

## Composição e riqueza de formigas edáficas (hymenoptera: formicidae) em fitofisionomias de cerrado, no leste maranhense

Mostra-se impossível discutir a biodiversidade terrestre sem mencionar as formigas, uma vez que as mesmas representam a maior parte da fauna de artrópodes, encontradas em praticamente todos os ambientes terrestres. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a composição e riqueza da fauna de formigas edáficas em fitofisionomias de Cerrado (Cerrado sensu stricto e Mata ciliar), na APA do Inhamum, Caxias, Maranhão. A área experimental estudada foi dividida em três áreas; uma de borda e outras duas com fitofisionomias distintas. Área 1: Margem da estrada (10 metros da Borda); Área 2: Cerrado sensu stricto (250 metros do primeiro transecto da área de Borda); e Área 3: Mata ciliar (500 metros do primeiro transecto da área de Cerrado sensu stricto). O material obtido para estudo foi coletado entre os anos de 2019 e 2020, durante os meses de outubro-dezembro/2019 e janeiro-março/2020, através de armadilhas do tipo Provid. Armazenado em laboratório, esse material foi então identificado, sendo feita a triagem, contagem, montagem e, posterior identificação dos espécimes. Para as análises estatísticas, inicialmente foi produzido um banco de dados no programa Software Microsoft Excel e, para as análises faunísticas, utilizou-se o programa ANAFU e EstimateS. De modo geral, foram contabilizados 3.007 formicóides, distribuídos em 8 subfamílias e 26 gêneros. Sendo 1.604 indivíduos para a Área I, 909 para a Área II e, 494 para a Área III. Mostrando-se mais abundante em indivíduos a Área I (margem da estrada – borda), em relação as demais áreas (II e III). A subfamília que mais se destacou em riqueza de táxons e abundância de indivíduos foi a Myrmicinae. Quanto ao gênero mais abundante, dominante, frequente e constante, para todas as áreas, verificou-se Pheidole. Quanto aos índices de diversidade (Shannon-Wiener) obtidos para as três áreas estudadas, aferiu-se para a Área III (500 M) a maior diversidade, sendo confirmado pelo índice de Pielou (e). Entretanto, os estimadores de riqueza e as curvas de acumulação obtidas para as três áreas estudadas, revelaram que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente os gêneros, pois a riqueza de formicóides de solo da APA do Inhamum encontra-se subamostrada.

**Palavras-chave:** Mirmecofauna de solo; Cerrado sensu stricto; Mata ciliar.

## Composition and richness of edaphic ants (hymenoptera: formicidae) in cerrado phytophysiognomy, in eastern maranhense

It is impossible to discuss terrestrial biodiversity without mentioning ants, since they represent the largest part of the arthropod fauna, found in virtually all terrestrial environments. In this context, the present work aims to evaluate the composition and richness of the edaphic ant fauna in Cerrado physiognomic forms (Cerrado sensu stricto and riparian forest), in the Inhamum APA, Caxias, Maranhão. The experimental area studied was divided into three areas; one edge area and two other areas with distinct phytophysiognomies. Area 1: Roadside (10 meters from the border); Area 2: Cerrado sensu stricto (250 meters from the first transect of the border area); and Area 3: Riparian forest (500 meters from the first transect of the Cerrado sensu stricto area). The material obtained for the study was collected between 2019 and 2020, during the months of October-December/2019 and January-March/2020, using Provid-type traps. Stored in the laboratory, this material was identified, sorted, quantified, an assembly was made and, subsequent identification of the specimens. For the statistical analyses, initially a database was produced in the Microsoft Excel software program and, for the faunal analyses, the ANAFU and EstimateS programs were used. In general, there were 3,007 Formicidae, distributed in 8 subfamilies and 26 genera. There were 1,604 individuals in Area I, 909 in Area II, and 494 in Area III. Area I (road margin - edge) was more abundant in individuals than the other areas (II and III). The subfamily that stood out in taxon richness and abundance of individuals was the Myrmicinae. The most abundant, dominant, frequent and constant genus for all areas was Pheidole. As for the diversity indices (Shannon-Wiener) obtained for the three areas studied, Area III (500 M) showed the highest diversity, which was confirmed by the Pielou index (e). However, the richness estimators and the accumulation curves obtained for the three areas studied revealed that the sampling effort was not enough to fully quantify the genera, because the richness of the ground-forming insects in the Inhamum APA is under-sampled.


**Keywords:** Soil myrmecofauna; Cerrado sensu stricto; Riparian forest.


Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**


Received: **15/10/2022**


Approved: **27/10/2022**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


**Maira Rebeca de Alencar Costa Silva**   
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7715843333083388>  
<http://orcid.org/0000-0002-0648-8022>  
[mairarebeca07@gmail.com](mailto:mairarebeca07@gmail.com)


**Antonio Francisco Soares de Sousa**   
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5427363960171370>  
<http://orcid.org/0000-0001-7920-8936>  
[antoniofrancisco001cx@gmail.com](mailto:antoniofrancisco001cx@gmail.com)


**Camila Braga da Conceição**   
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7691994415090679>  
<http://orcid.org/0000-0003-2028-7443>  
[camilabragabiologacx@gmail.com](mailto:camilabragabiologacx@gmail.com)


**Cleilton Lima Franco**   
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4255499612983416>  
<http://orcid.org/0000-0003-1827-773X>  
[cleiltonubc@hotmail.com](mailto:cleiltonubc@hotmail.com)

**Judson Chaves Rodrigues**   
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1580612604379857>  
<http://orcid.org/0000-0001-9236-2508>  
[judsoom.rodriguesz@gmail.com](mailto:judsoom.rodriguesz@gmail.com)

**Alana Ellen de Sousa Martins**   
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0872260256601713>  
<http://orcid.org/0000-0002-3543-8972>  
[a.lanasousa2009@hotmail.com](mailto:a.lanasousa2009@hotmail.com)

**Márcia Verônica Pereira Gonçalves**   
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4066817311322851>  
<http://orcid.org/0000-0001-7805-1463>  
[mv186343@gmail.com](mailto:mv186343@gmail.com)

**Daniel da Silva Costa**   
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6235631071429603>  
<http://orcid.org/0000-0003-0864-9229>  
[djdanielcx@gmail.com](mailto:djdanielcx@gmail.com)

**Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga**   
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/914893773975935>  
<http://orcid.org/0000-0001-5001-3299>  
[luidadaiana@hotmail.com](mailto:luidadaiana@hotmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.010.0017

### Referencing this:

SILVA, M. R. A. C.; SOUSA, A. F. S.; CONCEIÇÃO, C. B.; FRANCO, C. L.; RODRIGUES, J. C.; MARTINS, A. E. S.; GONÇALVES, M. V. P.; COSTA, D. S.; FORMIGA, L. D. A. S.. Composição e riqueza de formigas edáficas (hymenoptera: formicidae) em fitofisionomias de cerrado, no leste maranhense. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.10, p.207-222, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.010.0017>

## INTRODUÇÃO

Conhecido como a savana tropical mais rica do mundo em biodiversidade, o Cerrado brasileiro inclui diversos tipos de ecossistemas (ARRUDA, 2001). Este bioma possui uma vegetação que chega a ser considerada uma das mais diversificadas do Brasil, devido a sua alta heterogeneidade ambiental, compreendendo formações vegetais que incluem campos, savanas e florestas (OLIVEIRA FILHO et al., 2002; FERNANDES et al., 2016). O Cerrado, assim, é o segundo maior bioma do Brasil, totalizando 24% do território nacional, estando atrás apenas da Floresta Amazônica (COSTA, 2019).

Segundo Del-Claro et al. (2008), mostra-se impossível discutir a biodiversidade terrestre sem mencionar as formigas, uma vez que as mesmas representam a maior parte da fauna de artrópodes, encontradas em praticamente todos os ambientes terrestres. Assim, devido disporem dessa vantagem de serem organismos dominantes nos ecossistemas, em função tanto de sua dominância em riqueza de espécies quanto em número de indivíduos, os formicídeos são constantemente empregados em estudos sobre a diversidade e comunidades (FOWLER et al., 1991).

Pertencentes a classe Insecta, ordem Hymenoptera e família Formicidae, as formigas atualmente incluem 17 subfamílias, 338 gêneros e 15.859 espécies já descritas. Para o Brasil, há um registro das 13 subfamílias que ocorrem na região Neotropical, abrigando a maior parte da mirmecofauna devido a sua expansão territorial, com descrição de 1.378 espécies para o mesmo (BRADY et al., 2014; BACCARO et al., 2015, FERNANDES et al., 2022) e, 279 para o Estado do Maranhão (PRADO et al., 2019) Assim, estas destacam-se entre os insetos mais bem diversificados e difundidos no mundo, apresentando como característica marcante a capacidade de organiza-se em sociedade (CAETANO et al., 2002; TRIPLEHORN et al., 2011).

