

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**CAMPUS IV – CHAPADINHA - MA**  
**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**IRISLANNY DA CRUZ SOUSA**

**DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM UMA  
TOPOSEQUÊNCIA DO SEMIÁRIDO A PRÉ-AMAZÔNIA**

CHAPADINHA/MA

2018

**IRISLANNY DA CRUZ SOUSA**

**DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM UMA  
TOPOSEQUÊNCIA DO SEMIÁRIDO A PRÉ-AMAZÔNIA**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, como pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel e Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Edison Fernandes da Silva

CHAPADINHA/MA

2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

Sousa, Irislanny da Cruz.

Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em uma topossequência do Semiárido a pré-Amazônia / Irislanny da Cruz Sousa. - 2018.

35 f.

Orientador (a): Edison Fernandes da Silva. Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2018.

1. Distribuição. 2. Ecótonos. 3. Iscas atrativas. 4. Mirmecofauna. 5. Nordeste do Brasil. I. Silva, Edison Fernandes da. II. Título

A minha mãe Ivanice Cruz, à minha avó materna Maria José da Cruz e a meu filho Aquiles, pelo amor incondicional que me dá força e coragem para buscar sempre o melhor.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo dom da vida, sabedoria e coragem.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Edison Fernandes da Silva por permitir integrar a família do Laboratório de Artrópodes do Solo (LAS), por me mostrar o quão linda são as formigas, por toda ajuda e orientações dadas na elaboração deste trabalho, e pelas inúmeras conversas e conselhos sobre a vida.

Agradeço a minha mãe, por estar sempre presente, mesmo a quilômetros de distância, por todo apoio, carinho e compreensão de sempre.

A minha irmã Eliarya, pela ajuda e companheirismo, a meu irmão Vinicius por sempre torcer pela minha vitória.

A minha família (lar), pelo abrigo e ajuda diária cuidando do meu filho, enquanto desenvolvo atividades acadêmicas.

Ao meu namorado Ítalo Johnnes, por permanecer sempre ao meu lado, por escutar várias vezes minhas reclamações, tristezas, frustrações e mesmo assim não me deixar desistir, sempre me dando apoio incondicional, as idas à UFMA ao laboratório nas identificações, muito obrigada!

Aos meus amigos, Dudielma Xavier, Liliane Santos, Iza Santos, Joyce Marques, Joyce Côrtes, Verônica Oliveira, Tito Peixoto e Jhonny Gomes, Bárbara Carvalho pela amizade, cumplicidade e todo apoio.

A todos os companheiros do LAS, especialmente Flávia Ferreira, Lorena Magri, Leylla Sousa, Lucas Gabriel, Raizza Rocha e Thalia Cardoso, que me ajudaram nas coletas, identificações e que fazem parte deste trabalho, em especial parceiro de lab. “nerd” Ricardo Soares pela ajuda com análises de dados e Softwares.

Aos professores que contribuíram para minha formação acadêmica, e especialmente aos que contribuíram para minha formação pessoal, Edison Fernandes, Lucelma Braga, Alécio Matos, Cláudio Gonçalves, Ricardo Santos e Jivanildo Miranda, deixo o meu muito obrigada!

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA) por ter sido meu lar durante todos esses anos e por ter me proporcionado muitos ensinamentos que contribuíram para o meu crescimento pessoal e acadêmico, obrigada!

“É preciso força pra sonhar e perceber que a estrada  
vai além do que se vê...”  
Los Hermanos

## SUMÁRIO

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| <b>RESUMO</b> .....               | 9  |
| <b>ABSTRACT</b> .....             | 10 |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....         | 11 |
| <b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> ..... | 14 |
| 2.1 Área de estudo .....          | 14 |
| 2.2 Amostragem das formigas ..... | 16 |
| 2.3 Análises dos dados .....      | 17 |
| <b>3 RESULTADOS</b> .....         | 17 |
| <b>4 DISCUSSÃO</b> .....          | 21 |
| <b>5 CONCLUSÃO</b> .....          | 25 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....          | 26 |

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Área de estudo do Semiárido à Pré-Amazônia. (A) Brasil, (B) Estados do Maranhão e Piauí, (C) Municípios abrangentes com os 17 sítios de coletas, (D) Mapa de solos ocorrentes. VAG = Vargem Grande, CHA = Chapadinha, MRO = Mata Roma, ANA = Anapurus, BRJ = Brejo e MAO = Matias Olímpio .....14

**Figura 2:** Dendograma de similaridade de formigas comparados com os tipos de solos ocorrentes da toposequência entre o Semiárido e a Pré-Amazônia utilizando a distância euclídeana .....21

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Coordenadas geográficas dos sítios amostrais, domínio pedológico e localidade de coleta de formigas, coletadas em 17 sítios de amostragem em uma toposequência do Semiárido à pré-Amazônia, que compreende o Oeste do Estado do Piauí e Leste do Estado do Maranhão .....**16**
- Tabela 2:** Gêneros de formigas coletadas em 17 sítios de amostragem em uma toposequência do Semiárido à Pré-Amazônia, entre os municípios de Matias Olímpio (PI) e Vargem Grande (MA) nos meses de Junho a Julho de 2016 ..... **19**
- Tabela 3:** Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidade de Pielou ( $J$ ) e Dominância de Simpson ( $D_s$ ) dos 17 sítios de amostragem de formigas em uma toposequência do Semiárido à Pré-Amazônia.....**20**

## RESUMO

Biodiversidade de formigas está diretamente relacionada com a estrutura dos ambientes em que ocorrem, e fortemente relacionada ao tipo de cobertura vegetal existente, pois a cobertura vegetal auxilia na redução de temperatura do solo e formação de serapilheira. Contudo, há fatores que podem influenciar na distribuição e diversidade de formigas, como: acidez no solo, temperatura, precipitação, luminosidade e poluição, sobretudo nas áreas de ecótono onde esses fatores podem se manifestar forma mais intensa. Neste estudo, buscou-se amostrar a diversidade em uma toposequência do Semiárido à Pré-Amazônia e verificar se há associação entre a ocorrência de formigas com as pedopaisagens, Neossolo - Caatinga; Latossolo- Cerrado e Plintossolo – Cocais. O estudo foi realizado na área de zona de transição que envolve os biomas da Caatinga, Cerrado e Pré-Amazônia do Nordeste, nas cidades de Matias Olímpio no Piauí, Brejo, Anapurus, Mata Roma, Chapadinha e Vargem Grande no Maranhão. As formigas foram amostrados em 17 pontos, distribuídos ao longo de 170 km. Foram coletados 8.311 espécimes, distribuídas em 7 subfamílias e 23 gêneros. Dos gêneros encontrados, *Pheidole* foi o mais rico e abundante, com 3.491 indivíduos coletados. A diversidade de formigas amostradas na área de estudo foi relativamente baixa, possivelmente porque foram consideradas para essa análise somente formigas coletadas por iscas atrativas. A maioria dos gêneros tiveram distribuição contínua como os gêneros *Forelius*, *Tapinoma*, *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Nylanderia*, *Paratrechina*, *Ectatomma*, *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Pseudomyrmex* que ocorreram em todas as pedopaisagens, enquanto que os gêneros *Dorymyrmex* e *Ganamptogenys* ocorreram apenas na pedopaisagem Latossolo–Cerrado. *Acromyrmex*, *Blepharidata*, *Ochetomyrmex*, *Odontomachus* e *Pachycondyla*, ocorreram apenas na pedopaisagem Plintossolo-babaçu. Nenhum gênero foi exclusivo da pedopaisagem Neossolo-Caatinga. A ordem de solo que apresentou maior diversidade de formigas foi Plintossolo Pétrico, ficando separada das demais pedopaisagens estudadas. As comunidades de formigas das pedopaisagens Plintossolo Pétrico – Caatinga e Latossolo Amarelo – Cerrado possuem mais gêneros de formigas em comum.

