Estação Meteorológica da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, situada a 5,5 km das áreas de coleta, sendo utilizadas as médias entre os períodos correspondentes as coletas.

A partir dos valores de abundância foram mensurados conforme Magurran (2011) a:

- Diversidade de Shannon-Wiener (H)

$$H' = - \sum p_i (\log p_i) \quad (1)$$

Onde:

p_i = abundância relativa (proporção) da espécie i na amostra

$p_i = n_i/N$

n_i = número de indivíduos da espécie i

N = Número de indivíduos total da amostra.

- Número Efetivo de Espécies (H'_{exp})

$$= \text{Exp}(H') \quad (2)$$

- Diversidade de Simpson (D')

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (3)$$

Onde:

p_i : proporção da espécie i na comunidade;

S : número de espécies.

- Equitabilidade de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'(\text{observado})}{H'\text{máximo}} \quad (4a)$$

Onde:

H' máximo é a diversidade máxima possível de ser observada se todas as espécies apresentarem igual abundância.

$$H'\text{máximo} = \log S \quad (4b)$$

Onde:

S: número total de espécies.

- Riqueza de Margalef

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N} \quad (5)$$

Onde:

S = Número de espécies registradas.

N = Número total de indivíduos na amostra.

- Índice de similaridade de Jaccard

$$I_j = \frac{c}{a + b - c} \quad (6)$$

Onde

a = número de espécies presentes no sítio A

b = número de espécies presentes no sítio B

c = número de espécies presentes em ambos sítios A e B.

Análise dos dados

A partir da abundância observada em cada ambiente foram calculados os índices de diversidade de Shannon e Simpson, Riqueza de Margalef e Equitabilidade de Pielou e elaborados os perfis de diversidade utilizando a Série de Hill (Hill, 1973) e o dendrograma de similaridade de Jaccard no programa PAST versão 3.16 (HAMMER, 2017).

As espécies indicadoras foram determinadas a partir da construção de uma matriz de abundância processada no ambiente R versão 3.3.3. utilizando dentro do pacote “indicpecies” a função “multipatt” a qual faz a combinação dos grupos de espécies com os sítios amostrais (DE CÁCERES, 2013).

Resultados e Discussão

Nos três ambientes foram registrados 7.871 indivíduos distribuídos em 78 espécies, 15 tribos e cinco subfamílias (Tabela 1).

Tabela 1. Subfamílias, família e espécies de formigas epígeas em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem (P) no município de Alta Floresta, MT, 2018.

SUBFAMÍLIA/TRIBO/ESPÉCIE	F	R	P	Total	F(%)
MYRMICINAE					
Tribo Attini					
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	0	3	0	3	0,04
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i> (Forel, 1893)	136	6	0	142	1,80
<i>Cyphomyrmex peltatus</i> (Kempf, 1966)	2	0	0	2	0,03
<i>Cyphomyrmex transversus</i> (Emery, 1894)	13	54	0	67	0,85
<i>Mycocepurus goeldii</i> (Forel, 1893)	1	4	3	8	0,10
<i>Sericomyrmex bondari</i> (Borgmeier, 1937)	0	0	1	1	0,01
<i>Sericomyrmex mayri</i> (Forel, 1912)	122	0	0	122	1,55
<i>Sericomyrmex saussurei</i> (Emery, 1894)	14	0	0	14	0,18
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	21	0	0	21	0,27
<i>Trachymyrmex compactus</i> (Mayhé-Nunes & Brandão, 2002)	34	0	0	34	0,43
<i>Trachymyrmex relictus</i> (Borgmeier, 1934)	5	0	0	5	0,06
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	4	0	0	4	0,05
<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	1582	0	0	1582	20,10
Tribo Pheidolini					
<i>Pheidole coffeicola</i> (Borgmeier, 1934)	31	0	0	31	0,39
<i>Pheidole gertrudae</i> (Forel, 1886)	0	83	0	83	1,05
<i>Pheidole</i> grupo diligens sp.2 (Smith, 1858)	0	0	17	17	0,22
<i>Pheidole</i> grupo fallax sp.1 (Mayr, 1870)	68	802	630	1500	19,06
<i>Pheidole</i> grupo flavens sp.3 (Roger, 1863)	0	1	2	3	0,04
<i>Pheidole</i> grupo flavens sp.4 (Roger, 1863)	7	0	0	7	0,09
<i>Pheidole</i> grupo tristis sp.1 (Smith, 1858)	0	26	8	34	0,43
<i>Pheidole</i> grupo tristis sp.3 (Smith, 1858)	0	31	0	31	0,39
<i>Pheidole jeannei</i> (Wilson, 2003)	0	0	1	1	0,01
<i>Pheidole obscurithorax</i> (Naves, 1958)	17	538	2	557	7,08
<i>Pheidole radoszkowskii</i> (Mayr, 1884)	0	4	0	4	0,05
Tribo Solenopsidini					
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	0	17	4	21	0,27

TABELA continuação

<i>Solenopsis globularia</i> (Smith, 1858)	1	18	5	24	0,30
<i>Solenopsis invicta</i> (Buren, 1972)	10	0	1	11	0,14
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith, 1855)	76	7	3	86	1,09
<i>Solenopsis</i> sp.1	5	0	0	5	0,06
<i>Solenopsis virulens</i> (Smith, 1858)	85	0	5	90	1,14
Tribo Crematogastrini					
<i>Crematogaster evallans</i> (Forel, 1907)	0	0	3	3	0,04
<i>Crematogaster longispina</i> (Emery, 1890)	4	0	0	4	0,05
<i>Crematogaster tenuicula</i> (Forel, 1904)	43	0	0	43	0,55
<i>Crematogaster victima</i> (Smith, 1858)	0	474	0	474	6,02
Tribo Formicoxenini					
<i>Cardiocondyla emeryi</i> (Forel, 1881)	6	22	31	59	0,75
Tribo Ochetomyrmecini					
<i>Ochetomyrmex neopolitus</i> (Fernandez, 2003)	74	0	3	77	0,98
Tribo Myrmicini					
<i>Pogonomyrmex abdominalis</i> (Santschi, 1929)	4	339	140	483	6,14
Tribo Stenammini					
<i>Rogeria besucheti</i> (Kugler, 1994)	5	0	0	5	0,06
Tribo Blepharidattini					
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	0	20	3	23	0,29
PONERINAE					
Tribo Ponerini					
<i>Hypoponera</i> sp.1	3	0	0	3	0,04
<i>Hypoponera</i> sp.2	1	0	0	1	0,01
<i>Neoponera apicalis</i> (Latreille, 1802)	10	0	0	10	0,13
<i>Neoponera commutata</i> (Roger, 1860)	14	0	0	14	0,18
<i>Odontomachus bauri</i> (Emery, 1892)	0	4	2	6	0,08
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	9	6	5	20	0,25
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	1	0	0	1	0,01
<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille, 1802)	8	0	0	8	0,10
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	6	0	0	6	0,08
<i>Rasopone arhuaca</i> (Forel, 1901)	1	0	0	1	0,01
FORMICINAE					
Tribo Camponotini					
<i>Camponotus (Myrmaphaenus)</i> sp.2	3	0	0	3	0,04