Quanto ao cerrado brasileiro, têm-se constatado através de diversos estudos que, devido as suas diferenças fisionômicas, esse bioma possui uma diversidade significativa de formigas, tanto na vegetação arbórea, quanto no solo (OLIVEIRA et al., 2002; RIBAS et al., 2004; COSTA, 2017; SANTOS, 2018; SANTOS, 2019), posto que sua composição e riqueza de espécies variam em conformidade com os fatores de condições climáticas de temperatura e umidade, altitude e latitude, sendo também, fortemente influenciada por características do habitat, como a estrutura da vegetação (ALBUQUERQUE et al., 2009).

Entretanto, apesar dessa rica biodiversidade que o Cerrado possui, ele também tem sofrido uma acentuada modificação, ocasionada pela criação de vias de locomoção, queimadas e conversão do cerrado em áreas agrícolas; o que configura uma das maiores ameaças à diversidade biológica nos últimos anos, uma vez que com isso se dá também, a perda de habitats (FERNANDES et al., 2016; KLINK et al., 2005; RATTER et al., 1997), afetando diretamente as estruturas florísticas e faunísticas desse bioma e sua comunidade biológica (PRIMACK et al., 2001) e, causando o desaparecimento ou mesmo o desequilíbrio ecológico, que pode resultar no declínio populacional de várias espécies (FERNANDES et al., 2016).

Desse modo, por constituírem um grupo amplamente diverso, os insetos tornam-se grandes aliados na sinalização dessas ameaças à biodiversidade, visto que os mesmos são considerados bioindicadores do

grau de alteração de um ambiente; ou seja, são grupos cuja presença, ausência, densidade, diversidade e papel funcional revelam a possibilidade de uma situação adversa provocada naturalmente ou por algum fator antrópico (WINK et al., 2005; BARETTA et al., 2010). Assim, por disporem dessa significativa diversidade e também suscetibilidade às mudanças físicas e biológicas dos ambientes, as formigas são apontadas como um considerável agente de sinalização e recuperação de áreas degradadas, posto que são reconhecidas por desenvolver inúmeras funções nos ecossistemas, apresentando-se como predadoras, saprófagas ou mesmo responsáveis pela dispersão de sementes e polinização. (SANTOS et al., 2006; MAJER, 1983; ALONSO, 2000).

A realização de trabalhos de levantamento em áreas de preservação ambiental para o conhecimento tanto da fauna quanto da flora é, portanto, o ponto de partida para a elaboração de planos de manejo e conservação (MARTINS, 2020), uma vez que, só se pode conservar o que se conhece e, por isso, o primeiro estágio para conservar a biodiversidade é descrevê-la, mapeá-la e medi-la (MARGULES et al., 2000). Além disso, considerando que a relação das espécies de um determinado ambiente sugere o seu grau de conservação, esse estudo apresenta-se também, como uma importante ferramenta de monitoramento ambiental (MARTINS, 2020).

Assim, estudos sobre a biodiversidade de formigas por meio de levantamento de gêneros como grupos alvo ou substitutos de espécies, por exemplo, têm se mostrado bastante eficientes na aferição de áreas degradadas ou conservadas, evidenciando-se como uma relevante ferramenta de monitoramento ambiental (PIK et al., 1999; ANDERSEN, 1995; OLIVER et al., 1996; SANTOS, 2006; MARTINS, 2022).

Posto isso, através da realização de estudos faunísticos, propostas poderão gerar subsídios para minimizar o efeito do impacto ambiental, possibilitando o estabelecimento de uma gestão adequada e com perspectivas de elaborar e compreender o conjunto de ações necessárias para o manejo e uso sustentável do solo de sua biodiversidade.

Diante do exposto, este estudo objetivou avaliar a composição e riqueza da fauna de formigas edáficas em fitofisionomias de Cerrado (Cerrado *sensu stricto* e Mata ciliar), na Área de Proteção Ambiental do Inhamum, Caxias, Maranhão.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Localização e Caracterização da Área de Estudo**

O município de Caxias está situado na mesorregião do Leste Maranhense, entre as coordenadas (04°51'32"S/43°21'22"W), com uma altitude de 66 metros ao nível do mar, possui uma área de 5.151 km<sup>2</sup>. A Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum (APA do Inhamum), localizada próximo ao perímetro urbano de Caxias, entre as coordenadas 04°53'30"S/43°24'53"W e, cortada transversalmente pela MA-127 ligando Caxias ao município de São João do Sóter (ALBUQUERQUE, 2012) (Figura 1).

A área de estudo caracteriza-se por apresentar clima subúmido seco, com índices pluviométricos regulares entre 1.600 e 1.800 mm e média anual de temperatura equivalente a 24°C (ALBUQUERQUE, 2012; ARAÚJO, 2012). Quanto aos solos, essa área apresenta, predominantemente, latossolos vermelhos-

amarelos, padzólico vermelho-amarelo, com areia e solos aluviais (BARROS, 2012); ocorrendo nessa área, segundo Conceição et al. (2012), além do Cerrado *sensu stricto*, fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual e, em alguns trechos, evidenciam-se manchas de Cerrado e Matas de Galeria.

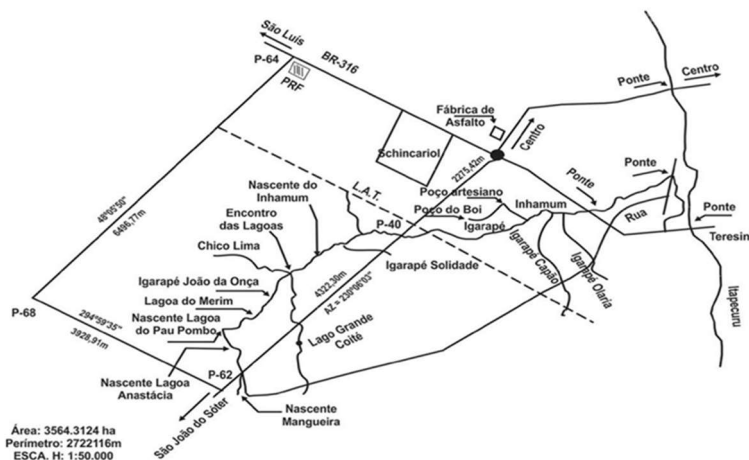


Figura 1: Localização da Área de Proteção Ambiental do Inhamum, na cidade de Caxias, MA. Fonte: Azevedo et al. (2012).

### Área experimental e estrutura das fitofisionomias

A área experimental estudada foi dividida em três áreas; uma de borda e outras duas com fitofisionomias distintas. **Área 1: Margem da estrada** (10 metros da Borda) – é uma área aberta onde apresenta arbustos, gramíneas e árvores dispersas; **Área 2: Cerrado *sensu stricto*** (250 metros do primeiro transecto da área de Borda) – apresenta uma vegetação típica de cerrado com árvores de pequeno e médio porte e em determinado momento essa área se torna mais aberta apresentando uma grande quantidade de gramíneas e arbustos; **Área 3: Mata ciliar** (500 metros do primeiro transecto da área de Cerrado *sensu stricto*) – apresenta uma vegetação mais fechada com árvores de pequeno, médio e grande porte, com dossel abertos e semiabertos, tratando-se de uma área bem sombreada e apresentando uma grande quantidade de serapilheira (Figura 2A–C).

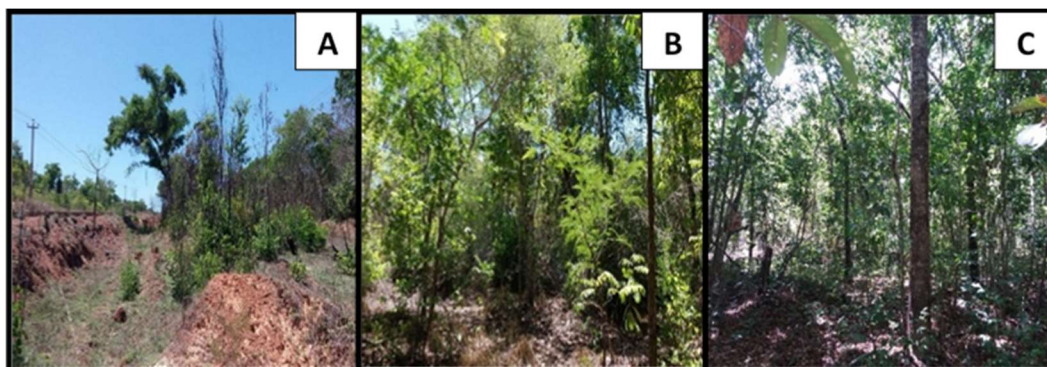


Figura 2: Áreas da APA do Inhamum analisados no presente estudo. A - Área I (Margem da estrada – Borda). B - Área II (Cerrado *sensu stricto*). C - Área III (Mata ciliar). Fonte: Rodrigues (2019).

O material obtido para estudo estava mantido em acervo no Laboratório de Fauna do Solo (LAFS). O mesmo foi coletado – dispondo da Autorização legal do ICMBio e IBAMA de nº 583781 – entre os anos de 2019 e 2020, durante os meses de outubro-dezembro/2019 e janeiro-março/2020, através de armadilhas de

queda do tipo Provid.