Palavras-chave: Mirmecofauna, iscas atrativas, distribuição, ecótonos, Nordeste do Brasil

## ABSTRACT

Ants biodiversity is directly related to the structure of the environments in which they occur, and strongly related to the type of vegetation cover, because the vegetation cover helps in the reduction of soil temperature and the formation of litter. However, there are factors that can influence the distribution and diversity of ants, such as: soil acidity, temperature, precipitation, luminosity and pollution, especially in the ecotone areas where these factors may manifest themselves more intensely. In this study, we sought to sample the diversity in a to semi-arid to pre-Amazonian toposquence and to verify if there is an association between the occurrence of ants with the pedopaysages, Neossolo - Caatinga; Latossolo- Cerrado and Plintossolo - Cocais. The study was carried out in the area of transition zone that surrounds the Caatinga, Cerrado and Pre-Amazonia biomes of the Northeast, in the cities of Matias Olímpio in Piauí, Brejo, Anapurus, Mata Roma, Chapadinha and Vargem Grande in Maranhão. The ants were sampled in 17 points, distributed over 170 km. A total of 8.311 specimens were collected, distributed in 7 subfamilies and 23 genera. Of the genera found, *Pheidole* was the richest and most abundant, with 3.491 individuals collected. The diversity of ants sampled in the study area was relatively low, possibly because ants collected by attractive baits were considered for this analysis. Most of the genera have had continuous distribution as the genera *Forelius*, *Tapinoma*, *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Nylanderia*, *Paratrechina*, *Ectatomma*, *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Solenopsis* and *Pseudomyrmex* occurred in all pedopalings, while the genera *Dorymyrmex* and *Ganamptogenys* occurred only in the Latosol-Cerrado pedophase. *Acromyrmex*, *Blepharidata*, *Ochetomyrmex*, *Odontomachus* and *Pachycondyla*, occurred only in the Plinthosolo-babassu pedopalaise. No genus was exclusive to the Neossolo-Caatinga pedopalaise. The order of soil that showed the greatest diversity of ants was Plinthosol Pétrico, being separated from the other pedopallages studied. The ants communities of the Plinthosolo Pétrico - Caatinga and Latossolo Amarelo - Cerrado pedpals have more genera of ants in common.

Key words: Mirmecofauna, attractive baits, distribution, ecotones, Northeastern Brazil

## 1. INTRODUÇÃO

As 22 subfamílias de formigas conhecidas, com cerca de 21.000 espécies ocupam os mais variados ambientes, sendo encontradas 17 subfamílias na Região Neotropical (WARD, 2010). As formigas são consideradas excelentes indicadores biológicos, são capazes de identificar perturbações em ambientes, que podem ser avaliados através de guildas de formigas (SILVESTRE, 2001). As formigas são melhores amostradas que outros organismos por apresentarem grande riqueza e ampla distribuição geográfica (FREITAS, 2006).

Para a realização de amostragem, vários métodos são utilizados para a coleta de insetos edáficos, o uso de isca atrativa a base de proteína e carboidrato são comumente mais utilizados para formigas que forrageiam no solo e serapilheira de florestas, e apresentam grande eficácia nas amostragens de biodiversidade (BOSCARDIN et al. 2011).

Para Amâncio (2010), de acordo com o art. 2º, III, da Lei Brasileira n.º9.985/2000, diversidade biológica é definida como sendo a variabilidade de organismos vivos, compreendendo os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies e de ecossistemas.

De acordo com a escala utilizada por Barros (2007) diversidade pode ser classificada em três tipos: alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) e gama ( $\gamma$ ). A diversidade  $\alpha$ , ou diversidade local, corresponde ao número total de espécies dentro de um habitat ou comunidade. A diversidade  $\gamma$ , ou diversidade regional, corresponde ao número total de espécies de uma grande área, bioma, continente, ilha, etc. Já a diversidade  $\beta$ , corresponde à diversidade entre habitats ou a variação de espécies ao longo de um ambiente, ou seja, avaliar se há variação da composição de espécies de um ambiente para outro.

Biodiversidade de formigas está diretamente relacionada com a estrutura dos ambientes em que ocorrem, e fortemente relacionada ao tipo de cobertura vegetal existente, pois esta auxilia na redução de temperatura do solo e formação de serapilheira (MARTINS et al. 2011). Além disso, as formigas respondem às variações em alguns atributos do solo como acidez, temperatura, umidade e poluição, modificando o padrão de nidificação em resposta às variações desses fatores, com Bagliano (2012) ressalta, que acrescenta que os efeitos desses fatores nas formigas

podem causar modificações, tanto morfológicas quanto fisiológicas, comprometendo diretamente a capacidade de adaptação e abundância da espécie em um ambiente.

Vários estudos relatam diversidade de Formicidae, SOUSA et al. (2015) estudou a diversidade de formigas no semiárido paraibano, em duas áreas degradadas e uma nativa, onde as formigas mais abundantes foram as subfamílias Myrmicinae, Formicinae e Dolichoderinae. PEIXOTO et al. (2010) em um ambiente de savana em Roraima, constatou que a área de capoeira possui maior dominância de formigas, os gêneros *Pheidole* e *Crematogaster*, se encontraram em maior número nesse estudo. JÚNIOR (2016) avaliou a diversidade de formigas em áreas de cerrados e áreas abertas em Santa Quitéria, onde a subfamília que apresentou maior dominância foi Myrmicinae. SILVA et al. (2017) relacionou as comunidades de formigas do cerrado com os atributos dos solos, da vegetação, da umidade e temperatura em Chapadinha, Maranhão.