TABELA continuação

<i>Camponotus (Myrmaphaenus) sp.3</i>	0	1	0	1	0,01
<i>Camponotus (Tanaemyrmex) sp.1</i>	1	0	0	1	0,01
<i>Camponotus arboreus</i> (Smith, 1858)	2	0	0	2	0,03
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858)	214	0	0	214	2,72
<i>Camponotus blandus</i> (Smith, 1858)	538	88	37	663	8,42
<i>Camponotus cacicus</i> (Emery, 1903)	1	0	0	1	0,01
<i>Camponotus cingulatus</i> (Mayr, 1862)	18	2	0	20	0,25
<i>Camponotus crassus</i> (Mayr, 1862)	0	73	9	82	1,04
<i>Camponotus fastigatus</i> (Roger, 1863)	8	9	0	17	0,22
<i>Camponotus melanoticus</i> (Emery, 1894)	10	357	45	412	5,23
<i>Camponotus novogranadensis</i> (Mayr, 1870)	0	0	1	1	0,01
<i>Camponotus prox. Callistus</i> (Emery, 1911)	1	0	0	1	0,01
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	0	86	2	88	1,12
Tribo Gigantiopini					
<i>Gigantiops destructor</i> (Fabricius, 1804)	4	0	0	4	0,05
DOLICHODERINAE					
Tribo Dolichoderini					
<i>Dolichoderus bispinosus</i> (Olivier, 1792)	141	0	0	141	1,79
<i>Dolichoderus ghilianii</i> (Emery, 1894)	2	0	0	2	0,03
<i>Dolichoderus imitator</i> (Emery, 1894)	5	1	0	6	0,08
<i>Dorymyrmex brunneus</i> (Forel, 1908)	17	330	25	372	4,73
Tribo Pseudomyrmecini					
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	0	2	0	2	0,03
<i>Pseudomyrmex grupo pallidus sp.1</i> (Smith, 1855)	0	3	0	3	0,04
<i>Pseudomyrmex grupo pallidus sp.2</i> (Smith, 1855)	1	0	0	1	0,01
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> (Fabricius, 1804)	2	1	0	3	0,04
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	0	10	54	64	0,81
ECTATOMMINAE					
Tribo Ectatommini					
<i>Ectatomma brunneum</i> (Smith, 1858)	0	1	0	1	0,01
<i>Ectatomma lugens</i> (Emery, 1894)	4	0	0	4	0,05
<i>Ectatomma suzanae</i> (Almeida Filho, 1986)	5	0	0	5	0,06
<i>Gnamptogenys acuta</i> (Brown, 1956)	2	0	0	2	0,03
<i>Gnamptogenys relictata</i> (Mann, 1916)	4	0	0	4	0,05
TOTAL	3406	3423	1042	7871	100

O número total de indivíduos coletados no fragmento florestal e na área recuperada foi muito próximo, diferindo consideravelmente da pastagem, na qual foram coletados apenas 13,24% dos indivíduos. Isso demonstra que ambientes heterogêneos como as florestas nativas são essenciais para a conservação de formigas, ao ofertar maior variedade de recursos e condições ambientais para as espécies (GOMES et al., 2013), enquanto as áreas em estágio avançado de sucessão apresentam uma correlação positiva com a qualidade e umidade da serapilheira, favorecendo maior abundância de gêneros (SEGAT et al., 2017).

Dentro da subfamília Myrmicinae foram registradas 39 espécies, distribuídas em nove tribos. Essa subfamília é de grande importância, devido sua ampla distribuição e capacidade aparente de expansão, onde se encontra vários gêneros com grande número de espécies (CORASSA et al., 2015). A tribo Attini registrou o maior número de espécies (13), seguido por Pheidolini (11), Solenopsidini (6) e Crematogastrini (4). As demais tribos foram representadas por uma única espécie, totalizando cinco gêneros. A subfamília Formicinae registrou o segundo maior número de táxons (18) distribuídos em duas tribos, sendo Camponotini representada por 14 gêneros e Gigantiopini por uma única espécie.

O número de táxons dentro da subfamília Ponerinae (10) foi semelhante ao observado para Dolichoderinae (9), contudo a primeira registrou cinco gêneros de formicídeos, enquanto na segunda foram encontrados três gêneros distribuídos em duas tribos. A maioria das espécies da subfamília Ponerinae foi coletada no fragmento florestal evidenciando a necessidade ecológica das espécies de ocupar ambientes arborizados e com boa disponibilidade de serapilheira, conforme observado também por Rocha et al. (2015).

Os gêneros *Ectatomma* e *Gnamptogenys* representaram a subfamília Ectatomminae, cuja ocorrência ficou restrita ao fragmento florestal. Segat et al. (2017) confirmaram relação precisa do gênero *Gnamptogenys* com habitats maduros e equilibrados e associaram a ocorrência desse gênero em florestas nativas em função da presença de epífitas e madeira em decomposição, locais normalmente utilizados para nidificação.

Nos três ambientes de coleta observou-se a ocorrência de 11 espécies comuns indicando a capacidade adaptativa dessas espécies de colonizar diferentes áreas. O fragmento florestal registrou 60 espécies, seguido pela área recuperada (34) e pela pastagem (27).

A espécie *Atta cephalotes* foi dominante no fragmento florestal representando 46,45% dos indivíduos coletados, seguido por *Camponotus blandus* (15,8%). Na área recuperada o gênero *Pheidole* destacou-se como o mais representativo, sendo *Pheidole grupo fallax sp.1* e *Pheidole obscurithorax* as espécies dominantes com 23,43% e 15,72% dos indivíduos coletados respectivamente. Na pastagem *Pheidole grupo fallax sp.1* também destacou-se como a mais abundante (61,52%), seguido por *Pogonomyrmex abdominalis* com 13,44% do total de espécimes coletados. Na área do fragmento florestal, 11 espécies de formicídeos tiveram registro único; já na área recuperada e na pastagem o número de espécies foi de cinco e quatro respectivamente.

O número de indivíduos amostrados nos três ambientes permite apontar *Pheidole grupo fallax sp.1*, *Pheidole obscurithorax*, *Pogonomyrmex abdominalis*, *Camponotus blandus*, *Camponotus melanoticus* e *Dorymyrmex brunneus* como espécies generalistas, bem adaptadas a diferentes condições.

As espécies *Acromyrmex subterraneus brunneus*, *Sericomyrmex mayri*, *Trachymyrmex compactus*, *Atta cephalotes*, *Pheidole coffeicola*, *Ochetomyrmex neopolitus*, *Camponotus atriceps* e *Dolichoderus bispinosus* apresentaram elevada densidade populacional associada ao fragmento florestal, não tendo sido registradas nos demais ambientes e quando encontradas foi em número muito baixo. Segundo Corassa et al. (2015), os gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são normalmente encontrados em áreas abertas ou de vegetação nativa alterada, pois durante a revoada as rainhas desses gêneros preferem pousar em locais abertos para estabelecer suas colônias, logo se adaptam muito bem à ambientes perturbados (NADAI et al., 2012).

Para a área recuperada, *Crematogaster victima*, *Pheidole gertrudae* e *Pheidole grupo tristis sp.3* foram encontradas apenas neste ambiente indicando associação dessas espécies com ecossistemas em processo de sucessão.

Como observado em outros estudos, as pastagens por serem ambientes mais homogêneos, dispõem de condições pouco favoráveis a diversidade da mirmecofauna, beneficiando assim poucas espécies, de comportamento generalistas e adaptadas a ambientes mais abertos. A espécie *Pheidole grupo fallax sp.1* foi fortemente beneficiada pelas condições encontradas nesse habitat. Conforme Gomes et al. (2013), as práticas agrícolas que reduzem a heterogeneidade da vegetação influenciam negativamente a riqueza de espécies de formigas e ainda a composição das assembleias, favorecendo espécies mais generalistas de áreas abertas. Assim, a simplificação mais extrema do ambiente, observada em pastagens, é prejudicial para a conservação da biodiversidade de formigas.

Os índices ecológicos observados para as três áreas (Tabela 2) permitem inferir que, analisando quantitativamente, os maiores índices de diversidade foram registrados para a área recuperada e fragmento florestal. O número efetivo de espécies (H'_{exp}) confirmou isso ao demonstrar que a diversidade entre essas duas comunidades é próxima e difere consideravelmente do número de espécies igualmente comuns encontradas na área de pastagem.

Tabela 2. Índices faunísticos calculados para a mirmecofauna coletada em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem (P). Alta Floresta – MT, 2018.

Índice	F	R	P
H'	2,14	2,34	1,58
D'	0,75	0,87	0,61
H'_{exp}	8,50	10,38	4,85
D_{α}	6,76	4,06	3,74
J'	0,53	0,66	0,48

H' – Diversidade de Shannon-Wiener; D' – Diversidade de Simpson; H'_{exp} – Shannon exponencial; D_{α} – Riqueza de Margalef; J' – Equitabilidade de Pielou; E_D – Equitabilidade de Simpson.

A riqueza de espécies, calculada através do índice de Margalef observada no fragmento florestal foi superior à registrada para os demais ambientes, onde se observou valores próximos. Já a área recuperada apresentou maior uniformidade na distribuição dos indivíduos dentre os grupos existentes, decrescendo no fragmento florestal e na pastagem, possivelmente em virtude da representatividade de várias ordens por poucos indivíduos.