### **Triagem, contagem, montagem e identificação**

O material foi identificado no LAFS, localizado na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), campus Caxias (CESC), sendo feita a triagem, contagem, montagem, etiquetagem e posterior identificação, a nível de gênero.

Em laboratório, foi realizada a triagem do material com auxílio de pinça entomológica e placa de Petri sob lupa estereoscópica ZEISS modelo Stemi DV4. Após a triagem foi realizada a contagem e, em seguida, as formigas foram montadas em alfinetes entomológicos pelo método de dupla montagem utilizando triângulos de papel cartão e cola branca para a fixação dos espécimes.

A identificação dos espécimes a nível de gênero foi realizada por meio de diversas chaves taxonômicas, como de Baccaro (2006, 2015), Fernández et al. (2004) e Bolton (1994, 1995, 2003). Além disso, contou-se também com o auxílio do material de referência já identificado, presente no Laboratório de Fauna do Solo, para comparação direta.

### **Análise dos Dados**

Para as análises estatísticas, inicialmente foi produzido um banco de dados no programa Software Microsoft Excel, onde, a partir desse, foram feitas as análises dos dados por meio da construção de tabelas com a composição dos formicídeos. Já para as análises faunísticas dos dados, utilizou-se dois programas distintos: as análises com base nos índices de abundância, dominância, frequência e constância e os índices de diversidade de Shannon - Weaner ( $H'$ ) e Equitabilidade de Pielou ( $e$ ), foram feitos no programa ANAFAU (MORAES et al., 2003), enquanto a riqueza estimada e a curva de rarefação/acumulação foram feitas utilizando o programa EstimateS.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Composição dos formicídeos coletados**

Foram contabilizados um total de 3.007 exemplares de formigas, distribuídas em 8 subfamílias e 26 gêneros para as áreas amostradas, havendo para a Área I um total de 1.604 indivíduos, 909 para a Área II e 494 para a Área III (Tabela 1).

A maior abundância de indivíduos na Área I, em relação as demais áreas (Áreas II e III), provavelmente está relacionada com a borda; isto se dá, devido ao fato de se tratar de uma área de transição, sendo este um ambiente favorável para o aparecimento de formicídeos. Santos (2018) explica isto ao trabalhar com ação do efeito de borda sobre a comunidade de formigas epigeicas e hipogeicas na APA do Inhamum, sendo corroborado através de seus resultados, a alta abundância de formigas em ambiente de borda, quando comparada às áreas mais florestadas, sendo isto justificado pelas características bióticas e abióticas que as bordas apresentam, onde, a ação antrópica que modifica a paisagem nas bordas pode vir a favorecer a

existência de espécies oportunistas e/ou exóticas, levando, deste modo, a uma maior abundância de formicídeos nessa área.

**Tabela 1:** Distribuição do número de formicídeos coletados na Área I (Margem da estrada – Borda), Área II (Cerrado *sensu stricto*) e Área III (Mata ciliar), nos meses de outubro/2019, dezembro/2019, janeiro/2020 e março/2020, na APA do Inhamum, Caxias–MA.

| Subfamília/Gêneros                     | Áreas               |                   |                   | Total        |
|--|---------------------|-------------------|-------------------|--------------|
|  | A1 (%)              | A2 (%)            | A3 (%)            |              |
| <b>Dolichoderinae</b>                  |                     |                   |                   |              |
| <i>Azteca</i> Forel, 1878***           | 0                   | 0                 | 1 (0,20)          | 1            |
| <i>Dolichoderus</i> Lund, 1831**       | 0                   | 2 (0,22)          | 0                 | 2            |
| <i>Dorymyrmex</i> Mayr, 1866           | 126 (7,85)          | 99 (10,89)        | 27 (5,46)         | 252          |
| <i>Gracilidris</i> Wild & Cuzzo, 2006* | 4 (0,25)            | 0                 | 0                 | 4            |
| <i>Tapinoma</i> Förster, 1850          | 1 (0,06)            | 1 (0,11)          | 3 (0,61)          | 5            |
| <b>Dorylinae</b>                       |                     |                   |                   |              |
| <i>Labidus</i> Jurine, 1807            | 3 (0,19)            | 3 (0,33)          | 12 (2,43)         | 18           |
| <b>Ectatomminae</b>                    |                     |                   |                   |              |
| <i>Ectatomma</i> Smith, 1858           | 127 (7,92)          | 106 (11,66)       | 47 (9,51)         | 280          |
| <i>Gnamptogenys</i> Roger, 1863        | 2 (0,12)            | 9 (0,99)          | 11 (2,23)         | 22           |
| <b>Formicinae</b>                      |                     |                   |                   |              |
| <i>Camponotus</i> Mayr, 1861           | 86 (5,36)           | 84 (9,24)         | 4 (0,81)          | 174          |
| <i>Brachymyrmex</i> Mayr, 1868         | 14 (0,87)           | 1 (0,11)          | 8 (1,62)          | 23           |
| <i>Paratrechina</i> Motschulsky, 1893  | 13 (0,81)           | 0                 | 1 (0,20)          | 14           |
| <b>Myrmicinae</b>                      |                     |                   |                   |              |
| <i>Atta</i> Fabricius, 1804*           | 233 (14,53)         | 0                 | 0                 | 233          |
| <i>Cephalotes</i> Latreille, 1802      | 0                   | 9 (0,99)          | 1 (0,20)          | 10           |
| <i>Cyphomyrmex</i> Mayr, 1862          | 14 (0,87)           | 4 (0,44)          | 4 (0,81)          | 22           |
| <i>Crematogaster</i> Lund, 1831        | 2 (0,12)            | 1 (0,11)          | 2 (0,40)          | 5            |
| <i>Hylomyrma</i> Forel, 1912***        | 0                   | 0                 | 1 (0,20)          | 1            |
| <i>Mycocepurus</i> Forel, 1893         | 1 (0,06)            | 1 (0,11)          | 1 (0,20)          | 3            |
| <i>Pheidole</i> Westwood, 1839         | 609 (37,97)         | 503 (55,33)       | 296 (59,92)       | 1.408        |
| <i>Rogeria</i> Emery, 1915***          | 0                   | 0                 | 1 (0,20)          | 1            |
| <i>Solenopsis</i> Westwood, 1840       | 159 (9,91)          | 76 (8,36)         | 20 (4,05)         | 255          |
| <i>Wasmannia</i> Forel, 1893           | 209 (13,03)         | 2 (0,22)          | 31 (6,27)         | 242          |
| <b>Paraponerinae</b>                   |                     |                   |                   |              |
| <i>Paraponera</i> F. Smith, 1858**     | 0                   | 2 (0,22)          | 0                 | 2            |
| <b>Ponerinae</b>                       |                     |                   |                   |              |
| <i>Hypoponera</i> Santschi, 1938**     | 0                   | 1 (0,11)          | 0                 | 1            |
| <i>Odontomachus</i> Latreille, 1804    | 0                   | 5 (0,55)          | 8 (1,62)          | 13           |
| <i>Pachycondyla</i> Smith, 1858***     | 0                   | 0                 | 7 (1,42)          | 7            |
| <b>Pseudomyrmecinae</b>                |                     |                   |                   |              |
| <i>Pseudomyrmex</i> Lund, 1831         | 1 (0,06)            | 0                 | 8 (1,62)          | 9            |
| <b>TOTAL</b>                           | <b>1.604 (100%)</b> | <b>909 (100%)</b> | <b>494 (100%)</b> | <b>3.007</b> |

A1 = área I; A2 = área II; T3 = área III; \*Gêneros exclusivos para Área I; \*\*Gêneros exclusivos para Área II; \*\*\*Gêneros exclusivos para Área III.

A subfamília com maior riqueza de táxons foi Myrmicinae, com 10 gêneros, na subsequência de Dolichoderinae (5 gêneros), Formicinae e Ponerinae (3 gêneros), enquanto as outras subfamílias atingiram o máximo de dois gêneros registrados. No que se refere a abundância de indivíduos, a subfamília Myrmicinae foi novamente a mais representativa, com 2.180 indivíduos, acompanhada de Ectatominae e Dolichoderinae, com 302 e 264 indivíduos, respectivamente; juntas, essas três subfamílias corresponderam a 91% do total de formicídeos coletados nas três áreas (Tabela 1).

Essa altíssima representatividade da subfamília Myrmicinae, tanto em número de táxons como em número de indivíduos, pode ser explicada pelo fato de a mesma compor, dentre toda a família Formicidae, metade das espécies conhecidas, com aproximadamente 6.500 espécies (BACCARO et al., 2015). Fowler et al. (1991) explica que a predominância da subfamília Myrmicinae pode estar também vinculada à sua

altíssima adaptabilidade ecológica na Região Neotropical, bem como os seus mais diversos hábitos alimentares e estratégias de forrageamento e nidificação, indo de onívoras, predadoras, generalistas ou especialistas, à cultivadoras e coletoras de sementes de fungos, justificando assim, a sua elevada expressividade para o Brasil, em diversos estudos (HÖLLDOBLER et al., 1990; ALBUQUERQUE et al., 2009).