Na região do baixo Parnaíba tem sido frequente as formigas das subfamílias: Myrmicinae, Dolichoderinae, Formicinae, Ectatomminae, Ponerinae, Ecitoninae, Pseudomyrmecinae (JÚNIOR, 2016; SOUSA et al. 2017; SILVA et al. 2017; RAMOS et al. 2015). O número de subfamílias de formigas nessa região e conseqüentemente o número de espécies podem sofrer um considerável incremento à medida que se eleve o esforço amostral, pois essa região encontra-se em uma faixa de transição de três grandes biomas brasileiros. As regiões que possuem interação entre dois ou mais biomas, são chamadas de ecótonos ou zonas de transição, vários estudos mirmecológicos são realizados nessas áreas (BOSCARDIM, 2011; MACIEL et al. 2011, MINSKI e MÜLLER, 2014), por possuírem peculiaridades próprias, como contato com diversas comunidades ecológicas, sendo assim um local rico em espécies (MILLAN e MORO, 2017).

Em uma área de ecótono do Mato Grosso do Sul DEMÉTRIO et al. (2017), construiu um inventário onde foram registrados 71 gêneros em 11 subfamílias de formigas.

Dantas, (2016) comparou a diversidade de formigas em três estágios sucessionais de Mata Atlântica, onde encontraram 14 gêneros de formigas.

As zonas de transições dos biomas brasileiros possuem grande diversidade, em conseqüência estas áreas foram divididas ecologicamente devido sua importância e protegidas, facilitando o processo de conservação destes ecossistemas. A zona de

transição Amazônia-Cerrado-Caatinga, possui área de 144.583 km<sup>2</sup> (WWF BRASIL, 2017). De acordo com Martins e Oliveira (2011), no estudo “Amazônia Maranhense: diversidade e conservação”, a Amazônia maranhense é rica em espécies endêmicas e possui uma das maiores riquezas de espécies, inclusive de formigas (NETO e GOMES, 1987; CARVALHO e VASCONCELOS, 2002).

Segundo COSTA (2015), os campos rochosos que geralmente se encontram entre biomas, como Cerrado (savana brasileira), Mata atlântica e Caatinga, possuem uma megadiversidade, com números de formicídeos superiores quando comparados com outras áreas (ULYSSEÁ e BRANDÃO, 2013; MIRANDA et al. 2013).

O cerrado constitui um dos maiores biomas do Brasil, mas tem sofrido uma forte redução de área devido a expansão das pastagens e da intensificação de queimadas (KLINK e MACHADO, 2005), que afetam a diversidade dentre outros de comunidades de formigas. O Cerrado brasileiro acumula altos índices de diversidade de formigas, sendo um dos biomas brasileiros mais ricos (SOARES et al. 2010).

Por outro lado, Caatinga é considerada erroneamente uma região de baixa diversidade, mesmo sendo um local semiárido, é um local onde ocorrem diversas espécies de grupos taxonômicos (LEAL, 2003), pesquisas tem mostrado que a Caatinga possui grande diversidade de formigas (FREIRE et al. 2012; LEAL, 2003).

Dessa forma, a região Nordeste do Brasil, devido a diversidade de climas, formações vegetais, tipos de rochas e conformações do relevo, exibe uma grande diversidade de ambientes e, conseqüentemente, de solos. Esses solos apresentam aparências morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas acentuadas (EMBRAPA SOLOS, 2014).

Muitos trabalhos foram realizados em extratos de solos, RODRIGUES (2014) na ordem de solo neossolo-litólico registrou 7 subfamílias de formigas no cerrado goiano. SILVA et al. (2017), relatou a ocorrência das espécies de formigas do Cerrado do Estado do Maranhão relacionada aos atributos dos solos e fatores climáticos, onde foram encontradas 48 espécies de formigas. CANTARELLI et al. (2015), analisou as formigas presentes na serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo, encontrando 8 subfamílias.

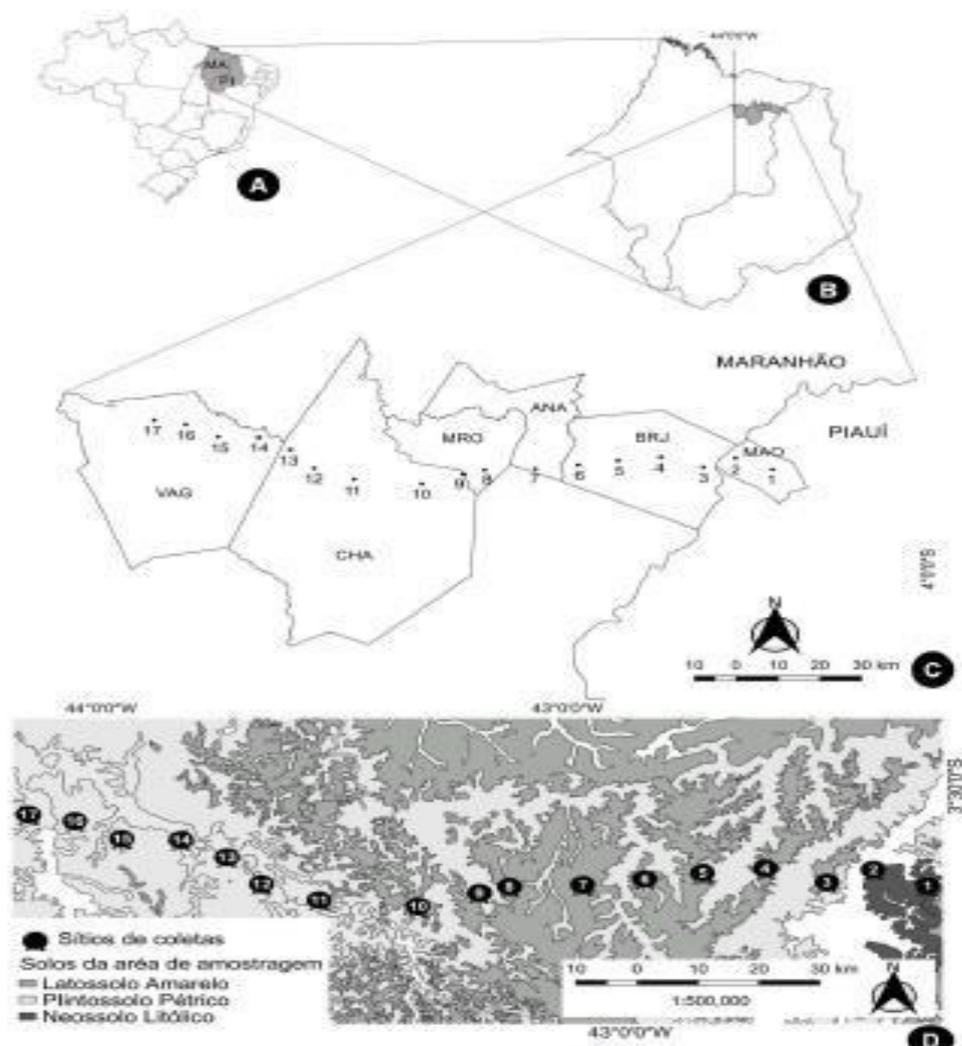
As identificações de formigas através de pesquisas realizadas nos solos apresentam eficiência, pois diversos estudos mirmecológicos vêm sendo realizados mostrando a relevância das formigas no funcionamento dos ecossistemas (LEAL,

2005). Neste estudo, buscar-se amostrar a diversidade em uma toposequência do Semiárido à Pré-Amazônia e verificar se há associação entre a ocorrência de formigas com as pedopaisagens dominantes na região.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado na área de zona de transição que envolve os biomas da Caatinga, Cerrado e Pré-Amazônia do Nordeste, nas cidades de Matias Olímpio (Piauí), Brejo, Anapurus, Mata Roma, Chapadinha e Vargem Grande (Maranhão) (Figura 1).