Os perfis de diversidade diferiram bem as comunidades de formicídeos (Figura 1) e reafirmou maior riqueza de espécies ($\alpha=0$) ao fragmento florestal, seguido pela área recuperada. O índice de Shannon ($\alpha=1$) apresentou comportamento inverso, assegurando maior diversidade à área recuperada, padrão também observado para o índice de Simpson ($\alpha = 2$).

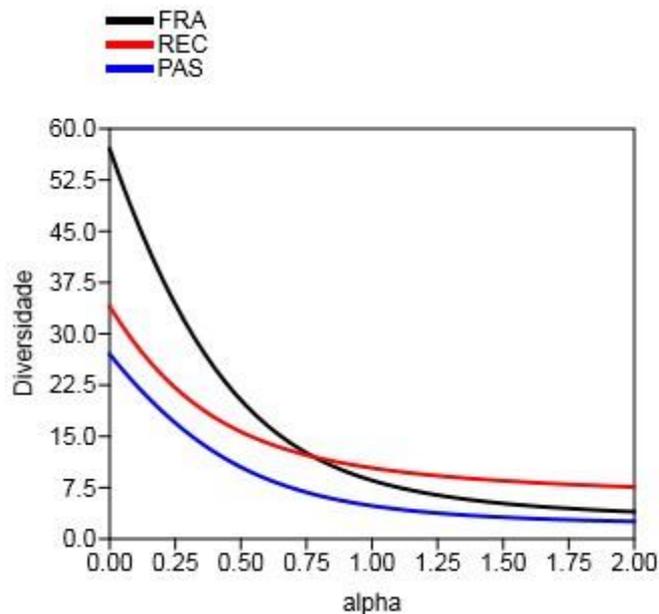
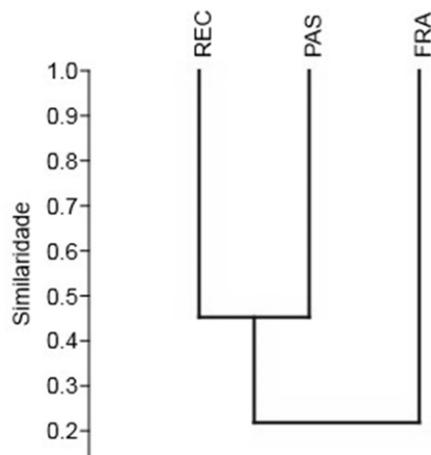


Figura 1. Perfis de diversidade de formicídeos coletados em três ambientes distintos (FRA - Fragmento florestal; REC - Área recuperada; PAS - Pastagem) usando a série de Hill. Alta Floresta, MT, 2018.

O dendrograma de similaridade de Jaccard (Figura 2) permitiu inferir que poucas espécies são compartilhadas entre o fragmento florestal e a área recuperada (15) e deste com a pastagem (13), sendo 11 delas comum as três áreas.



Coef. cofenético = 0,993

Figura 2. Dendrograma de similaridade de Jaccard produzido pelo algoritmo UPGMA para a comunidade de formicídeos coletada em diferentes ambientes (F - Fragmento florestal; R - Área recuperada e P - Pastagem). Alta Floresta, MT, 2018.

A área recuperada e a pastagem apresentaram média similaridade, ao compartilharem 18 espécies, podendo a proximidade entre as áreas ter favorecido o intercâmbio de espécies. Vale ressaltar que o índice de Jaccard é um índice qualitativo e leva em consideração o número de espécies presente em cada uma das áreas e o número de espécies compartilhadas entre ambas as áreas (MORENO, 2001).

A dinâmica das comunidades de formicídeos em detrimento da sazonalidade climática (Figura 3) demonstrou que, apesar da uniformidade na distribuição das chuvas em todos os ambientes, houve variação no número de indivíduos coletados em cada área. No fragmento florestal, a comunidade de formicídeos registrou o maior número de indivíduos em julho/16, decrescendo significativamente com o início do período chuvoso (novembro). Nos meses subsequentes, a comunidade de formigas se manteve pouco variável.

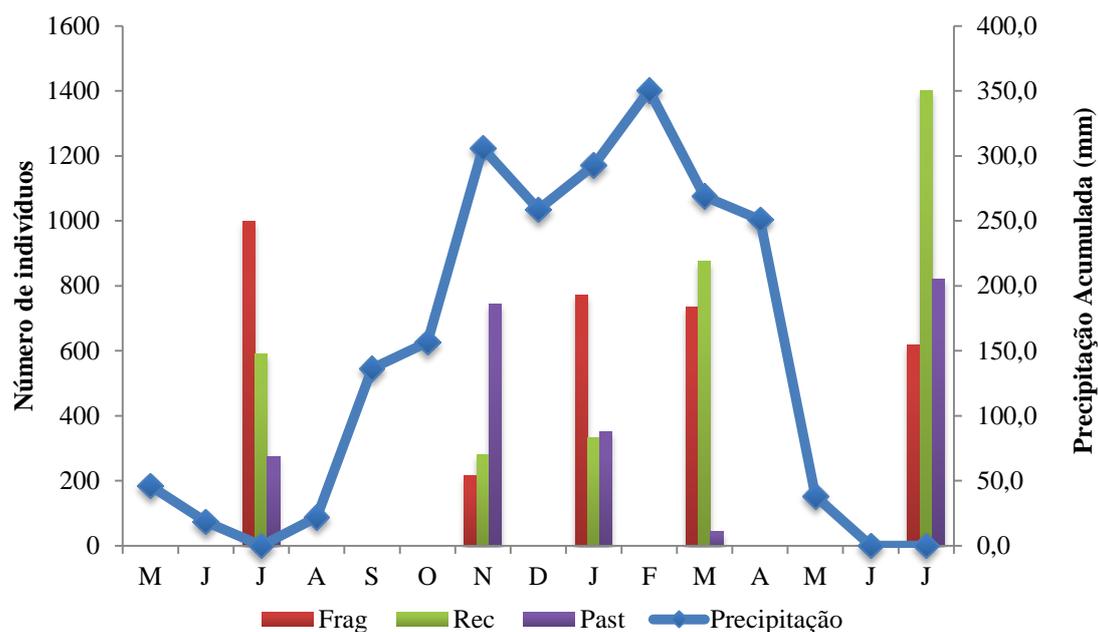


Figura 3. Dinâmica populacional de formigas amostradas em três ambientes em função da precipitação acumulada (mm) ao longo de um gradiente temporal. Alta Floresta, MT, 2018.

Na área recuperada, os picos de precipitação (novembro e fevereiro) influenciaram negativamente a comunidade de formigas amostrada, evidenciada pela redução no número de indivíduos coletados quando comparado a coleta realizada em julho/16. Com a redução nos níveis de precipitação (março), o número de indivíduos coletados voltou a crescer, atingindo seu pico em julho/17. O elevado número de registros nos meses de menor precipitação evidencia o efeito da precipitação sobre a comunidade de formigas presentes nesse ambiente.

Na pastagem, a dinâmica foi instável atingindo picos no início das chuvas (novembro) e nos meses de precipitação ausente (julho de 2017). Nos meses mais chuvosos, a comunidade de formigas decresceu chegando a menos de 100 indivíduos amostrados (março).

Em relação ao potencial de bioindicação de qualidade ambiental (Tabela 3), os resultados apontaram a existência de 42 espécies de ocorrência limitada ao fragmento florestal. Destas, 14 foram significativamente indicadoras de qualidade ambiental ($p < 0,05$), tendo *Dolichoderus bispinosus*, *Neoponera commutata*, *Trachymyrmex compactus* e *Solenopsis virulens* apresentado grau máximo de fidelidade a esse ambiente.

Tabela 3. Grupos da mirmecofauna indicadora da qualidade ambiental de um fragmento florestal, área recuperada e pastagem. Alta Floresta, MT, 2018.