Quanto a aferição de Dolichoderinae como a segunda maior subfamília em número de gêneros, sobressaindo-se também em número de espécimes, essa é classificada por Bolton (1995), devido a sua diversidade genérica e específica, como a quarta subfamília em termos de relevância, o que pode ser corroborado por Hölldobler et al. (1990), que demonstra que este mesmo princípio é seguido pelas três subfamílias com maior riqueza de espécies, visto que são classificadas, também, como as de maior diversidade para os diversos ambiente, dentro da família Formicidae. Esta subfamília pode, inclusive, ser facilmente verificada em áreas urbanas, dispendo de comportamentos e nidificação em diversidade de ninhos interligados entre si (BOND et al., 1984).

As duas subfamílias ranqueadas em terceiro lugar como as mais representativas em número de gêneros, obtendo uma das maiores riquezas de táxons, foram Formicinae e Ponerinae. Assim, essa alta expressividade para Formicinae pode estar atrelada à ligeira acomodação dessa subfamília em ambientes mais abertos ou pouco conservados, o que justifica, inclusive, a alta representatividade de indivíduos dessa subfamília na área de borda (margem da estrada), tendo em vista que essa é uma área bastante antropizada (MARINHO et al., 2002; FREIRE et al., 2012). Formicinae possui espécies com uma larga distribuição, dispendo para a Região Neotropical, oito tribos de dezessete, variando de epigéicas a hipogéicas, arborícolas ou subterrâneas (SUGUITURU et al., 2015; BACCARO et al., 2015; MARINHO et al., 2002).

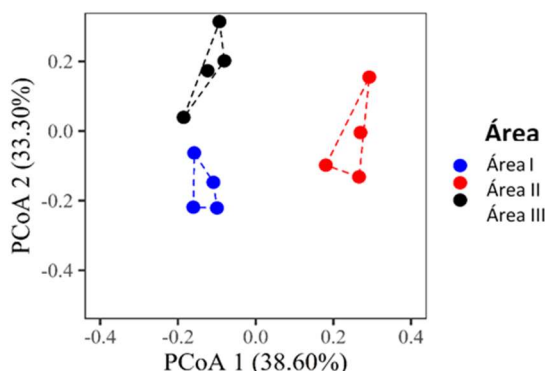
Quanto a riqueza de táxons da subfamília Ponerine, é possível notar que a mesma foi predominante nas áreas II e III (Tabela 1), não havendo ocorrência para a área I. Essas áreas (II e III), dispõem de uma grande quantidade de gramíneas e arbustos, possuindo uma vegetação mais fechada e contendo grande quantidade de serapilheira. Isso, portanto, pode justificar a sua alta representatividade no número de gêneros, visto que as espécies de Ponerinae podem ser encontradas, consideravelmente, em serapilheira, já que necessitam diretamente do material vegetal disposto no solo, realizando a nidificação e forrageamento. Assim, os formicídeos que compõem a subfamília Ponerinae, são mais diversos e abundantes em ambientes arborizados e certamente mais úmidos (BROWN JUNIOR, 2000; RÉ, 2007; LATTKE, 2003), sendo esse, o caso da área II e, especialmente da área III.

### **Análise de Coordenadas Principais entre as comunidades de formigas com base nas áreas**

A Análise de Coordenadas Principais (PCoA) visa representar graficamente uma matriz de semelhança ou de dissimilaridade entre indivíduos presentes nas áreas. Assim, quanto à composição dos gêneros estudados, a Figura 3 apresenta uma análise de PCoA, onde eixo 1 separou o Cerrado *sensu stricto* das demais áreas, enquanto o eixo 2 separou a Mata ciliar da Área de borda (Margem da estrada).

Verificou-se como exclusivos de cada sítio de amostragem 2, 3 e 4 gêneros para a área de borda

(margem da estrada), cerrado *sensu stricto* e mata ciliar, respectivamente. Quanto aos gêneros compartilhados entre as três áreas, obteve-se um total de 17.



**Figura 3:** Análise de coordenadas principais (PCoA) entre Área I (Margem da estrada – Borda), Área II (Cerrado *sensu stricto*) e Área III (Mata ciliar).

Os gêneros *Atta* e *Gracilidres* foram exclusivos para a Área I (Tabela 1). Sendo essa exclusividade – em especial do gênero *Atta*, pela sua alta expressividade nessa área – atribuída ao efeito de borda presente, tratando-se de um ambiente mais antropizado, o que consequentemente favorece a sua alta amostragem devido as suas taxas de herbivoria serem mais expressivas em áreas perturbadas, como pequenos fragmentos (ARAÚJO JUNIOR, 2004), associada à alta capacidade de invasão à áreas com impacto antrópico e adaptação a ambientes mais abertos (ARAÚJO JUNIOR, 2004; RAMOS et al., 2003).

Verificou-se os gêneros *Dolichoderus*, *Hypoponera* e *Paraponera* como exclusivos para a Área II (Tabela 1). A ocorrência exclusiva e baixa de *Dolichoderus* para essa área, pode estar relacionada com o fato de esse gênero, apesar de forragear ou nidificar no solo, compor comunidades de formigas arborícolas, corroborando assim, a sua baixa amostragem; representado por apenas dois indivíduos nessa área (II), e nenhum nas demais áreas (I e III) (SILVA et al., 2020). Compondo o grupo de formigas “poneromorfas”, os gêneros *Hypoponera* e *Paraponera* podem ser justificados quanto a sua exclusividade para a área II, pela vegetação típica de cerrado *stricto sensu* que essa área dispõe. Porém, verificou-se que essas poneromorfas possuíam também, para este estudo, uma baixa amostragem quando em comparação a levantamentos realizados em outros tipos de fitofisionomias existentes, como áreas de Mata de galeria, por exemplo; o que pode ser observado nos resultados obtidos no estudo de Camargo (2011), sobre a composição e diversidade de poneromorfas que, ao trabalhar com duas fitofisionomias de cerrado, aferiu-se uma amostragem mais significativa em área de Mata de galeria do que em cerrado *stricto sensu*.

Aferiu-se para a Área III, a exclusividade dos gêneros *Azteca*, *Hylomyrma*, *Rogéria* e *Pachycondyla* (Tabela 1). Essa exclusividade, por sua vez, pode estar relacionada ao fato de essa área dispor de uma grande quantidade de serapilheira, fato este que é corroborado através do estudo de Bastos (2009), onde em seus resultados é demonstrado que o gênero *Pachycondyla* tem uma grande representatividade devido ao maior volume de serapilheira na área, em que a quantidade da mesma afetou positivamente na abundância e riqueza de espécies. No geral, as ponerines apresentaram ampla distribuição na serapilheira, sendo numericamente influenciadas pela quantidade dessa, presente na área. Fazendo-se uso dessa explicação



também, para o gênero *Hylomyrma*, que é exclusivamente neotropical cujas espécies habitam predominantemente na serapilheira (ULYSSEÁ, 2017), o que se leva a crer que o mesmo possa acontecer com os outros dois gêneros exclusivos para essa área.

### Abundância, Dominância, Frequência e Constância dos formicídeos

Na Área I foi classificado como superabundante o gênero *Pheidole*, com 609 indivíduos (37,97%), seguido dos gêneros muito abundante, que foram: *Atta* com 233 indivíduos (14,53%), *Wasmannia* com 209 indivíduos (14,18 %), *Solenopsis* com 159 (9,91%), *Ectatomma* com 127 (7,92%) e *Dorymyrmex* com 126 (7,85%) (Tabela 2). Para a classificação de dominância, foi categorizado como superdominante novamente o gênero *Pheidole* e, dominantes os gêneros *Atta*, *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Cyphomyrmex*, *Dorymyrmex*, *Ectatomma*, *Paratrechina*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. Para a frequência dos gêneros, obteve-se como superfrequente mais uma vez o gênero *Pheidole* e como muito frequente *Atta*, *Dorymyrmex*, *Ectatomma*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. Quanto à análise de constância (w), os gêneros *Atta*, *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Cyphomyrmex*, *Wasmannia*, *Crematogaster*, *Dorymyrmex*, *Ectatomma*, *Pheidole* e *Solenopsis*, se mostraram constantes (Tabela 2).