Fonte: Própria (2018)

. **Figura 1:** Área de estudo do Semiárido à Pré-Amazônia. (A) Brasil, (B) Estados do Maranhão e Piauí, (C) Municípios abrangentes com os 17 sítios de coletas, (D) Mapa de solos ocorrentes. VAG = Vargem Grande, CHA = Chapadinha, MRO = Mata Roma, ANA = Anapurus, BRJ = Brejo e MAO = Matias Olímpio

O termo pedopaisagem foi atribuído as associações solo/cobertura vegetal, e para esse trabalho adotou-se a seguinte definição: ambiente 1= Pedopaisagem Neossolo - Caatinga; ambiente 2= Pedopaisagem Latossolo- Cerrado e ambiente 3= Pedopaisagem Plintossolo – Babaçu.

**Tabela 1** – Coordenadas geográficas dos ambientes amostrais, domínio pedológico e localidade de coleta de formigas, coletadas em 17 ambientes amostrais em uma toposequência do Semiárido à pré-Amazônia, que compreende o Oeste do Estado do Piauí e Leste do Estado do Maranhão.

| Município           | Sítio | Coordenadas               | Vegetação      | Solo*               | Localidade                 |
|---------------------|-------|---------------------------|----------------|---------------------|----------------------------|
| Matias Olímpio (PI) | 1     | 3°42'16.4"S, 42°33'42.3"W | Arbustiva      | Neossolo Litólico   | Perímetro urbano           |
|                     | 2     | 3°40'16.6"S, 42°38'29.6"W | Arbustiva      | Neossolo Litólico   | Fazenda Nicodemo           |
| Brejo (MA)          | 3     | 3°41'51.0"S, 42°42'37.9"W | Mata mesófila  | Plintossolo Pétrico | Povoado Repartição         |
|                     | 4     | 3°40'07.0"S, 42°48'04.4"W | Cerrado aberto | Latossolo Amarelo   | Fazenda Sonora             |
|                     | 5     | 3°40'41.5"S, 42°53'36.9"W | Cerrado aberto | Latossolo Amarelo   | Fazenda Pérola             |
|                     | 6     | 3°41'25.8"S, 42°58'43.6"W | Cerrado aberto | Plintossolo Pétrico | Povoado Acampamento        |
| Anapurus (MA)       | 7     | 3°42'08.8"S, 43°04'13.1"W | Cerrado aberto | Latossolo Amarelo   | Povoado Morada Nova        |
| Mata Roma (MA)      | 8     | 3°42'22.3"S, 43°10'43.0"W | Cerrado aberto | Latossolo Amarelo   | Povoado Barroca            |
|                     | 9     | 3°43'09.6"S, 43°13'23.2"W | Babaçual       | Plintossolo Pétrico | Povoado Mata do Brigadeiro |
| Chapadinha (MA)     | 10    | 3°44'47.2"S, 43°18'50.2"W | Cerrado aberto | Latossolo Amarelo   | Reserva da Itamaçoca       |

|                    |    |                           |                |                     |                        |
|--------------------|----|---------------------------|----------------|---------------------|------------------------|
|                    | 11 | 3°44'01.7"S, 43°27'33.7"W | Cerrado aberto | Plintossolo Pétrico | Povoado Baixão         |
|                    | 12 | 3°42'03.4"S, 43°32'39.6"W | Babaçual       | Plintossolo Pétrico | Povoado Riacho Fundo   |
|                    | 13 | 3°38'45.0"S, 43°35'45.0"W | Babaçual       | Plintossolo Pétrico | Fazenda Vila Emídio    |
| Vargem Grande (MA) | 14 | 3°36'36.8"S, 43°39'47.4"W | Mata mesófila  | Plintossolo Pétrico | Povoado Placas         |
|                    | 15 | 3°36'28.6"S, 43°45'02.5"W | Babaçual       | Plintossolo Pétrico | Povoado São Roque      |
|                    | 16 | 3°34'17.1"S, 43°49'11.7"W | Mata mesófila  | Plintossolo Pétrico | Povoado Mata dos Cocos |
|                    | 17 | 3°33'29.1"S, 43°53'18.1"W | Mata de várzea | Plintossolo Pétrico | Margem do Rio Guará    |

\*Fonte: IBGE (2016)

## 2.2 Amostragens das formigas

As formigas foram amostradas em 17 pontos distribuídos ao longo de 170 km entre os municípios de Matias Olímpio-PI e Vargem Grande –MA (Figura 01). Em cada sítio amostral foi plotada uma transecção de 300 m, cada transecção recebeu 15 conjuntos de iscas com distância de 20 m. As iscas protéicas (sardinha) e carboidráticas (pão com mel) ficaram sobre folhas de papel com dimensões de 10 x 10 cm e expostas diretamente sobre o solo, durante 1 hora e trinta minutos, entre 8:00 – 09:30. As formigas atraídas foram coletadas diretamente nas iscas. Este procedimento foi realizado em cada sítio amostral, sempre em formações vegetacionais típicas da região, e ocorreu nos meses de transição entre a estação chuvosa e estação de estiagem (junho e julho).

O material biológico recolhido foi armazenado em álcool 75%, e encaminhado ao laboratório de Artrópodes do Solo, onde foi identificado em nível de gênero, com auxílio da chave dicotômica de BACCARO et al. (2015) e consulta a especialistas. Após identificação, o material fixado foi depositado na Coleção do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão.

### 2.3 Análises estatísticas

As amostras biológicas foram avaliadas quanto à riqueza e diversidade, utilizando o software DIVEs (Rodrigues, 2007). Foram produzidos clusterings para verificar a correspondência entre ordens de solos e taxocenoses mirmecológicas. As associações entre formigas e pedopaisagens buscou identificar as pedopaisagens que possui mirmecofauna semelhantes, usando para isso a distância euclidiana que gerou os dendogramas que associam as formigas as pedopaisagens dominantes na região. Na construção dos dendogramas foi utilizada o Software InfoStat (DI RIENZO et al. 2016).

## 3 RESULTADOS

Foram coletados 8.311 espécimes de formigas, distribuídas em 7 subfamílias e 23 gêneros. Dos gêneros encontrados, *Pheidole* foi o mais rico e abundante, com 3.491 indivíduos coletados (Tabela 2).