Espécie	Especificidade	Fidelidade	p valor
Fragmento florestal			
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	10,00	10,00	0,001***
<i>Neoponera commutata</i>	10,00	10,00	0,001***
<i>Trachymyrmex compactus</i>	10,00	10,00	0,001***
<i>Solenopsis virulens</i>	0,94	10,00	0,001***
<i>Atta cephalotes</i>	10,00	0,86	0,002**
<i>Crematogaster tenuicula</i>	10,00	0,86	0,004**
<i>Camponotus atriceps</i>	10,00	0,71	0,003**
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	10,00	0,71	0,008**
<i>Ectatomma suzanae</i>	10,00	0,57	0,017*
<i>Neoponera apicalis</i>	10,00	0,57	0,011*
<i>Sericomyrmex sp.1</i>	10,00	0,57	0,013*
<i>Solenopsis sp.1</i>	10,00	0,57	0,015*
<i>Trachymyrmex relictus</i>	10,00	0,57	0,014*
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	0,94	0,57	0,026*
Área recuperada			
<i>Pheidole obscurithorax</i>	0,97	10,00	0,001***
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0,87	0,86	0,003**
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	0,84	0,86	0,013*
<i>Crematogaster victima</i>	10,00	0,71	0,004**
<i>Pheidole gertrudae</i>	10,00	0,71	0,002**
<i>Camponotus rufipes</i>	0,98	0,71	0,002**
Fragmento florestal x Área recuperada			
<i>Cyphomyrmex transversus</i>	10,000	0,8571	0,002**
Área recuperada x Pastagem			
<i>Pogonomyrmex abdominalis</i>	10,00	10,00	0,001***
<i>Pheidole grupo fallax sp.1</i>	0,98	10,00	0,001***
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	10,00	0,93	0,001***
<i>Camponotus melanoticus</i>	0,98	0,93	0,002**
<i>Solenopsis globularia</i>	0,96	0,71	0,050*
<i>Pheidole grupo tristes sp.1</i>	10,00	0,64	0,031*

* Significativo a 5% de probabilidade.

Para a área recuperada, 14 espécies ocorreram exclusivamente nesse ambiente, sendo seis delas indicadoras das características ambientais encontradas nessa área (*Pheidole obscurithorax*, *Wasmannia auropunctata*, *Dorymyrmex brunneus*, *Crematogaster victima*, *Pheidole gertrudae* e *Camponotus rufipes*). Na pastagem (Grupo 3) não foi identificada nenhuma espécie indicadora apesar de cinco terem apresentado grau máximo de especificidade por esse ambiente (*Pheidole grupo diligens sp.2*, *Camponotus novogranadensis*, *Crematogaster evallans*, *Pheidole jeannei* e *Sericomyrmex bondari*).

A espécie *Cyphomyrmex transversus* foi identificada com indicadora compartilhada das áreas de fragmento florestal e área recuperada

demonstrando preferência por ambientes de maior heterogeneidade. As espécies *Solenopsis saevissima*, *Camponotus fastigatus* e *Pseudomyrmex tenuis* apesar de ocorrerem nessas áreas apresentaram baixa fidelidade por elas.

O número de espécies compartilhadas entre a área recuperada e a pastagem foi de 11 espécies, possivelmente em função da proximidade entre esses ambientes, contudo apenas *Pogonomyrmex abdominalis*, *Pheidole grupo fallax* sp.1, *Pseudomyrmex termitarius*, *Camponotus melanoticus*, *Solenopsis globularia* e *Pheidole grupo tristes* sp.1 foram apontadas como indicadoras, evidenciando a preferência das mesmas por ambientes mais abertos.

Conclusões

A heterogeneidade ambiental tende a favorecer a abundância e riqueza de formicídeos, constatado neste estudo pelo grande número de indivíduos coletados na área recuperada e no fragmento florestal em detrimento da área de pastagem, indicando o quanto a simplificação ambiental afeta a comunidade de formicídeos, sua composição e diversidade.

As formigas se mostraram excelentes indicadoras da qualidade ambiental, visto que grande número de espécies indicadoras foi encontrado no fragmento florestal e nenhuma na área de pastagem, ressaltando o potencial de uso desse grupo para estudos voltados a avaliação, monitoramento, conservação ou recuperação de habitats antropizados.

Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, jan. 2014.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 407-417, 2006.
- BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNADEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. J.; SOUZA, J. L. P.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 2015. 388 p
- BOSCARDIN, J.; COSTA, E. C.; GARLET, J.; MACHADO, L. M.; MACHADO, D. N.; PEDRON, L.; BOLZAN, L. C. Efeitos de diferentes tipos de controle de plantas infestantes sobre a mirmecofauna em *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 21-34, jan./mar., 2016.
- CÁCERES, M. **How to use the indicpecies package (ver. 1.7.1)**. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Catalonia. 2013. 29 p. Disponível em < <https://cran.r-project.org/web/packages/indicpecies/vignettes/indicpeciesTutorial.pdf> > Acesso em 25 nov. 2017.
- CANTARELLI, E. B.; FLECK, M. D.; GRANZOTTO, F.; CORASSA, J. N.; D'ÁVILA, M. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 607-616, jul.-set., 2015.
- CORASSA, J. D. N.; FAIXO, J. G.; ANDRADE NETO, V. R.; SANTOS, I. B. Biodiversidade da mirmecofauna em diferentes usos do solo no Norte Mato-Grossense. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 154-163, 2015.
- FERNANDEZ, F. (ed.). 2003. **Introducion a las hormigas de la region neotropical**. Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colômbia. 398 p
- FLECK, M. D.; CANTARELLI, E. B.; GRANZOTTO, F. Registro de novas espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 491-499, abr.-jun., 2015.
- GARLET, J.; COSTA, E. C.; BOSCARDIN, J.; MACHADO, D. N.; PEDRON, L. Fauna de Coleoptera edáfica em Eucalipto sob diferentes sistemas de controle químico da matocompetição. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 239-248, 2015.

GOMES, D. S.; ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B.; QUEIROZ, J. M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 103, n. 2, p.104-109, 2013.

HAMMER, Ø. **PAST – Paleontological Statistics**. Versão 3.16. Reference Manual. Oslo: Natural History Museum, 2017.

HILL, M.O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. **Ecology**, v. 54, n. 2, p. 427-432, 1973.

LABEGALINI, N. S., F. N. DAMIÃO, L. ANDRADE. Desenvolvimento da cultura do milho sob efeitos de diferentes profundidades de compactação do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 4, p.7–11, 2016.

LASTE, K. C. D. **Plantas e formigas em diferentes usos da terra e técnicas de restauração no Cerrado**. 2015. 124 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2015.

MAGURRAN, A. E. **Mediando a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR, 2011. 261 p.

MENTONE, T. O.; DINIZ, E. A.; MUNHAE, C. B.; BUENO, O. C.; MORINI, M. S. C. Composição da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em florestas semidecídua e de *Eucalyptus spp.*, na região sudeste do Brasil. *Revista Biota Neotropical*, v. 11, n. 2, p. 237-246, 2011.

MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidade**. M&T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, v. 1, 2010, 84 p.

NADAI, J.; MAGISTRALI, I.; MORENO, J. C.; CORASSA, A. Efeito de iscas formicidas granuladas sobre a biodiversidade de mirmecofauna não alvo em serapilheira de Eucalipto no Estado do Mato Grosso. **Revista Comunicata Scientiae**, v. 4, n.1, p. 35-42, 2012.

OLIVEIRA, M. A.; GOMES, C. F. F.; PIRES, E. M.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LUCIA, T. M. C. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 800-807, nov/dez, 2014.

ROCHA, W. O.; DORVAL, A.; PERES FILHO, O.; VAEZ, C. A.; RIBEIRO, E. S. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 88-98, 2015.

SEGAT, J. C.; VASCONCELLOS, R. L. F.; SILVA, D. P.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Ants as indicators of soil quality in an on-going recovery

of riparian forests. **Forest Ecology and Management**, v. 404, p. 338-343, 2017.

SIQUEIRA, G. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, G. A. A.; SILVA, R. A. Diversity of soil macrofauna under sugarcane monoculture and two different natural vegetation types. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 30, p. 2669-2677, 2016.

SOARES, S. A.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F.; LIMA-JUNIOR, S. E. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p. 76-81, mar. 2010.

SOUZA, K.K. F. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) epigéicas em áreas de plantios de *Pinus sp.*, mata nativa e pastagem.** 2010. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

VICENTE, R. E.; PRADO, L. P.; IZZO, T. J. Amazon Rainforest Ant-Fauna of Parque Estadual do Cristalino: Understory and Ground-Dwelling Ants. **Revista Sociobiology**, v. 63, n. 3, p. 894-908, sep. 2016.

6. CAPÍTULO 3

6.1 COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE ARANHAS EPÍGEAS EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA AMAZÔNIA MERIDIONAL.