Para a Área II os gêneros obtidos como superabundantes de indivíduos foram *Pheidole*, com 503 indivíduos (55,33%), *Ectatomma* com 106 indivíduos (11,66%), *Dorymyrmex* com 99 indivíduos (10,89%), *Camponotus* com 84 indivíduos (9,24%) e *Solenopsis* com 76 indivíduos (8,36%), seguido dos gêneros *Cephalotes* e *Gnamptogenys* como muito abundantes, ambos com 9 indivíduos (0,99%) (Tabela 2). Em relação a dominância, também foram classificados como superdominantes os gêneros *Camponotus*, *Dorymyrmex*, *Ectatomma*, *Pheidole* e *Solenopsis*, tendo como dominante, também, os gêneros *Cephalotes* e *Gnamptogenys*. Os gêneros superfrequentes foram, novamente, *Camponotus*, *Dorymyrmex*, *Ectatomma*, *Pheidole* e *Solenopsis* e, os gêneros classificados como muito frequente foram *Cephalotes*, *Gnamptogenys* e *Odontomachus*. Sobre à análise de constância (w), os gêneros *Camponotus*, *Cephalotes*, *Cyphomyrmex*, *Dorymyrmex*, *Ectatomma*, *Labidus*, *Odontomachus*, *Pheidole* e *Solenopsis* (Tabela 2).

Na Área III, quanto a abundância de indivíduos, obteve-se como superabundante o gênero *Pheidole*, com 296 indivíduos (59,92%), sendo classificados como muito abundante os gêneros *Ectatomma*, com 47 indivíduos (9,51%), *Wasmannia* com 31 indivíduos (6,27%), *Dorymyrmex* com 27 indivíduos (5,46%) e *Solenopsis* com 20 indivíduos (4,05%) (Tabela 2). Quanto a dominância, foi classificado como superdominante novamente o gênero *Pheidole*, e como dominante os gêneros *Brachymyrmex*, *Dorymyrmex*, *Ectatomma*, *Gnamptogenys*, *Labidus*, *Odontomachus*, *Pachycondyla*, *Pseudomyrmex*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. Constatou-se como superfrequente o gênero foi *Pheidole*, e muito frequente os gêneros *Dorymyrmex*, *Ectatomma*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. Quanto a constância (w), os gêneros classificados como constantes foram: *Camponotus*, *Cyphomyrmex*, *Dorymyrmex*, *Ectatomma*, *Gnamptogenys*, *Labidus*, *Odontomachus*, *Pachycondyla*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex*, *Solenopsis*, *Tapinoma* e *Wasmannia* (Tabela 2).

**Tabela 2:** Classificação quanto a Abundância (A), Dominância (D), Frequência (F) e Constância (C) dos formicídeos coletados na Área I (Margem da estrada – Borda), Área II (Cerrado *sensu stricto*) e Área III (Mata ciliar), na APA do Inhamum, Caxias - MA, nos meses de outubro/2019, dezembro/2019, janeiro/2020 e março/2020.

| Gêneros              | ÁREA I       |            |    |    |    |    |   | ÁREA II    |            |    |    |    |    |   | ÁREA III   |            |    |    |    |    |   |
|----------------------|--------------|------------|----|----|----|----|---|------------|------------|----|----|----|----|---|------------|------------|----|----|----|----|---|
|                      | NI           | %          | NC | A  | D  | F  | C | NI         | %          | NC | A  | D  | F  | C | NI         | %          | NC | A  | D  | F  | C |
| <i>Atta</i>          | 233          | 14,53      | 4  | ma | D  | MF | W | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | 0,00       | -          | -  | -  | -  | -  | - |
| <i>Azteca</i>        | -            | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | 1          | 0,20       | 1  | r  | ND | PF | Y |
| <i>Brachymyrmex</i>  | 14           | 0,87       | 3  | d  | D  | PF | W | 1          | 0,11       | 1  | r  | ND | PF | Y | 8          | 1,62       | 1  | c  | D  | F  | Y |
| <i>Camponotus</i>    | 86           | 5,36       | 4  | c  | D  | F  | W | 84         | 9,24       | 4  | sa | SD | SF | W | 4          | 0,81       | 4  | d  | ND | PF | W |
| <i>Cephalotes</i>    | -            | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | 9          | 0,99       | 2  | ma | D  | MF | W | 1          | 0,20       | 1  | r  | ND | PF | Y |
| <i>Crematogaster</i> | 2            | 0,12       | 2  | r  | ND | PF | W | 1          | 0,11       | 1  | r  | ND | PF | Y | 2          | 0,40       | 1  | r  | ND | PF | Y |
| <i>Cyphomyrmex</i>   | 14           | 0,87       | 3  | d  | D  | PF | W | 4          | 0,44       | 3  | c  | ND | F  | W | 4          | 0,81       | 3  | d  | ND | PF | W |
| <i>Dolychoderus</i>  | -            | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | 2          | 0,22       | 1  | c  | ND | F  | Y | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - |
| <i>Dorymyrmex</i>    | 126          | 7,85       | 4  | ma | D  | MF | W | 99         | 10,89      | 4  | sa | SD | SF | W | 27         | 5,46       | 4  | ma | D  | MF | W |
| <i>Ectatomma</i>     | 127          | 7,92       | 4  | ma | D  | MF | W | 106        | 11,66      | 4  | sa | SD | SF | W | 47         | 9,51       | 4  | ma | D  | MF | W |
| <i>Gnamptogenys</i>  | 2            | 0,12       | 1  | r  | ND | PF | Y | 9          | 0,99       | 4  | ma | D  | MF | W | 11         | 2,23       | 3  | c  | D  | F  | W |
| <i>Gracilidris</i>   | 4            | 0,25       | 1  | r  | ND | PF | Y | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - |
| <i>Hylomyrma</i>     | -            | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | 1          | 0,20       | 1  | r  | ND | PF | Y |
| <i>Hypoponera</i>    | -            | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | 1          | 0,11       | 1  | r  | ND | PF | Y | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - |
| <i>Labidus</i>       | 3            | 0,19       | 1  | r  | ND | PF | Y | 3          | 0,33       | 2  | c  | ND | F  | W | 12         | 2,43       | 2  | c  | D  | F  | W |
| <i>Myocepurus</i>    | 1            | 0,06       | 1  | r  | ND | PF | Y | 1          | 0,11       | 1  | r  | ND | PF | Y | 1          | 0,20       | 1  | r  | ND | PF | Y |
| <i>Odontomachus</i>  | -            | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | 5          | 0,55       | 2  | a  | ND | MF | W | 8          | 1,62       | 3  | c  | D  | F  | W |
| <i>Pachycondyla</i>  | -            | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | 7          | 1,42       | 4  | c  | D  | F  | W |
| <i>Paraponera</i>    | -            | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | 2          | 0,22       | 1  | c  | ND | F  | Y | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - |
| <i>Paratrechina</i>  | 13           | 0,81       | 1  | d  | D  | PF | Y | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | 1 | 0,20       | 1          | r  | ND | PF | Y  |   |
| <i>Pheidole</i>      | 609          | 37,97      | 4  | sa | SD | SF | W | 503        | 55,33      | 4  | sa | SD | SF | W | 296        | 59,92      | 4  | sa | SD | SF | W |
| <i>Pseudomyrmex</i>  | 1            | 0,06       | 1  | r  | ND | PF | Y | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | 8 | 1,62       | 3          | c  | D  | F  | W  |   |
| <i>Rogeria</i>       | -            | 0,00       | -  | -  | -  | -  | - | -          | 0,00       | -  | -  | -  | -  | 1 | 0,20       | 1          | r  | ND | PF | Y  |   |
| <i>Solenopsis</i>    | 159          | 9,91       | 4  | ma | D  | MF | W | 76         | 8,36       | 4  | sa | SD | SF | W | 20         | 4,05       | 4  | ma | D  | MF | W |
| <i>Tapinoma</i>      | 1            | 0,06       | 1  | r  | ND | PF | Y | 1          | 0,11       | 1  | r  | ND | PF | Y | 3          | 0,61       | 2  | d  | ND | PF | W |
| <i>Wasmannia</i>     | 209          | 13,03      | 4  | ma | D  | MF | W | 2          | 0,22       | 1  | c  | ND | F  | Y | 31         | 6,27       | 4  | ma | D  | MF | W |
| <b>TOTAL</b>         | <b>1.604</b> | <b>100</b> |    |    |    |    |   | <b>909</b> | <b>100</b> |    |    |    |    |   | <b>494</b> | <b>100</b> |    |    |    |    |   |

**Programa ANAFU:** A = Abundância – (sa) superabundante; (c) comum; (r) raras. D = Dominância – (SD) superdominante; (D) dominante; (ND) não dominante. F = Frequência – (SF) super frequente; (MF) muito frequente; (F) frequente; (PF) pouco frequente. C = Constância – (W) constante; (Y) acessória.

A super amostragem do gênero *Pheidole*, sendo o de maior representatividade para todas as áreas, pode estar relacionada com o fato de esse gênero apresentar-se como o mais diversificado em número de espécies, sendo classificado como hiperdiverso (WILSON, 2003), havendo, portanto, diversos trabalhos que corroboram estes resultados (DELABIE, 1999; CARVALHO et al., 2004; DÁTILLO et al., 2011; CARVALHO, 2014; CAJAIBA, 2014). Wilson (1976) e Jaffé (1993) afirmaram que isto se dá, certamente, pela ampla distribuição desse gênero e frequência nas Américas, notadamente, na região Neotropical, dispoendo de uma maior riqueza específica, principalmente quando se tratando de substratos de solo e serapilheira (HÖLDOBLER et al., 1990; BRANDÃO et al., 2009). Além disso, esse gênero possui também, uma alta capacidade de recrutamento, o que lhe possibilita eliminar uma grande parte das outras espécies de formicídeos, por meio do controle dos recursos disponíveis no ambiente (FOWLER, 1995).