O maior número de gêneros foi encontrado na subfamília Myrmicinae, com os gêneros *Acromyrmex*, *Atta*, *Blepharidata*, *Cephalotes*, *Ochetomyrmex*, *Pheidole* e *Solenopsis* (Tabela 02). Na subfamília Dorylinae foi encontrado apenas o gênero *Labidus*. Na subfamília Dolichoderinae, o gênero *Forelius* apresentou maior quantidade de indivíduos (63 indivíduos) quando comparado aos gêneros *Azteca*, *Tapinoma* e *Dorymyrmex* (Tabela 02).

Dentre os gêneros da subfamília Formicinae o gênero *Camponotus* apresentou maior número de indivíduos (413), *Nylanderia* (71), *Brachymyrmex* (21) e *Paratrechina* (11).

Na subfamília Ectatominae foram encontrados apenas dois gêneros: *Ectatomma* (766), que foi encontrado em quase todos os ambientes de coleta, exceto no ambiente 10, e *Gnamptogenis* (32) encontrado apenas no ambiente 10.

Na subfamília Ponerinae, o gênero *Dinoponera* (85) apresentou maior número de indivíduos, seguidos de *Odontomachus* (78) e *Pachycondyla* (5). Enquanto que na subfamília Pseudomyrmecinae foi encontrado apenas o gênero *Pseudomyrmex* com 43 indivíduos.

Os gêneros mais frequentes foram: *Pheidole* (42%), *Solenopsis* (27,33%), *Crematogaster* (9,84%), *Ectatomma* (9,22%) e *Camponotus* (4,97%). Os menos frequentes: *Azteca* (0,01%), *Dorymyrmex* (0,01%), *Ochetomyrmex* (0,02%), *Pachycondyla* (0,06 %) e *Tapinoma* (0,08%) (Tabela 2).

O índice Diversidade de Shanon-Wiener total foi  $H' = 8,9195$ . Os Ambientes 1, 10 e 16 apresentaram os maiores índices de diversidade  $H' = 0,75$ ,  $H' = 0,72$  e  $H' = 0,72$ , respectivamente. O menor índice de Diversidade foi encontrado no ambiente 5 com  $H' = 0,27$  (Tabela 3).

Devido ao grande número de indivíduos dos gêneros *Pheidole* e *Odontomachus* e o não aparecimento de alguns gêneros no ambiente, os maiores índices de Dominância de Simpson ( $D_s$ ) encontrados foram  $D_s = 0,76$  e  $D_s = 0,70$ , nos ambientes 1 e 16, respectivamente. No ambiente 5 foi observado o menor índice de dominância ( $D_s = 0,26$ ).

As comunidades de formigas com distribuição mais equânimes estão nos ambientes 2, 6, 12 e 16, onde foram registrados os maiores índices de equitabilidade:  $J = 0,78$ ,  $J = 0,80$ ,  $J = 0,78$  e  $J = 0,80$ , respectivamente (Tabela 3).



**Tabela 3:** Índice de Diversidade de Shannon- Wiener (H'), Equitabilidade de Pielou (J) e Dominância de Simpson (Ds) dos 17 sítios de amostragem de formigas em uma toposequência do Semiárido à Pré-Amazônia.

| Sítios | Ambiente | Diversidade de Shannon-Wiener (H') | Equitabilidade de Pielou (J) | Dominância de Simpson (Ds) |
|--------|----------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1      | NC       | 0.75                               | 0.71                         | 0.76                       |
| 2      | NC       | 0.66                               | 0.78                         | 0.74                       |
| 3      | PB       | 0.49                               | 0.58                         | 0.56                       |
| 4      | LC       | 0.51                               | 0.56                         | 0.52                       |
| 5      | LC       | 0.27                               | 0.29                         | 0.26                       |
| 6      | PB       | 0.56                               | 0.80                         | 0.70                       |
| 7      | LC       | 0.45                               | 0.58                         | 0.57                       |
| 8      | LC       | 0.35                               | 0.59                         | 0.41                       |
| 9      | PB       | 0.67                               | 0.67                         | 0.74                       |
| 10     | LC       | 0.72                               | 0.76                         | 0.74                       |
| 11     | PB       | 0.47                               | 0.47                         | 0.55                       |
| 12     | PB       | 0.37                               | 0.78                         | 0.52                       |
| 13     | PB       | 0.54                               | 0.59                         | 0.64                       |
| 14     | PB       | 0.63                               | 0.69                         | 0.71                       |
| 15     | PB       | 0.37                               | 0.53                         | 0.49                       |
| 16     | PB       | 0.72                               | 0.80                         | 0.79                       |
| 17     | PB       | 0.40                               | 0.40                         | 0.54                       |

NC = Neossolo – Caatinga; LC = Latossolo – Cerrado; PB= Plintossolo- Babaçu

Dentre os 17 ambientes estudados 10 estão sob a cobertura pedológica da ordem Plintossolo Pétrico, 5 em Latossolo Amarelo e 2 em Neossolo Litólico (Tabela 1). A Pedopaisagem Plintossolo-babaçu apresentou 79,22 % das ocorrências de formigas, seguido de Latossolo-Cerrado (14,54%) e Neossolo-Caatinga (6,23%).

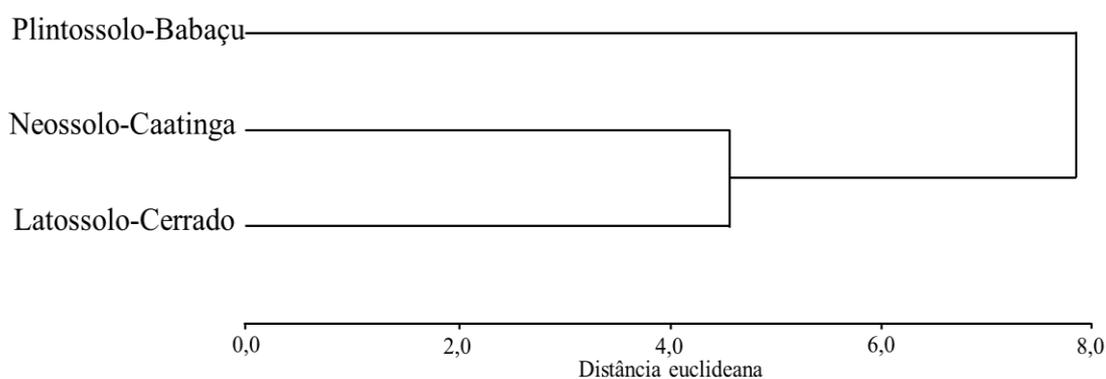
Os gêneros *Forelius*, *Tapinoma*, *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Nylanderia*, *Paratrechina*, *Ectatomma*, *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Pseudomyrmex* ocorreram em todas as pedopaisagens.

Os gêneros *Dorymyrmex* e *Ganamptogenys* ocorreram apenas na pedopaisagem Latossolo-Cerrado. *Acromyrmex*, *Blepharidata*, *Ochetomyrmex*, *Odontomachus* e *Pachycondyla*, ocorreram apenas na pedopaisagem Plintossolo-babaçu. Nenhum gênero foi exclusivo da pedopaisagem Neossolo-Caatinga.