RESUMO – (Composição e diversidade de aranhas epígeas em diferentes usos do solo na Amazônia Meridional). As aranhas como importantes predadores são particularmente afetadas pela fragmentação de habitats, pois o grau de intervenção antrópica condiciona sua composição e abundância. Assim este estudo objetivou realizar o levantamento da araneofauna presente em um fragmento florestal, área recuperada e pastagem e identificar espécies potencialmente indicadoras. As coletas foram realizadas na fazenda Anacã, Alta Floresta - MT utilizando armadilhas de solo (PROVID). A partir da identificação e quantificação das espécies foram calculados índices faunísticos e identificadas as espécies indicadoras. O efeito da sazonalidade foi observado através de gráficos de distribuição da precipitação em função da abundância de aranhas coletadas. A análise de espécies indicadoras foi realizada no ambiente R utilizando o pacote “indicspecies”. Nas três áreas foram amostrados 167 indivíduos distribuídos em 20 espécies, 18 gêneros e 24 famílias. Os indivíduos jovens representaram 58,68% dos indivíduos coletados. Na área recuperada foram amostradas 10 espécies exclusivas, e no fragmento, três espécies. Logo, os índices faunísticos demonstraram haver maior diversidade de espécies na área recuperada e distribuição mais homogênea dos indivíduos no fragmento florestal. Os efeitos climáticos foram variados sobre as guildas de aranhas, sendo as espécies encontradas na área recuperada mais influenciadas. O levantamento da diversidade de aranhas epígeas permitiu a ampliação do conhecimento da areneofauna para a região Sul da Amazônia onde estudos ainda são escassos.

Palavras-chave: Araneae, antropização, *pitfall*, diversidade.

Abstract - (Composition and diversity of epigeal spiders in different land uses in Southern Amazonia). Spiders as important predators are particularly affected by habitat fragmentation, as the degree of anthropogenic intervention conditions their composition and abundance. Thus, this study aimed to survey the araneofauna present in a forest fragment, reclaimed area and pasture and to identify potentially indicative species. The collections were carried out at Fazenda Anacã, Alta Floresta - MT using soil traps (PROVID). From the identification and quantification of the species, faunal indexes were calculated and the indicator species were identified. The effect of seasonality was observed through precipitation distribution charts as a function of the abundance of spiders collected. The analysis of indicator species was performed in the R environment using the "indicspecies" package. In the three areas were sampled 167 individuals distributed in 20 species, 18 genera and 24 families. Young individuals accounted for 58.68% of the individuals collected. In the recovered area were sampled 10 exclusive species, and in the fragment, three species. Therefore, the faunal indexes showed a greater diversity of species in the recovered area and a more homogeneous distribution of the individuals in the forest fragment. The climatic effects were varied on the guilds of spiders, being the species found in the recovered area more influenced. The survey of the diversity of epigeal spiders allowed the expansion of the knowledge of the areneofauna to the southern region of the Amazon where studies are still scarce.

Keywords: Araneae, anthropization, *pitfall*, diversity.

Introdução

O Brasil destaca-se por possuir grande parcela da diversidade de aranhas, com mais de 3.000 espécies descritas, o que representa cerca de 9% das espécies conhecidas para o mundo. Entretanto, o conhecimento sobre a araneofauna no Brasil não é uniforme, pois a alta densidade de registros de ocorrência fica restrita aos estados onde se concentram os principais centros de estudo de aranhas (BRESCOVIT et al., 2011).

Araneae tem hábito alimentar de predação outros invertebrados e habitar preferencialmente na serapilheira, contudo podem viver diretamente no solo (MARQUES et al., 2014). Os predadores como as aranhas são particularmente vulneráveis à fragmentação do habitat e são considerados bons bioindicadores de conservação ou degradação do habitat (GUIONE et al., 2013).

A comunidade de aranhas pode ser influenciada pela heterogeneidade ambiental estando a riqueza de espécies distribuídas de acordo com a cobertura vegetal, uma vez que este compartimento está diretamente relacionado a obtenção de presas, abrigo e reprodução (FRANCISCO, 2011). A diversidade preliminar de aranhas de solo em áreas com diferentes graus de conservação demonstra que a heterogeneidade da vegetação é substancial para a diversidade de espécies, preconizando que o grau de intervenção antrópica no ambiente pode influenciar a composição das comunidades de aranhas (CUNHA et al., 2012).

Além da estrutura da vegetação, a araneofauna é sensível a alterações na disponibilidade de alimento, predação, nível de serapilheira, intensidade e tipo de práticas agrícolas, precipitação, temperatura, umidade, vento e luminosidade, fatores esses que podem afetar a densidade e riqueza das espécies (FERNANDES et al., 2008; TRIVIA, 2013). Tal premissa foi observada por Cunha et al. (2014) ao avaliar a distribuição das aranhas em dois sistemas de cultivo e compará-lo com uma área de vegetação nativa. Os autores observaram que no sistema orgânico, práticas agroecológicas aplicadas como o recobrimento do solo favoreceu o microclima, micro-habitats variáveis e oferta de recursos às aranhas, assim como o aporte de serapilheira na área de vegetação nativa beneficiou a colonização de diversos grupos de

aranhas que se utilizavam de diferentes estratégias de sobrevivência, promovendo assim maior riqueza e diversidade de aracnídeos nesses ambientes.

Estudos sobre a diversidade e abundância de aranhas podem prover uma rica base de informações sobre o grau de integridade dos sistemas em que se encontram (SILVA et al., 2014). Diante disso o presente estudo objetivou realizar o levantamento da araneofauna presente em diferentes usos do solo em Alta Floresta, MT e identificar potenciais espécies indicadoras de qualidade ambiental.

Material e Métodos

As coletas de aranhas epígeas foram realizadas entre 2016 (julho/novembro) e 2017 (janeiro/março/julho) na Fazenda Anacã, município de Alta Floresta, região norte mato-grossense, no portal sul da Amazônia (9°50'40,67"S e 56°6'56,55"O).

As áreas de amostragem foram uma pastagem (254,89 Ha) cultivada sobre sistema de produção convencional, um fragmento de floresta secundária (28,67 Ha) onde são realizadas atividades turísticas com trilhas para observação da avifauna e uma área em estágio inicial de recuperação (9,60 Ha), na qual foram feitas correções das propriedades químicas do solo (adubação Mono- amônio-fosfato), aragem e plantios e mudas florestais e espécies de recobrimento (adubação verde) conforme descrito no capítulo 1.

O clima da região é classificado de acordo com Köppen como Am (monções) caracterizado por estações definidas de seca e chuva, com precipitação chegando a 3.000 mm/ano e temperatura média de 26°C (ALVAREZ et al., 2014; LABEGALINI et al., 2016). As formações predominantes são Floresta Ombrófila Aberta com fasciações de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual com fisionomia florestal composta de árvores mais espaçadas, estrato arbustivo pouco denso e presença de fanerófitas rosuladas e lianas lenhosas (IBGE, 2004).

No interior das três áreas foi instalado um transecto linear de 50 metros e amostrados sete pontos equidistantes ao longo deste. O método de coleta empregado foi armadilhas de interceptação modelo Provid (ANTONIOLLI et al., 2006), confeccionadas com garrafas Pet com capacidade de dois litros onde foram feitas quatro aberturas em formato de janela nas dimensões de seis centímetros de altura por quatro de largura, na altura de cinco centímetros a partir da base da garrafa Pet conforme Figura 1 do Capítulo 1.

O fundo da garrafa foi preenchido com líquido conservante a base de água (250 mililitros), sal (20 gramas) e detergente (4 gotas) conforme GARLET et al. (2015), sendo os recipientes enterrados no limite da abertura das janelas, ao nível da superfície do solo.

As armadilhas foram dispostas paralelamente à esquerda do transecto, distantes sete metros entre si, permanecendo nas áreas por 48

horas, sendo os espécimes coletados após esse período, triados e separados por morfoespécies, os quais foram conservados, em álcool 80%, e enviados para identificação ao especialista Antônio Domingos Brescovit do laboratório de artrópodes, Instituto Butantan, São Paulo - SP.

O efeito da sazonalidade sobre a distribuição da araneofauna foi verificado através de gráficos de distribuição contendo as médias de precipitação entre os períodos de coletas correspondentes e o número de indivíduos amostrados em cada área, sendo os dados climatológicos obtidos junto a Estação Meteorológica do Campus Universitário de Alta Floresta, MT, distante aproximadamente 5,5 km da área de coleta.