A representatividade do gênero *Ectatomma* para a Área III e, especialmente para a Área II, deve-se a vegetação típica de Cerrado presente nas áreas. Camargo (2011) corroborou este fato com os resultados de seu estudo sobre a composição e diversidade de Poneromorfas em fitofisionomias de Cerrado, onde foi observada uma maior predominância do gênero *Ectatomma* nesses tipos de área. Silva et al. (2004) também corrobora esta afirmação através de seu estudo, notando em seus resultados, embora de forma tênue, um padrão semelhante, no qual espécies de *Ectatomma* apresentam maior abundância em ambientes com vegetação de Cerrado. Além do mais, algumas espécies do gênero *Ectatomma* têm sido destacadas como oportunistas, apresentando grande notoriedade e abundância em ambientes como este (BROWN JUNIOR, 2000).

*Solenopsis* foi um gênero bastante representativo, recebendo a classificação de superabundante para a Área II, e com elevada expressividade no número de espécimes na Área I, podendo isso ser justificado, segundo Fowler et al. (1991), devido esse ser um gênero de formigas competidoras, sobressaindo-se em

relação as demais, sendo capazes de se adaptar a ambientes perturbados e suportar extensos períodos de escassez alimentícia, como é o caso dessas áreas – sobretudo da Área I – que por serem mais antropizadas, podem dispor de menos quantidade de alimento (ROSSI et al., 2004).

A expressividade do gênero *Dorymyrmex* para a Área II e Área III deve-se ao fato de esse ser um gênero exclusivamente neotropical, ou seja, endêmico, havendo grande abundância para as Américas, o que pode estar ligado a agressividade desse grupo, visto que o mesmo causa uma diminuição das formigas nativas que se aproximam de seus ninhos, por monopolizar as fontes de alimento (SUGUITURU et al., 2015; MACEDO, 2004). Além disso, a abundância desse gênero para estas áreas, pode ser esclarecida também, pela presença de serapilheira encontrada nesses locais. Isso pôde ser corroborado através dos resultados obtidos no estudo de Spolidoro (2009), em que se constatou uma grande representatividade do gênero *Dorymyrmex*, sendo demonstrado que esse formicídeos tiveram maior abundância e dominância em solo que continha maior quantidade de serapilheira.

Embora o gênero *Atta* também não tenha sido classificado como superabundante, apenas como muito abundante, este se sobressaiu quanto ao seu alto nível de amostragem, ocorrendo exclusivamente na Área I, o que pode ser justificado pelo efeito de borda presente nessa área. Araújo Junior (2004) cita que, como decorrência principal da fragmentação, têm-se a redução e o isolamento dos habitats, bem como um maior efeito de borda nos remanescentes, onde as alterações provenientes desse efeito viabilizam o estabelecimento de espécies pioneiras nos fragmentos e áreas de borda. E, no caso do gênero *Atta*, como formigas cortadeiras, estas coletam preferencialmente espécies vegetais pioneiras. Assim, o autor hipotetizou em seu estudo referente ao efeito da fragmentação sobre a formiga cortadeira *Atta cephalotes*, que as taxas de herbivoria desse gênero sobressaem-se nas colônias localizadas em áreas perturbadas, como bordas e fragmentos pequenos, quando em comparação a florestas maduras.

O gênero *Camponotus* foi classificado como superabundante para a Área II, obtendo de maneira geral, uma super amostragem, o que pode estar relacionada ao fato de esse estar entre os maiores em escala mundial no que se refere a representatividade, em virtude de alguns fatores, como sua vasta distribuição geográfica com grande abundância local – tanto em número de indivíduos como em número de espécies – bem como notável habilidade de colonização e adaptações variadas (WILSON, 1987). Além disso, esses grupos incluem inúmeras espécies onívoras encontradas no solo e que dispõem de levado potencial de invasão (RAMOS et al., 2003; BESTELMEYER et al., 2000; WILSON, 1976).

### **Índice de Diversidade de Shannon-Weaner (H') e Equitabilidade de Pielou (e)**

Em relação aos índices de diversidade (Shannon-Wiener) e equitabilidade (Pielou), foram considerados para essa análise os dados observados nas Áreas I, II e III da Tabela 3.

Analisou-se a diversidade (Shannon-Wiener) dos gêneros entre as três áreas estudadas (Tabela 4), onde, a Área III foi a que obteve maior índice de diversidade ( $H'=2.4003$ ), seguido da Área II ( $H'=2.2356$ ) e Área I ( $H'=1.9589$ ), que obteve o menor índice. Sendo confirmado pelo índice de Pielou, aferindo-se para as

áreas I, II e III, os valores de equitabilidade  $e=0.7065$ ,  $e=0.8013$  e  $e=0.8716$ , respectivamente, sendo assim constatada, uma uniformidade moderada dos indivíduos entre os gêneros amostrados nesse estudo, já que este parâmetro permite representar o quanto as proporções do gênero estão igualmente distribuídas na comunidade (SOARES, 2019).

**Tabela 3:** Índices de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e Equitabilidade de Pielou ( $e$ ) obtidos para os formicídeos coletados na Área I (Margem da estrada – Borda), Área II (Cerrado *sensu stricto*) e Área III (Mata ciliar), na APA do Inhamum, Caxias-MA, nos meses de outubro/2019, dezembro/2019, janeiro/2020 e março/2020.

| Índices                          | Área I | Área II | Área III |
|----------------------------------|--------|---------|----------|
| Shannon-Wiener ( $H'$ )          | 1.9589 | 2.2356  | 2.4003   |
| Equitabilidade de Pielou ( $e$ ) | 0.7065 | 0.8013  | 0.8716   |

Quanto ao maior índice de diversidade estimado para a Área III, isso provavelmente se dá pela maior abundância de indivíduos nas demais áreas (I e II), o que pode ter influenciado diretamente para a aferição de menores índices de diversidade para os mesmos. Begon et al. (1996) puderam corroborar estes resultados, considerando que os menores índices, para as variáveis de riqueza e diversidade, indicam a maior dominância de um único gênero em relação a outros nessa área, configurando, conseqüentemente, uma explicação para a verificação do menor índice de diversidade em ambiente de borda (Área I), tendo em vista que o mesmo apresentou a maior abundância de indivíduos dentre todas as áreas. Assim, o maior índice de diversidade para a Área III, se dá pela maior distribuição dos grupos faunísticos para este.

Além disso, essa elevada diversidade pode ser também justificada, pela alta heterogeneidade dessa área (III) em relação as demais, visto que a hipótese da heterogeneidade ambiental supõe que quanto maior a heterogeneidade de habitats, maior a variação na composição de espécies (PIANKA, 1966; PIANKA, 1967), devido a diversidade de recursos naturais a serem explorados por esses indivíduos (COSTA, 2017).

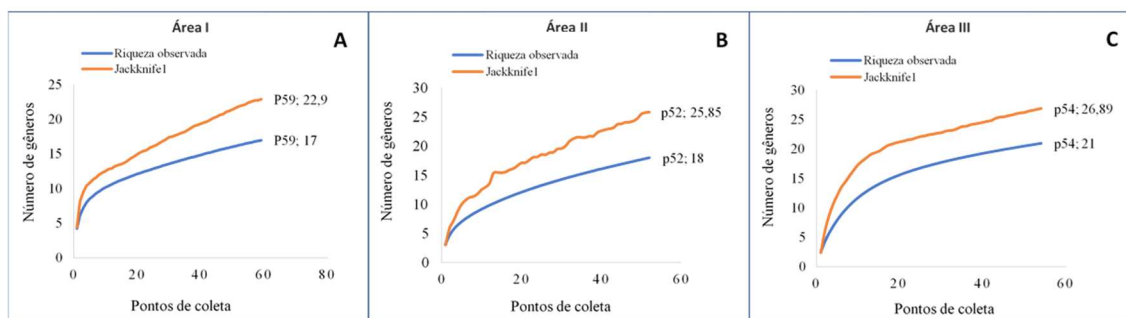
### Riqueza estimada ( $S$ ) e curva de acumulação de espécies

A riqueza observada para a Área I foi de 17 gêneros, 18 gêneros para a Área II e, 21 gêneros para a Área III. A riqueza obtida pelo estimador *Jackknife 1*, exibiu valores acima da riqueza observada, para todos as áreas: Área I (23 gêneros), Área II (26 gêneros) e, Área III (27 gêneros) (Tabela 4). Soares (2019), ao aferir maiores valores para o *Jackknife 1*, em relação a riqueza observada, mencionou isso como um apontamento de que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar a real riqueza dos táxons estudados. Sendo assim, a riqueza de formicídeos de solo da APA do Inhamum encontra-se subamostrada, apresentando a probabilidade de se alcançar uma riqueza ainda maior para as três áreas estudadas.