Na pedopaisagem Neossolo-Caatinga os gêneros mais frequentes foram, *Pheidole* (157 indivíduos), *Solenopsis* (105), *Camponotus* (151) e *Ectatomma* (42). No Latossolo-Cerrado, *Pheidole* (317), *Solenopsis* (247), *Ectatomma* (212) e *Crematogaster* (184) e nesse ambiente não foram encontrados: *Labidus*, *Azteca*, *Acromyrmex*, *Blepharidata*, *Crematogaster*, *Ochetomyrmex*, *Odontomachus* e *Pachycondyla*. E, Plintossolo-Babaçu, *Pheidole* (3.017), *Solenopsis* (1.919),

*Crematogaster* (606), *Ectatomma* (512) e *Camponotus* (199), não foram encontrados apenas, *Dorymyrmex* e *Gnamptogenys*.

No ambiente estudado foram identificadas três ordens de solos: Neossolo Litólico, Latossolo Amarelo e Plintossolo Pétrico. A associação desses ambientes com a cobertura vegetal dominante forma cenários aqui adotados como pedopaisagens. As pedopaisagens Neossolo – Caatinga possui uma comunidade de formigas mais similar aos formicídeos encontrados na pedopaisagem Latossolo – Cerrado, enquanto que as formigas formam um agrupamento separado para comunidade de formigas da pedopaisagem Plintossolo– Babaçu (Figura 3).



**Figura 3:** Dendrograma de similaridade de formigas comparados com os tipos de solos ocorrentes da toposequência entre o Semiárido e a Pré-Amazônia utilizando a distância euclidiana.

A análise de agrupamento mostra que a menor dissimilaridade foi encontrada entre as pedopaisagens Latossolo – Cerrado e Neossolo- Caatinga. Essas duas pedopaisagens foram menos dissimilares que a pedopaisagem Plintossolo-babaçu (Figura 3).

#### 4 DISCUSSÃO

O número de subfamílias e gêneros encontradas neste trabalho é equivalente ao encontrado em savana e ambientes associados do Estado de Roraima conforme mostra o trabalho de Peixoto (2010), mas apresentou maior número formigas quando comparado aos resultados obtidos por SOUSA et al. (2015) no Semiárido Paraibano onde encontraram 6 subfamílias e 12 gêneros, com destaque para alta frequência do

gênero *Pheidole*. A abundancia do gênero *Pheidole* é devido a sua grande diversidade, sendo ele o gênero mais rico e abundante em espécies, quando comparado a todas as formigas (SILVA e SILVESTRE, 2004; SUGUITURU et al. 2013; CANTARELLI, 2015).

Em diversos trabalhos a subfamília Myrmicinae apresenta maior número de gêneros, assim como no trabalho de MACIEL et al. (2011) em um inventário de formigas no estado do Paraná. Isso ocorre devido a subfamília Myrmicinae ser a maior e mais diversificada subfamília de formigas, assumindo o status de distribuição cosmopolita, com a maior riqueza de espécies tanto no âmbito local como global (ALBUQUERQUE e BRANDÃO, 2004, 2009; BOLTON, 2014).

O gênero *Labidus* foi encontrado em apenas um ambiente, divergindo do que foi encontrado por ILHA et al. (2009) no município de Chapecó em Santa Catarina, onde houve ocorrência em todos os ambientes e em maior registro. As formigas do gênero *Labidus* são carnívoras e agressivas, forrageiam em grupo, se deslocam frequentemente e ocasionam alterações negativas nas estruturas de comunidades que incidem (DELABIE et al. 2000) e demonstram ampla tolerância a ambientes perturbados (LUTINSKI et al. 2008), como ocorre no ambiente 3, que é um ambiente urbanizado.

O reduzido número de gêneros encontrados na subfamília Dolichoderinae contrasta com os dados obtidas por VALE JUNIOR et al. (2017), onde os Dolichoderinae correspondiam a 21,43% dos espécimes coletados em área de savana no norte da Amazônia.

Dentro do grupo *Formicinae* o gênero que mais se destaca é o *Camponotus*, esse gênero possui comportamento generalista e agressivo e estão geralmente associadas a ambientes perturbados (SILVESTRE et al. 2003). Em trabalhos realizados no Maranhão, o gênero *Camponotus* também foi encontrado com grande frequência e em grande número de indivíduos (BRANDÃO et al. 2011; RAMOS et al. 2015). Este gênero pode ser encontrado desde os ambientes antropizados até o cerrado preservado (SILVA et al. 2017). Os gêneros *Brachymyrmex*, *Camponotus* e *Nylanderia*, também foram encontrados por SOUSA et al. (2015), em um levantamento da formicifauna edáfica no Sertão Paraibano.

O gênero *Ectatomma* também foi encontrado em área de cerrado Maranhense, em Santa Quitéria do Maranhão por ALMEIDA - JUNIOR e FERREIRA (2016) e em

Chapadinha – MA por SOUSA (2017). As formigas do gênero *Ectatomma* possuem preferência por nidificação no solo, são encontradas em savanas e ambientes florestais (MOURA e CUNHA, 2014). *Gnamptogenys* também foi encontrada em área nativa da Mata Atlântida por CANTARELLI et. al. (2015). De acordo com SOUZA et al. 2007, no Brasil há ocorrência deste gênero no Pará, Bahia e Amazônia.

No estado do Maranhão, no município de Chapadinha SILVA (2014) registrou ocorrência dos gêneros *Dinoponera*, *Odontomachus* e *Pachycondyla*. Neste trabalho, não foram encontradas em ambientes antropizados, corroborando com SOUZA-CAMPANA et al. (2016), por serem um gênero nativo e optarem por ambientes naturais, como encontrado neste trabalho.

O gênero *Pseudomyrmex* agrupa a maior parte das formigas Pseudomyrmecinae sendo assim bastante recorrente nas amostras obtidas para essa subfamília de formiga, alcançando assim uma ampla distribuição (BACCARO et al. 2015) sobretudo na América do sul, dentro da área de influência desse trabalho essas formigas também foram amostradas por SILVA (2017), OLIVEIRA (2015) e SOUSA (2016).

A ampla distribuição das formigas dos gêneros *Camponotus*, *Solenopsis* e *Pheidole* e os elevados índices de diversidade registrados para esses gêneros de formigas fazem com esses formicídeos alcancem, conforme destaca LEAL (2000), elevada distribuição geográfica, adaptando-se facilmente uma grande diversidade de ambientes.

Os índices de diversidade de Shanon-Wiener encontrados nesse trabalho foram menores que os encontrados por SOUSA et al. (2015), no semiárido paraibano, quando esses autores obtiveram amostras de, área desmatada, área desmatada e queimada e área em processo de regeneração, essas áreas estão associadas aos solos Luvisolos Crômicos e Neossolos Litólicos. Contudo vale ressaltar que nesse trabalho foram coletadas apenas formigas atraídas por iscas o que certamente pode ter excluído das amostras algumas guildas de formigas, que se tivessem sido amostradas poderiam elevar os índices de diversidade registrados nesse trabalho.