A partir dos valores de abundância observados foram calculados os índices de acordo com Magurran, (2011):

- Diversidade de Shannon-Wiener (H)

$$H' = - \sum p_i (\log p_i) \quad (1)$$

Onde:

p_i = abundância relativa (proporção) da espécie i na amostra

$p_i = n_i/N$

n_i = número de indivíduos da espécie i

N = Número de indivíduos total da amostra.

- Número Efetivo de Espécies (H'_{exp})

$$= \text{Exp}(H') \quad (2)$$

- Diversidade de Simpson (D')

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (3)$$

Onde:

p_i : proporção da espécie i na comunidade;

S : número de espécies.

- Equitabilidade de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'(\text{observado})}{H'(\text{máximo})} \quad (4a)$$

Onde:

H' máximo é a diversidade máxima possível de ser observada se todas as espécies apresentarem igual abundância.

$$H'_{\text{máximo}} = \log S \quad (4b)$$

Onde:

S: número total de espécies.

- Riqueza de Margalef

$$D_{\text{Mg}} = \frac{(S - 1)}{\ln N} \quad (5)$$

Onde:

S = Número de espécies registradas.

N = Número total de indivíduos na amostra.

- Índice de similaridade de Jaccard

$$I_j = \frac{c}{a + b - c} \quad (6)$$

Onde

a = número de espécies presentes no sítio A

b = número de espécies presentes no sítio B

c = número de espécies presentes em ambos sítios A e B.

Análise dos dados

A partir da abundância da araneofauna coletada em cada uma das áreas foram calculados os índices de diversidade de Shannon e Simpson, riqueza de Margalef e Equitabilidade de Pielou e obtidos os perfis de diversidade utilizando a série de Hill (HILL, 1973) e o dendrograma de similaridade de Jaccard no ambiente PAST 3.16 (HAMMER, 2017).

A análise das espécies indicadoras foi realizada no ambiente R versão 3.3.3. a partir de uma matriz de abundância contendo todas as espécies e suas respectivas abundâncias em cada área. O pacote utilizado foi o "indicpecies", função "multipat" que agrupa as espécies e faz a combinação com os sítios de amostragens (CÁCERES, 2013).

Resultados e Discussão

Nos três ambientes foram identificados 167 indivíduos, sendo 47 machos, 22 fêmeas e 98 jovens, distribuídos em 20 espécies, 18 gêneros e 24 famílias conforme Tabela 1.

Tabela 1. Famílias e espécies de aranhas epígeas coletadas em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem (P). Alta Floresta, MT, 2018.

Família	Espécie	Ma*	Fe	F	R	P	Total	F(%)
Araneidae	Juvenil	-	-	0	1	0	1	0,60
Corinnidae	<i>Corinna sp</i>	3	1	4	0	0	4	2,40
	<i>Creugas sp 1</i>	1	0	0	1	0	1	0,60
	<i>Falconina sp 1</i>	10	6	2	11	3	16	9,58
	Juvenis	-	-	1	5	1	7	4,19
Ctenidae	<i>Centroctenus ocelliventer</i> (Strand, 1909)	2	2	2	2	0	4	2,40
	Juvenis	-	-	3	1	1	5	2,99
Eutichuridae	<i>Cheiracanthium inclusum</i> (Hentz, 1847)	0	1	0	1	0	1	0,60
Gnaphosidae	<i>Apopyllus centralis</i> (Azevedo, Ott, Griswold & Santos, 2016)	6	0	0	6	0	6	3,59
	Juvenis	-	-	0	9	5	14	8,38
Linyphiidae	<i>Agyreta sp.</i>	1	0	0	1	0	1	0,60
Lycosidae	<i>Trochosa sp 1</i>	11	1	0	5	7	12	7,19
	<i>Trochosa sp.2</i>	3	0	0	0	3	3	1,80
	Juvenis	-	-	1	37	8	46	27,54
Mimetidae	<i>Ero sp.</i>	1	0	0	0	1	1	0,60
Miturgidae	<i>Teminius insularis</i> (Lucas, 1857)	3	1	0	2	2	4	2,40
	Juvenis	-	-	0	5	1	6	3,59
Nemesidae	Juvenil	-	-	0	1	0	1	0,60
Oxyopidae	<i>Oxyopes salticus</i> (Hentz, 1845)	0	1	0	1	0	1	0,60
Palpimanidae	Juvenis	-	-	2	0	0	2	1,20
Pisauridae	Juvenil	-	-	1	0	0	1	0,60
Philodromidae	Juvenil	-	-	0	1	0	1	0,60
Pholcidae	Juvenil	-	-	1	0	0	1	0,60
Salticidae	Sp 1	1	0	0	1	0	1	0,60
	Sp 2	0	1	0	1	0	1	0,60
	Sp 3	0	1	0	1	0	1	0,60
	<i>Synemosina sp.</i>	0	1	0	1	0	1	0,60
	<i>Corythalia sp.</i>	0	1	0	1	0	1	0,60
	Juvenis	-	-	0	2	0	2	1,20
Scytodidae	<i>Scytodes sp.</i>	0	1	1	0	0	1	0,60
Segestriidae	Juvenil	-	-	1	0	0	1	0,60
Tetragnathidae	<i>Glenognatha sp</i>	1	0	0	0	1	1	0,60
Theraphosidae	Juvenil	-	-	1	0	0	1	0,60

TABELA continuação

Theridiidae	<i>Dipoena sp 1</i>	0	2	1	1	0	2	1,20
	<i>Euryopsis sp 1</i>	2	2	0	2	1	3	1,80
	<i>Euryopsis sp 2</i>	2	0	0	2	0	2	1,20
	Juvenis	-	-	1	2	1	4	2,40
Thomisidae	<i>Bucranium taurifrons</i> (O. P. Cambridge, 1881)	0	1	1	0	0	1	0,60
	Juvenil	-	-	0	1	0	1	0,60
Trechaleidae	Juvenis	-	-	0	2	0	2	1,20
Zodariidae	Juvenis	-	-	1	0	1	2	1,20
TOTAL		47	22	24	107	36	167	100

Ma* - Macho; Fe - Fêmea.

Fonte: Dados do autor.

A família Salticidae foi a mais abundante com registro de cinco espécies, seguido por Corinnidae (3), Theridiidae (3) e Lycosidae (2). As demais famílias foram representadas por uma única espécie, sendo 10 delas exclusivamente por indivíduos jovens. Cunha et al. (2014) também encontraram algumas dessas famílias em seu levantamento e as classificaram nas seguintes guildas funcionais: corredoras de solo (Mutirgidae, Corinnidae, Zodariidae e Gnaphosidae), tecedoras de teias espaciais diurnas (Theridiidae, Pholcidae e Linyphiidae), caçadoras noturnas de solo (Lycosidae e Oonopidae) e caçadoras aéreas (Oxyopidae e Anyphaenidae).

Do total de espécimes coletados nas armadilhas, 58,68% dos indivíduos eram jovens. A família Lycosidae registrou o maior número de indivíduos (46), seguido por Gnaphosidae (14), Corinnidae (7), Ctenidae (5) e Theriniidae (4). A espécie *Falconina* sp.1 foi coletada em todos os ambientes, caracterizando-a como generalista e adaptada a diferentes condições ambientais. No fragmento e na área recuperada, as espécies *Centroctenus ocelliventer* e *Dipoena* sp 1 registraram presença, enquanto *Trochosa* sp 1, *Teminius insularis* e *Euryopsis* sp 1 foram encontradas tanto na área recuperada como na pastagem. Na área recuperada foram amostradas 10 espécies exclusivas desse habitat, cinco delas pertencentes à família Salticidae. A espécie *Apopyllus centralis* (Gnaphosidae) foi a mais abundante, seguido por *Euryopsis* sp 2 (Theridiidae).

A recomposição da área elevou a disponibilidade de material vegetal sobre o solo favorecendo as famílias de aranhas que utilizam a serapilheira

para se proteger e alcançar presas, como Corinnidae, Gnaphosidae e Lycosidae (corredoras noturnas de solo), Salticidae (corredora aérea noturna) e Oxyopidae e Thomisidae (caçadoras por emboscada) (SILVA et al., 2014). Considerando ainda que a área foi anteriormente utilizada com pastagem, a introdução do componente arbóreo pode ter favorecido o estabelecimento de novas espécies, como as construtoras de teias pertencentes às famílias Theriididae e Linyphiidae (SILVA et al., 2014), elevando a diversidade local. Isso porque no processo de sucessão o recrutamento de espécies vegetais torna-se extremamente importante para o restabelecimento da riqueza e diversidade da comunidade de aranhas de solo (FRANCISCO, 2011).