Por meio da curva de acumulação dos gêneros, é possível observar que nenhuma das áreas (I, II e III) analisadas mostraram-se estabilizadas, indicando, portanto, uma não satisfatoriedade no que se refere a amostragem dos gêneros realizada, dado que nenhuma das curvas expressou tendência a alcançar uma assíntota (Figura 4A-C). Isso, por sua vez, corroborou os índices de riqueza estimada pelo *Jackknife 1*, posto que esses contraditaram fortemente a riqueza observada; o que indica a necessidade de mais coletas. Os estimadores, de acordo Colwell et al. (2012), revelam-se mais precisos conforme se dá o aumento do número de coletas, uma vez que será possível se obter uma mais elevada amostragem.

**Tabela 4:** Estimador de riqueza dos gêneros de formicídeos de solo coletados na APA do Inhamum, Caxias - MA, nos meses de outubro/2019, dezembro/2019, janeiro/2020 e março/2020.

| Estimadores de Riqueza | Área I | Área II | Área III |
|------------------------|--------|---------|----------|
| Riqueza observada      | 17     | 18      | 21       |
| Jackknife 1            | 23     | 26      | 27       |

**Figura 4A-C.** Curvas de acumulação dos gêneros de formicídeos coletadas na APA do Inhamum, Caxias-MA, no período de outubro/2019, dezembro/2019, janeiro/2020 e março/2020. **A)** Área I (Margem da estrada – Borda); **B)** Área II (Cerrado *sensu stricto*); **C)** Área III (Mata ciliar).

Posto isso, subsídios podem ser gerados para ações quanto à riqueza taxonômica e a conservação da biodiversidade, mediante os estimadores de riqueza, tal como as curvas de acumulação, já que essas são consideradas ferramentas relevantes na adequação do esforço amostral (SILVA, 2012).

## CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos a partir do levantamento da mirmecofauna de solo nas áreas estudadas (Margem da estrada – borda, Cerrado *sensu stricto* e Mata ciliar), foi possível chegar as seguintes conclusões: A Área I apresentou a maior abundância de formicídeos; Para todas as áreas analisadas, as subfamílias Myrmicinae e Dolichoderinae foram as que apresentaram maior riqueza de táxons e, ao mesmo tempo, maior abundância de indivíduos; O gênero mais abundante, dominante, frequente e constante, para as três áreas estudadas foi *Pheidole*; A Área III apresentou o maior índice de diversidade; Os estimadores de riqueza e as curvas de acumulação aferidas para as três áreas estudadas, apontaram que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente os gêneros, devido a riqueza de formicídeos de solo constar-se como subamostrada para a APA.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. L.. Riacho ponte e a área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias MA. In: BARROS, M. C.. **Biodiversidade da área de proteção ambiental municipal Inhamum**. São Luís: UEMA, 2012. p.107-116.

ALBUQUERQUE, E. Z.; DIEHL, E.. Análise faunística das formigas epigeas (Hymenoptera: Formicidae) em campo nativo no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, n.3, p.398-403, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0085-56262009000300014>

ALONSO, L. E.. Ants as Indicators of Diversity. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R.. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington and London: Smithsonian Institution Press,

2000. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.16183>

ANDERSEN, A. N.. A classification of Australian ant communities based on functional groups which parallel plant life-form in relation to stress and disturbance. **Journal of Biogeography**, v.22, p.2297-2311, 1995. DOI: <http://doi.org/10.2307/2846070>

ARAÚJO, F. A. S. A.. **Geomorfologia aplicada à fragilidade e ao zoneamento ambiental de Caxias/MA**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2012.

ARAÚJO JUNIOR, M. V.. **Efeito da fragmentação florestal nas**

**taxas de herbivoria da formiga cortadeira *Atta cehalotes*.**

Dissertação (Mestrado em Biologia vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. DOI:

<http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i1.287>

ARRUDA, M. B.. **Ecosistemas Brasileiros**. Brasília: Ibama, 2001.

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: INPA, 2015. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.32912>

BARETTA, D.; BROWN, G. C.; CARDOSO, E. J. B. N.. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores de qualidade do solo em áreas com Araucaria angustifolia. **Acta Zool. Mex.**, v.2, p.135-150, 2010. DOI: <http://doi.org/10.21829/azm.2010.262883>

BARROS, M. C.. **Biodiversidade na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum**. São Luís: UEMA, 2012.

BASTOS, A. H. S.. **Diversidade e composição de formigas ponerines (hymenoptera, formicidae, ponerinae) de serapilheira na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil**. Dissertação (Mestrado em zoologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

BEGON, M.; HAPER, J. L.; TOWNSED, C. R.. **Ecology: Individuals, Populations and Communities**. Oxford: Blackwell Science, 1996. DOI: <http://doi.org/10.2307/3899533>

BESTELMEYER, B. T.. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R.. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2000. p.122-129. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.11736>

BOLTON, B.. **Identification guide to the ant genera of the World**. Cambridge: Harvard University Press, 1994.

BOLTON, B.. **A new general catalogue of the ants of the world**. Cambridge: Harvard University Press, 1995.

BOLTON, B.. **Synopsis and classification of Formicidae**. Gainesville: Memoirs of the American Entomological Institute, 2003.

BOND, W.; SLINGSBY, P.. Collapse of an ant-plant mutualism: the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorus Proteacea. **Ecology**, Brooklyn, v.65, p.1031-1037, 1984. DOI: <http://doi.org/10.2307/1938311>

BRADY, S. G.; FISHER, B. L.; SCHULTZ, T. R.; WARD, P. S.. The rise of army ants and their relatives: diversification of specialized predatory doryline ants. **BMC Evolutionary Biology**, v.14, n.1, p.93, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1186/1471-2148-14-93>

BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; DELABIE, J. H. C.. Formigas (Hymenoptera). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P.. **Bioecologia e Nutrição de Insetos: Base para o Manejo Integrado de Pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.323-370.

BROWN JUNIOR, W. L.. Ant diversity. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R.. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2000. p.45-79. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.11736>

CAETANO, F. H.; JAFFE, K.; ZARA, F. J.. **Formigas: biologia e anatomia**. Rio Claro: F.H.C., 2002.

CAJAIBA, R. L.; SILVA, W. B.. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) em fragmento florestal urbano no município de Uruará-Pa. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.10, n.18, p.2226, 2014.

CAMARGO, K. S.. **Composição e Diversidade de "Poneromorfas" (Hymenoptera, Formicidae) em Duas Fitofisionomias de Cerrado e Padrões de Distribuição de "Poneromorfas", Pseudomyrmecinae e Cephalotini (Myrmicinae) para o Brasil**. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

CARVALHO, K. S.; NASCIMENTO, I. C.; DELABIE, J. H.; ZINA, J.; SOUZA, A. L. B.; KOCH, E. B. A.; CARNEIRO, M. A. F.; SANTOS, A. S.. Litter as an Important Resource Determining the Diversity of Epigeic Ants in the South-Central Part of Bahia State, Brazil. **Sociobiology**, v.59, n.4, p.1375-1387, 2014. DOI: <http://doi.org/10.13102/sociobiology.v59i4.512>

CARVALHO, K. S.; SOUZA, A. L. B.; PEREIRA, M. S.; SAMPAIO, C. P.; DELABIE, J. H. C.. Comunidade de formigas epígeas no ecótono Mata de Cipó, domínio da Mata Atlântica, BA, Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia**, v.26, p.249-257, 2004. DOI: <http://doi.org/10.13102/sociobiology.v59i4.512>

COLWELL, R. K.; CHAO, A.; GOTELLI, N. J.; LIN, S. Y.; MAO, C. X.; CHAZDON, R. L.; LONGINO, J. T.. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. **Journal of Plant Ecology**, v.5, p.3-21, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>

CONCEIÇÃO, G. M.; RUGGIERI, A. C.; GUIMARÃES, E. R.. Melastomataceae da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Revista de Biologia e Farmácia**, v.4, n.2, p.83-88, 2012.

COSTA, J. S.. **Efeito do Fogo sobre a comunidade de formigas de Cerrado "Sensu Stricto" do Leste Maranhense**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Estudos Superiores de Caxias, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, 2017.

COSTA, J. P.; SANTOS, L. C. S.; RIOS, J. M.; RODRIGUES, A. W.; DIAS-NETO, O. C.; PRADO-JÚNIOR, J.; VALE, V. S. Estrutura e diversidade de trechos de Cerrado *sensu stricto* às margens de rodovias no estado de Minas Gerais. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v.29, n.2, p.698-714, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5902/1980509826869>

DÁTILLO, W.; SIBINEL, N.; FALCÃO, J. C. F.; NUNES, R. V.. Mirmecofauna em um fragmento de Floresta Atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.27, n.3, p.494-504, 2011.