A dominância foi diferente do encontrado por SOARES et al. (2010) no Cerrado da região Centro-Oeste, e maiores que os resultados encontrados por RAMOS et al. (2015) no Maranhão, nesse trabalho ocorreu devido ao grande número de indivíduos

dos gêneros *Pheidole* e *Odontomachus* e o não aparecimento de alguns gêneros nos ambientes de maiores índices.

Os valores mais altos observados no índice de equitabilidade foram próximos aos encontrados por RAMOS et al. (2015) para formicidae, no Maranhão em um sistema agroflorestal e pomar. Portanto, a área de cerrado aberto e mata mesófila relacionada a ordem de solo Plintossolo- Pétrico evidenciam maior diversidade.

As formigas podem ser associadas facilmente aos domínios de paisagens, com táxons que evidenciam prontamente o domínio florístico da paisagem (GOMES et al. 2010). A associação de formigas com cobertura vegetal é fortalecida quando se acrescenta a variável pedológica, especialmente quando se trata de formigas que nidificam essencialmente no solo. Desta forma as pedopaisagens que acumulam maior similaridade de cobertura vegetal e que se assentam sob a mesma cobertura pedológica tendem a acomodar as mesmas guildas de formigas.

A menor dissimilaridade entre as comunidades de formigas encontradas nas pedopaisagens Latossolo-Cerrado e Neossolo-Caatinga possivelmente seja uma resposta preferencial das formigas encontradas nesses ambientes por substratos hipogeicos com características físicas e químicas comuns aos Latossolo amarelo e Neossolo Litólico. Esses solos possuem característica físico-química similar, sobretudo a baixa permeabilidade a água (EMBRAPA, 2017).

Contrariamente na pedopaisagem Plintossolo-Babaçu são encontrados solos ricos em plintitas, que têm maior condutância e acumulação de água (EMBRAPA, 2017) criando um reservatório lábil de água que atende à demanda hídrica do sistema durante o semestre de estiagem da região, favorecendo os formicídeos que nidificam nesses solos.

Os agrupamentos pedopaisagens-formigas encontrados nesse trabalho mostram que há uma tendência de zonação espacial no que diz respeito a distribuição das formigas. Essa zonação se manifesta à medida que o gradiente de umidade se torna crescente no sentido da Pré – Amazônia, de modo que as formigas respondem a esse gradiente climático e de paisagem, mostrando uma conexão estreita entre fatores climáticos determinantes para formação do solos, da cobertura vegetal e da fauna de formicídeos desses ambientes, como destaca PEIXOTO (2010) quando afirma que a heterogeneidade e/ou sazonalidade da oferta de recursos e fatores de

climas como temperatura, umidade, luminosidade podem influenciar composição da mirmecofauna.

### **CONCLUSÃO**

A diversidade de formigas amostradas na área de estudo foi relativamente baixa, possivelmente porque foram consideradas para essa análise somente formigas coletadas por apenas um método de coleta.

Sete subfamílias foram encontradas na área estudada, distribuídas em 23 gêneros, sendo Myrmicinae a subfamília mais diversa.

A ordem de solo que apresentou maior diversidade foi Plintossolo Pétrico, relacionada com a pedopaisagem Plintossolo-babaçu, localizada na região de Amazônia Legal do Leste Maranhense. Proporcionando uma tendência de zonação espacial no que diz respeito a distribuição das formigas. Essa zonação se manifesta à medida que o gradiente de umidade se torna crescente no sentido da Pré – Amazônia.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, N. L. DE; BRANDÃO, C. R. F.. A revision of the Neotropical Solenopsidini ant genus *Oxyepoecus* Santschi, 1926 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae): 2. Final. Key for species and revision of the *Rastratus* species-group. **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 49, n. 23, p. 289-309, 2009.

ALBUQUERQUE, N. L. DE; BRANDÃO, C. R. F. A revision of the Neotropical Solenopsidini ant genus *Oxyepoecus* Santschi, 1926 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). 1. the *Vezenyii* species-group. **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 44, n. 4, p. 55-80, 2004.

AMÂNCIO, M. C.; DE ARAUJO C., R. Biotecnologia no contexto da Convenção de Diversidade Biológica: análise da implementação do Art. 19 deste Acordo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 22, 2010.

BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ, 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.

BAGLIANO, R. V. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 24-40, 2012.

BARROS, R. S.M. Medidas de diversidade biológica. **Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais**, 2007.

BOSCARDIN, J. et al. Avaliação comparativa de iscas atrativas a partir da riqueza de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) numa floresta de *Eucalyptus grandis*, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **AUGMDOMUS**, v. 3, 2011. Acesso em: 21 mar. 2018.

BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; FEITOSA, R. M. Cerrado ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) as indicators of edge effects. **Zoologia**, Curitiba v. 28, n. 3, p. 379–387, 2011.

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

CARVALHO, K. S.; VASCONCELOS, H. L. Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serrapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, p. 115-121, 2002.

DANTAS, J. O.. DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA; FORMICIDAE) EDÁFICAS EM TRÊS ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DE MATA ATLÂNTICA EM SÃO CRISTÓVÃO, SERGIPE. **Agroforestalis News**, v. 1, n. 1, p. 48-57, 2016.

DA SILVA, E. F. et al. Association of the Occurrence of Ant Species (Hymenoptera: Formicidae) with Soil Attributes, Vegetation, and Climate in the Brazilian Savanna Northeastern Region. **Sociobiology**, v. 64, n. 4, p. 442-450, 2017.

DELABIE, J. H.C et al. **As formigas poneromorfas do Brasil**. SciELO-Editus-Editora da UESC, 2015.

DELABIE, J. H.C; DELLA LUCIA, T. M. C.; PASTRE, L.. Protocolo de experimentação para avaliar a atratividade de novas formulações de iscas granuladas utilizadas no controle das formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. e *Atta* spp.(Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini) no campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 4, p. 843-848, 2000.

DEMÉTRIO, M. F. et al. Inventário da Fauna de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 107, n. Supl., 2017.

DE SOUSA, I. D. et al. Levantamento da formicifauna edáfica do semiárido Paraibano, 2015.

DE MOURA, C. A. R.; DA CUNHA, N. L. PADRÕES DE FORRAGEAMENTO DE *Ectatomma* sp.(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM UMA BORDA DE FLORESTA GERADA PELA CONSTRUÇÃO DE ESTRADA. Disponível em: <http://pdbff.inpa.gov.br/cursos/efa/livro/2004/PDFs/pl1g5.pdf>

DO VALE JÚNIOR, J. F. et al. Composição da assembleia de formigas em área de savana no norte da Amazônia. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 11, n. 2, p. 153-162, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Solos tropicais**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

FREITAS, A. V. L. et al. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. **Biologia da conservação: essências (CFD Rocha, HG Bergallo, M. Van Sluys & MAS Alves, eds.)**. Rima, São Carlos, p. 357-384, 2006. Acesso em: 21 mar. 2018.