Na pastagem foram coletadas três espécies, sendo *Trochosa* sp.2 representada por três indivíduos e *Ero* sp. e *Glenognatha* sp. por apenas um indivíduo. Isso demonstra como os efeitos da redução da heterogeneidade ambiental são sentidos pelas aranhas através da perda de habitats reprodutivos, de forrageamento e proteção (FRANCISCO, 2011).

As espécies *Corinna* sp., *Scytodes* sp. e *Bucranium taurifrons* foram encontradas somente no fragmento florestal, sendo *Corinna* sp a mais abundante. De acordo com Moraes (2014), a vegetação pode abrigar diferentes guildas de aranhas em virtude da arquitetura dessas paisagens, em especial as caçadoras que apresentam uma forte interação com a tipologia vegetal.

Na avaliação quantitativa da diversidade de aranhas amostradas (Tabela 2), os indivíduos jovens foram desconsiderados no cálculo dos índices em virtude da possibilidade de pertencerem às espécies identificadas, o que poderia superestimar os valores observados.

Tabela 2. Índices ecológicos obtidos para a araneofauna coletada em um fragmento florestal (F), área recuperada (R) e pastagem (P). Alta Floresta, MT, 2018.

Índice	F	R	P
H'	1,64	2,42	1,69
D'	0,78	0,87	0,77
H' _{exp}	5,16	11,25	5,42
D _α	2,09	4,34	2,07
J'	0,92	0,85	0,87

H' - Diversidade de Shannon; D' - Diversidade de Simpson; D_α - Riqueza de Margalef; J' - Equitabilidade de Pielou.

A diversidade e riqueza obtidas através dos índices permitiu inferir que a área recuperada apresentou condições favoráveis ao estabelecimento de

um número maior de espécies, confirmado pelo número efetivo de espécies (H' exp) duas vezes maior dessa comunidade em relação ao fragmento e a pastagem. A densa camada de serapilheira produzida pelas espécies de adubação verde e presença do componente arbóreo que favorece tanto espécies caçadoras e perseguidoras quanto construtoras de teias pode ter contribuído para isso, visto que a quantidade e qualidade da serapilheira, o tipo de solo, a heterogeneidade de habitat e a fisionomia vegetal estão entre os fatores mais estudados que influenciam os padrões de abundância de guildas de aranhas de solo (MACHADO, 2010).

O fragmento e a pastagem apresentaram valores de diversidade e riqueza semelhante em detrimento do número de espécies encontradas nesses ambientes, demonstrando não haver diferença entre as comunidades.

A equitabilidade mensurada a partir do índice de Pielou apontou maior uniformidade na distribuição das espécies encontradas no fragmento florestal, enquanto na pastagem e na área recuperada, a distribuição foi mais heterogênea, porém semelhante entre si.

Na Figura 1, os perfis de diversidade confirmaram maior riqueza de espécies a área recuperada ($\alpha=0$), assim como maior diversidade de Shannon ($\alpha=1$) e Simpson ($\alpha=2$).

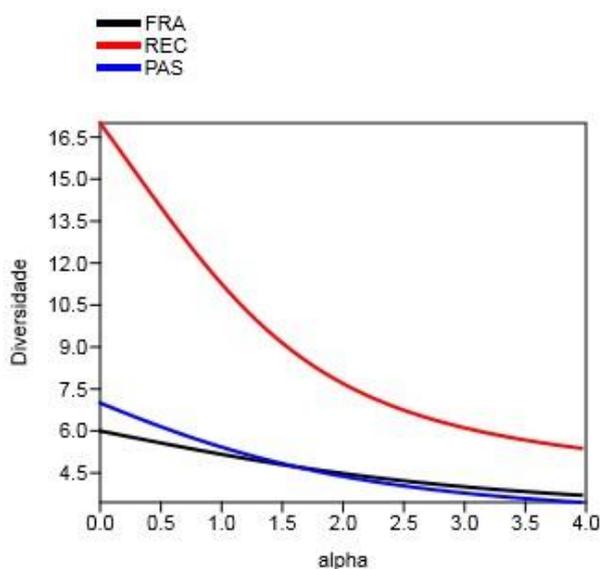


Figura 1. Perfis de diversidade para a araneofauna epigea coletada em diferentes áreas de amostragem (FRA - Fragmento florestal; REC - Área recuperada; PAS - Pastagem) usando a série de Hill. Alta Floresta, MT, 2018.

Apesar de a pastagem apresentar maior riqueza de espécies, não houve diferença quanto à diversidade observada nesse ambiente em relação ao fragmento florestal, pois o número de espécies identificadas em cada uma das áreas foi praticamente o mesmo.

Na avaliação qualitativa de similaridade entre as áreas de estudo (Figura 2), o índice de Jaccard, que leva em consideração a relação entre o número de espécies presentes em cada um dos ambientes e o número de espécies compartilhadas para o cálculo de similaridade entre áreas (MORENO, 2001), mostrou que o fragmento apresenta baixa similaridade com as demais áreas quanto às espécies registradas, sendo *Falconina* sp 1 a única comum a todas as áreas.

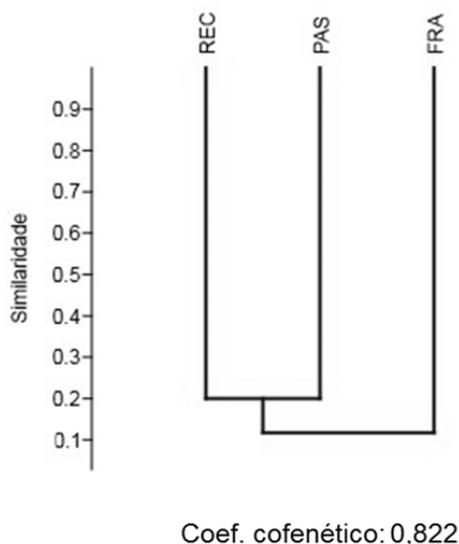


Figura 2. Dendrograma de similaridade de Jaccard para a araneofauna coletada em um fragmento florestal (FRA), uma área recuperada (REC) e uma pastagem (PAS). Alta Floresta, MT, 2018.

O fragmento e a área recuperada apresentaram baixa similaridade entre si, tendo apenas, com exceção de *Falconina* sp.1, duas espécies compartilhadas (*Centroctenus ocelliventer* e *Dipoena* sp 1). O valor de similaridade obtido para o fragmento e a pastagem se deu única e exclusivamente a *Falconina* sp. 1, pois nessas duas áreas não foram identificadas outras espécies em comum. Já a pastagem e a área recuperada a similaridade observada se deu pela presença de três espécies (*Trochosa* sp.1, *Teminius insularis* e *Euryopsis* sp1), mais *Falconina* sp.1.

A dinâmica de aranhas coletadas em função da precipitação (Figura 3) demonstrou influência da precipitação sobre as populações de aranhas da

área recuperada, onde nos períodos mais secos o número de espécimes coletados foi baixo. Os picos populacionais se deram nos meses de maior precipitação, sendo uma ninhada de Lycosidae (Tabela 1) coletada em março responsável pelo alto número de indivíduos neste período, indicando condições favoráveis à reprodução dessa família de aracnídeos.