- DELABIE, J. H. C.. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae): métodos de estudo e estudos de casos na Mata Atlântica. In: ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE, 12. **Anais**. Feira de Santana: UEFES; SNZ, 1999.
- DEL-CLARO, K.; BYK, J.; SILINGARDI, H. M. T. In: VILELA, E. F.; SANTOS, I. A.; SCHOEREDER, J. H.; SERRÃO, J. E.; CAMPOS, L. A. O.; LINO-NETO, J.. **Insetos sociais**: da biologia à aplicação. Viçosa: UFV, 2008.
- FERNANDES, I. O.; DELABIE, J. H. C.; FEITOSA, R. S. M.. **Formicidae**: Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD, 2022.
- FERNANDES, G. W.; PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SCARIOT, A.; AGUIAR, L. M. S.; FERREIRA, G.; MACHADO, R.; FERREIRA, M. E.; DINIZ, S.; PINHEIRO, R.; COSTA, J. A. S.; DIRZO, R.; MUNIZ, F.. **Cerrado**: em busca de soluções sustentáveis. Rio de Janeiro: Vertentes produções artísticas, 2016.
- FERNÁNDEZ, F.; SENDOYA, S.. List of neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae). **Biota Colombiana**, v.5, n.1, p.3-93, 2004.
- FOWLER, H. G.. Biodiversity Estimates: Ant Communities and the rare ant Species (Hymenoptera: Formicidae) in a fauna of a sub-tropical island. **Revista De Matemática E Estatística**, Marília, v.13, p.29-38, 1995.
- FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C.; VASCONCELOS, H. L.. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P.. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p.359.
- FREIRE, C. B.; OLIVEIRA, G. V.; MARTINS, F. R. S.; SOUZA, L. E. C.; RAMOSLACAU, L. S.; CORRÊA, M. M.. 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.131-134, 2012.
- HÖLDOBLER, B.; WILSON, E. O.. **The Ants**. Massachusetts: Harvard University Press., 1990.
- JAFFÉ, K.. **El mundo de las hormigas**. Maracay: Universidad Simon Bolívar, 1993.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B.. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p.147-155, 2005.
- LATKKE, J. E.. Subfamilia Ponerinae. In: FERNÁNDEZ, F.. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003, p.261-281. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.11738>
- MACEDO, L. P. M.. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos da Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. Tese (doutorado em ciência) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- MAJER, J. D.. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmental Management**, v.7, n.4, p.375-383, 1983. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF01866920>
- MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L.. Systematic conservation planning. **Nature**, v.405, p.243-253, 2000. DOI: <http://doi.org/10.1038/35012251>
- MARTINS, A. E. S.. **Levantamento da macrofauna edáfica em áreas de proteção do leste maranhense**. (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Estudos Superiores de Caxias, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, 2020.
- MARTINS, A. E. S.; SILVA, M. J. R.; RODRIGUES, J. C.; SILVA, M. R. A. C.; GONÇALVES, M. V. P.; FORMIGA, L. D. A. S.; FRANCO, C. L.. Levantamento da Mirmecofauna em Fragmentos de uma Área de Proteção Ambiental em Caxias, Maranhão-Brasil. **Rev. Geociênc. Nordeste**, Caicó, v.8, n.1, p.187-197, 2022. DOI: <http://doi.org/10.21680/2447-3359.2022v8n1ID28100>
- MORAES, R. C. B.; HADDAD, M. L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A. E. L.. Software Para Análise Faunística. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8. **Anais**. São Pedro: ESALQ; Embrapa; Fiocruz, 2003.
- MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; SCHLINDWEIN, M. N.; RAMOS, L. S.. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.187-19, 2002. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1519-566X2002000200004>
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; RATTER, J. A.. Vegetation physiognomies and wood flora of the bioma Cerrado. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J.. **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p.91-120. DOI: <http://doi.org/10.1017/S0030605303210887>
- OLIVEIRA, P. S.; FREITAS, V. L.; DEL-CLARO, K.. Ant foraging on plant foliage: contrasting effects on the behavioral ecology of insect herbivores. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J.. **The Cerrado of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p.242. DOI: <http://doi.org/10.1017/S0030605303210887>
- OLIVER, I.; BEATTIE A. J.. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. **Ecological Applications**, v.6, n.2, p.594-607, 1996. DOI: <http://doi.org/10.2307/2269394>
- PIANKA, E. R.. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. **The American Naturalist**, v.100, p.33-46, 1966. DOI: <http://doi.org/10.1086/282398>
- PIANKA, E. R.. On lizard species diversity: North American flatland deserts. **Ecology**, v.48, p.333-351, 1967. DOI: <http://doi.org/10.2307/1932670>
- PIK, A. J.; OLIVER I.; BAETTIE, A. J.. Taxonomic sufficiency in ecological studies of terrestrial invertebrates. **Australian Journal of Ecology**, v.24, p.555-562, 1999. DOI: <http://doi.org/10.1046/j.1442-9993.1999.01003.x>
- PRADO, L. P.; FEITOSA, R. M.; TRIANA, S. P.; GUTIÉRREZ, J. A. M.; ROUSSEAU, G. X.; SILVA, R. A.; SIQUEIRA, G. M.; SANTOS, C. L. C.; VERAS, F.; SILVA, T. S. R.; FERREIRA, A. C.; SILVA, R.

R.; SILVA, J. A.. An overview of the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of the state of Maranhão, Brazil. **Pap. Avulsos Zool.**, v.59, p.1-14, 2019. DOI: <http://doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.38>

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E.. **Biologia da Conservação**. Londrina: Midiograf, 2001.

RAMOS, L. S.; FILHO, R. Z. B.; DELABIE, J. H. C.; LACAU, S.; SANTOS, M. F. S.; NASCIMENTO, I. C.; MARINHO, C. G. S.. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado "stricto sensu" em Minas Gerais. **Inst. Ciências Biológicas**, Itabuna, v.4, n.2, p.95-102, 2003.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S.. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, v.80, p.223-230, 1997. DOI: <http://doi.org/10.1006/anbo.1997.0469>

RÉ, T. M.. **O uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RIBAS, C. R.; SCHOEREDER, J. H.. Determining factors of arboreal ant mosaics in cerrado vegetation (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v.44, n.1, p.49-68, 2004.

ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G.. Predaceous ant fauna in new sugarcane fields in the state of São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, p.805-811, 2004. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1516-89132004000500017>

SANTOS, J. C.. **Efeito de borda na comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) epigeicas e hipogeicas na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias-MA**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Estudos Superiores de Caxias, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, 2018.

SANTOS, M. J. R. S.. **Fauna de formigas (Formicidae) em dois fragmentos na Área de Proteção Ambiental do Inhamum Caxias-MA**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Estudos Superiores de Caxias, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, 2019.

SANTOS, M. S.; LOUZADA, J. N. C.; DIAS, N.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C. NASCIMENTO, I. C.. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v.96, n.1, p.95-101, 2006. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0073-47212006000100017>

SILVA, J. A.; ALMEIDA, R. P. S.. Relação entre a circunferência da árvore e a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) arborícolas em uma área de preservação amazônica. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v.15, n.1, p.145-153, 2020. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i1.287>

SILVA, D. R. O.. **Estimativa de riqueza de macroinvertebrados bentônicos e a relação da composição de comunidades com componentes de meso-habitat em riachos de cabeceira no cerrado**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

SILVA, R. R.; BRANDÃO, C. R. F.; SILVESTRE, R.. Similarity between Cerrado localities in Central and Southeastern Brazil based on the dry season bait visitors ant fauna. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v.39, p.191-199, 2004. DOI: <http://doi.org/10.1080/01650520412331271783>

SOARES, F. I. L.. **Diversidade e composição da araneofauna de solo na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas Licenciatura) – Centro de Estudos Superiores de Caxias, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, 2019.

SPOLIDORO, M. V.. **Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera, Formicidae) em cultivo orgânico de café (Coffea Arabica)**. Dissertação (mestrado em ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SUGUITURU, S. S.; MORINI, M. S. C.; FEITOSA, R. M.; SILVA, R. D.. **Formigas do Alto Tietê**. Bauru: Canal 6, 2015.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F.. **Estudo dos insetos: tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's introduction to the study of insects**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

ULYSSEÁ, M. A.. **Revisão taxonômica e análise filogenética do gênero *Hylomyrma* Forel, 1912 (Formicidae: Myrmicinae: Pogonomyrmecini), com base em dados morfológicos**. Tese (Doutorado em Sistemática, Taxonomia e Biodiversidade) – Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

WILSON, E. O.. La hiperdiversidad como fenómeno real: el caso de *Pheidole*. In: FERNÁNDEZ, F.. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 2003, p.398. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.11738>

WILSON, E. O.. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forests: A first assessment. **Biotropica**, v.19, p.245-251, 1987. DOI: <http://doi.org/10.2307/2388342>

WILSON, E. O.. Which are the most prevalent ant genera? **Studia Entomologica**, v.19, p.187-200, 1976.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P.. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.4, n.1, p.60-71, 2005.