FREIRE, C. B. et al. Riqueza de formigas em áreas preservadas e em regeneração de caatinga arbustiva no sudoeste da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 131, 2012.

GOMES, J. P.; IANNUZZI, L.; LEAL, I. R. Resposta da comunidade de formigas aos atributos dos fragmentos e da vegetação em uma paisagem da Floresta Atlântica Nordestina. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 898-905, 2010.

ILHA, C. et al. Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Bacia da Sanga Caramuru, município de Chapecó-SC. **Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 95-105, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Bases e referenciais – cartas temáticas**, 2016. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/vetores/escala\\_250\\_mil/recorte\\_milionesimo/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/recorte_milionesimo/)>. Acesso em: 21 mar. 2018.

JUNIOR, A.; FERREIRA, R. N. **Riqueza de formigas de uma área remanescente de Cerrado no município de Santa Quitéria, Maranhão**. 2016.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; DA S., CARDOSO, J. M. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária UFPE, 2003.

LEAL, I. R. et al. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

LEAL, I. R.; OLIVEIRA, P. S. Foraging ecology of attine ants in a Neotropical savanna: seasonal use of fungal substrate in the cerrado vegetation of Brazil. **Insectes Sociaux**, v. 47, n. 4, p. 376-382, 2000.

LUTINSKI, J. A. et al. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, 2008.

MACIEL, L. et al. Inventário da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em ambiente de sucessão ecológica florística no município de União da Vitória, Paraná. **Biodiversidade Pampeana**, v. 9, n. 1, 2011.

MARANHÃO 2011. *Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Estado do Maranhão*. Estado do Maranhão, Casa Civil, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais, Grupo Permanente de Trabalho Interinstitucional. 110 p.

MARTINS, L. et al. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista brasileira de Biociências**, v. 9, n. 2, 2011.

MARTINS, M. B.; DE OLIVEIRA, T. G. (Ed.). **Amazônia maranhense: Diversidade e conservação**. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.

MILAN, ELISANA; MORO, ROSEMERI SEGECIN. O conceito biogeográfico de ecótono. **Terr@ Plural**, v. 10, n. 1, p. 75-88, 2017.

MINSKI, V. T.; MÜLLER, G. A. ESTUDO DA MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA: FORMICIDAE): BIOINDICAÇÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE LAJEADO GRANDE, SC, BRASIL. **Jornada Integrada em Biologia**, p. 24, 2014.

MIRANDA, T. A. et al. Aspectos estruturais do ambiente e seus efeitos nas assembléias de formigas em ambientes de floresta e bosque. **Cadernos UniFOA**, v. 8, n. 21, p. 63-72, 2013.

NETO, A.; GOMES, H. Taxa de exploração de iscas por formigas em uma floresta de Terra Firme na Amazônia Oriental. 1987.

PEIXOTO, T. S.; PRAXEDES, C. L.; BACCARO, F. B.; BARBOSA, R. I.; JÚNIOR, M. M. Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em savana e ambientes associados de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2010.

RAMOS, A. S. J. C.; LEMOS, R. N. S.; VALE, A. M. S.; BATISTA, M. C.; MOREIRA, A. A.; HARADA, A. Y.; MESQUITA M. L. R. Ant diversity in agro ecosystems and secondary forest. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 49, p. 4449-4454, 2015.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.. Fitofisionomias do bioma Cerrado. **Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1998.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.. As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**, v. 1, p. 29-47, 2001.

RODRIGUES, C. A.. Riqueza de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em duas fitofisionomias de cerrado no município de Ipameri, GO, Brasil. 2014. v, 98 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/115828>>.

RODRIGUES, W. C. **DivEs – Diversidade de Espécies, versão 4.0**. Entomologistas do Brasil, Seropédica, RJ, 2015. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br>>.

\_\_\_\_\_. **DivEs – Diversidade de Espécies – Guia do usuário versão 4.0**. Online. 2017. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

SANTOS, R. S.; DELABIE, J. H. C. EPIGAEIC ANTS IN A FOREST REMNANT IN THE STATE OF ACRE, BRAZIL AND NEW RECORDS FOR THE STATE. **BRAZILIAN JOURNAL OF AGRICULTURE-Revista de Agricultura**, v. 93, n. 1, p. 24-32, 2018.

SOUSA, J. A. COMUNIDADES DE ARTRÓPODES DE SERRAPILHEIRA EM UMA ÁREA DO CERRADO NORDESTE DO ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL. 2016.

SOUSA, L. S. **ESTRATOS DE NIDIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES *Camponotus comatulus* Mackay, 2010 E *Ectatomma muticum* Mayr, 1870 EM ÁREA DE CERRADO, CHAPADINHA-MA**. 2017.

SOUZA-CAMPANA, D. et al. Epigaeic ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in urban parks located in Atlantic Forest biome. **Check List**, v. 12, n. 5, p. 1-15, 2016.

SOUZA, J. L. P. et al. Diversidade de espécies dos gêneros *Crematogaster*, *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) e complementaridade de métodos de amostragem durante a estação seca em uma estação ecológica no estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 649-656, 2007.

SANO, E. E et al. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado. **Planaltina: Embrapa Cerrados**, 2007.

SILVA, E. F. Associação da ocorrência de formigas (Hymenoptera: Formicidae) com atributos do solo e da vegetação em um domínio do cerrado à nordeste do estado do maranhão, Brasil. 2014. ix, 119 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/121982>>.

SILVA, R. R.; SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 44, n. 1, p. 1-11, 2004.

SILVESTRE, R.; SILVA, R. R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio - SP - sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 37-69, jan. 2001. ISSN 2175-7925. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21708>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

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**, Curitiba, v. 54, n. 1, p. 76–81, 2010.

SUGUITURU, S. S. et al. Ant species richness and diversity (Hymenoptera: Formicidae) in Atlantic Forest remnants in the Upper Tietê River Basin. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 141-152, 2013.

ULYSSEÁ, M. A.; BRANDÃO, C. R.F. Ant species (Hymenoptera, Formicidae) from the seasonally dry tropical forest of northeastern Brazil: a compilation from field surveys in Bahia and literature records. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, n. 2, p. 217-224, 2013.

VICENTE, R. E.; PRADO, LÍVIA, P.; SANTOS, R. C.L. Expanding the distribution of the remarkable ant *Gnamptogenys vriesi* Brandão & Lattke (Formicidae, Ectatomminae): first record From Brazil. **Sociobiology**, v. 62, n. 4, p. 615-619, 2015.

WARD, P. S. **Taxonomy, phylogenetics, and evolution**. chapter, 2010.

WORLD WILDLIFE FUND – WWF BRASIL. Zonas de Transição. Disponível em: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/biomas/bioma\\_transicao/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_transicao/)>. Acesso: 21/ mar. 2018.