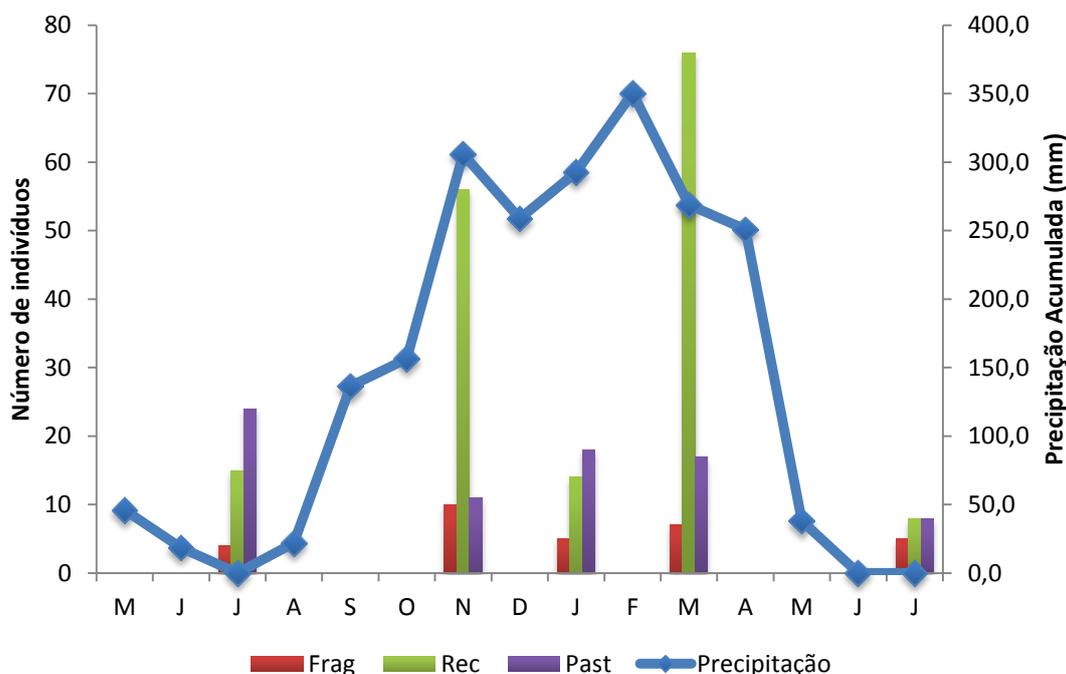


Figura 3. Dinâmica populacional de aranhas amostradas em um fragmento florestal, área recuperada e pastagem em função da precipitação. Alta Floresta, MT, 2018.

No fragmento florestal, a dinâmica de aranhas epígeas foi pouco influenciada, tendo sido registrado o maior número de indivíduos nesse ambiente após o início do período chuvoso, oscilando ao longo dos meses subsequentes. Na pastagem, o maior número de registros se deu em julho/16, decrescendo logo após o início das chuvas e elevando novamente nos meses mais úmidos.

Em relação às espécies com potencial de bioindicação, a combinação de espécies com as áreas de amostragem demonstrou que as espécies *Corinna* sp., *Bucranium taurifrons* e *Scytodes* sp. tiveram ocorrência específica no fragmento florestal, contudo nenhuma apresentou potencial de indicação. A área recuperada apesar de ter registrado 12 espécies com elevado grau de especificidade e baixo grau de fidelidade, com exceção de *Falconina* sp., também não evidenciou a presença de espécies indicadoras.

Na pastagem apenas três espécies foram associadas a essa área, porém nenhuma bioindicadora. Em contrapartida, esse ambiente compartilhou três espécies com a área recuperada, sendo *Trochosa* sp.1 a única espécie indicadora ($p > 0,05$) demonstrando a preferência da espécie por áreas mais abertas.

O fragmento florestal e a área recuperada não apresentaram espécies indicadoras em comum apesar de terem compartilhado *Centroctenus ocelliventer* e *Dipoena* sp.1.

Conclusões

Foram amostradas 167 aranhas epígeas, distribuídas em 24 famílias e 20 espécies, sendo mais da metade dos indivíduos juvenis.

A área recuperada se destacou como a mais diversa e rica em espécies, sendo *Trochosa* sp.1 a única espécie apontada como indicadora ambiental compartilhada com a área de pastagem.

O levantamento da diversidade de aranhas epígeas permitiu a ampliação do conhecimento da areneofauna para a região Sul da Amazônia onde estudos ainda são escassos.

Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, jan. 2014.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 407-417, 2006.
- BRESCOVIT, A. D.; OLIVEIRA, U.; SANTOS, A. J. Aranhas (Araneae, Arachnida) do Estado de São Paulo, Brasil: diversidade, esforço amostral e estado do conhecimento. **Revista Biota Neotropical**, v. 11, p. 1-31, 2011.
- CÁCERES, M. **How to use the indicpecies package (ver. 1.7.1)**. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Catalonia. 2013. 29 p. Disponível em < <https://cran.r-project.org/web/packages/indicpecies/vignettes/indicpeciesTutorial.pdf> > Acesso em 25 nov. 2017.
- CUNHA, J. A. S.; ARZABE, C.; CASTRO, A. A. J. F.; BRESCOVIT, A. D. Diversidade preliminar de aranhas de solo em áreas de Cerrado Litorâneo com diferentes níveis de conservação, Maranhão, Brasil. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 18, n.1, p. 5 - 13, 2012.
- CUNHA, J. A. S.; BARROS, R. F. M.; MHEL, H. U.; SILVA, P. R. R. Atributos agroecológicos de solo e caracterização de predadores generalistas no cultivo de melancia nos tabuleiros litorâneos do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, p. 269-281, 2014.
- FERNANDES, J. O.; MARTINS, P. T.; PASINI, A.; BROWN, G. G.; BRESCOVIT, A. D. **Comunidade de aranhas de solo como indicador biológico em agroecossistemas de Londrina, Paraná**. FertBio, 2008.
- FRANCISCO, R. C. **Estudo da comunidade de aranhas (Araneae: Arachnida) de solo como ferramenta de diagnostico ambiental**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- GARLET, J.; COSTA, E. C.; BOSCARDIN, J.; MACHADO, D. N.; PEDRON, L. Fauna de Coleoptera edáfica em Eucalipto sob diferentes sistemas de controle químico da matocompetição. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 239-248, 2015.
- GUIONE, S.; SOMÓ, M.; AISENBERG, A.; COSTA, F. G. *Allocosa brasiliensis* (Araneae, Lycosidae) as a bioindicator of coastal sand dunes in Uruguay. **Revista Arachnology**, v. 16, n. 3, p. 94-98. 2013.
- HAMMER, Ø. **PAST – Paleontological Statistics**. Versão 3.16. Reference Manual. Oslo: Natural History Museum, 2017.

HILL, M.O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. **Ecology**, v. 54, n. 2, p. 427-432, 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. 2004. Disponível em <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/vegetacao> . Acesso 08 jan. 2018.

LABEGALINI, N. S., F. N. DAMIÃO, L. ANDRADE. Desenvolvimento da cultura do milho sob efeitos de diferentes profundidades de compactação do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 4, p.7–11, 2016.

MACHADO, B. R. S. **Efeitos da serrapilheira e camada de raízes superficiais sobre a abundância de duas guildas de aranhas (Araneae) em um ambiente de campinarana na Amazônia Central**. 2010. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia , Manaus, 2010.

MAGURRAN, A. E. **Mediando a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR, 2011. 261 p.

MARQUES, D. M.; SILVA, A. B.; SILVA, L. M.; MOREIRA, E. A.; PINTO, G. S. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1588-1597, Sept./Oct. 2014.

MORAES, V. S. **Efeitos da estrutura da vegetação na composição da assembleia de aranhas (Arachnida: Araneae) em estrato arbóreo de diferentes fitofisionomias do Cerrado**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidade**. M&T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, v. 1, 2010, 84 p.

SILVA, L. V.; RIBEIRO, A. L. P.; LUCIO, A. D. Diversidade de aranhas de solo em cultivos de milho (*Zea mays*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2395-2404, 2014.

TRIVIA, A. L. **Diversidade de aranhas (Arachnida, Araneae) de solo na Mata Atlântica do Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis, SC, Brasil**. 2013. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foram coletados 12.472 indivíduos distribuídos em 15 grupos taxonômicos, sendo as ordens Hymenoptera e Collembola as mais abundantes para a macro e mesofauna respectivamente.

A área recuperada se apresentou mais diversa em relação às outras quanto ao número de indivíduos coletados, grupos taxonômicos existentes e espécies identificadas confirmando que, se a simplificação ambiental reduz a diversidade, a recuperação promove o restabelecimento, logo é de suma importância à adoção de políticas públicas voltadas para a recuperação de áreas degradadas, através de medidas que promovam a reintrodução e manutenção das comunidades edáficas e definição de áreas prioritárias para a conservação e ampliação do conhecimento existente.

O apontamento de espécies indicadoras permite não somente a avaliação, mas também o monitoramento das alterações ambientais, visto que grupos específicos, como formicídeos e aracnídeos, detêm a capacidade de resposta e se mostraram eficientes para esse propósito, destacando a necessidade de mais estudos que contemplem o potencial das comunidades edáficas como bioindicadora de qualidade ambiental para a região da Amazônia Meridional.