



## Levantamento da Mirmecofauna em Fragmentos de uma Área de Proteção Ambiental em Caxias, Maranhão- Brasil

### *Survey of Myrmecofauna in Fragments of an Environmental Protection Area in Caxias, Maranhão Brazil*

Alana Ellen de Sousa Martins<sup>1</sup>; Maria Juciele Rodrigues da Silva<sup>2</sup>; Judson Chaves Rodrigues<sup>3</sup>; Maira Rebeca de Alencar Costa Silva<sup>4</sup>; Márcia Verônica Pereira Gonçalves<sup>5</sup>; Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga<sup>6</sup>; Cleilton Lima Franco<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: a.lanasousa2009@hotmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3543-8972>

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: j.frodrigues@outlook.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0176-5374>

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: judsoom.rodriguesz@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9236-2508>

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: mairarebeca07@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0648-8022>

<sup>5</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: mv186343@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7805-1463>

<sup>6</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil. Email: luidadaiana@hotmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5001-3297>

<sup>7</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRRJ, Seropédica – RJ, Brasil. Email: cleiltonubc@hotmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1827-773X>

**Resumo:** As formigas apresentam diversas características que podem ser utilizadas em estudos de biodiversidade, monitoramento, fragmentação e ecologia de ecossistemas. O presente trabalho tem o objetivo de contribuir para o melhor entendimento da dinâmica e biodiversidade da fauna de formigas em dois fragmentos na Área de Proteção Ambiental - APA do Inhamum. O estudo aconteceu em duas áreas de Cerrado na APA do Inhamum. Armadilhas do tipo Provid foram distribuídas nas duas áreas, em cada área com trinta unidades amostrais. As coletas foram realizadas nos meses de: setembro à dezembro de 2017 e janeiro à março de 2018. Os dados foram submetidos às análises faunísticas, realizados no programa ANAFAU. As estimativas de riqueza Chao1 e Chao2 foram realizadas com o auxílio do programa R. A Análise de Variância Multivariada Permutacional foi utilizada para avaliar a diferença entre a composição das assembleias de formigas nas duas áreas de estudos e sazonalidade. Foram contabilizados um total de 1.845 indivíduos com um total de 29 gêneros sendo 22 para Área I 1 gêneros exclusivos e 18 gêneros para Área II, com 7 gêneros exclusivos para esta área. A estrutura de comunidade difere entre as áreas Área 1 e Área 2 e a estrutura de comunidade não difere entre na sazonalidade. A curva de acumulação das duas áreas não se apresentou estável mostrando assim que seria preciso um maior esforço amostral para atingir o equilíbrio.

**Palavras-chave:** Cerrado; Diversidade; Abundância.

**Abstract:** Ants have several characteristics that can be used in studies of biodiversity, monitoring, fragmentation and ecology of ecosystems. The present work aims to contribute to a better understanding of the dynamics and biodiversity of the ant fauna in two fragments in the Environmental Protection Area - APA do Inhamum. The study took place in two areas of Cerrado in the APA do Inhamum. Provide traps were distributed in the two areas, in each area with thirty sampling units. The collections were carried out in the months of: September to December 2017 and January to March 2018. The data were submitted to faunal analyses, carried out in the ANAFAU program. Richness estimates Chao1 and Chao2 were carried out with the aid of the R program. Permutational Multivariate Analysis of Variance was used to evaluate the difference between the composition of ant assemblages in the two study areas and seasonality. A total of 1,845 individuals were counted with a total of 29 genera, 22 for Area I, 1 exclusive genera and 18 genera for Area II, with 7 exclusive genera for this area. Community structure differs between Area 1 and Area 2 areas and community structure does

not differ across seasonality. The accumulation curve of the two areas was not stable, thus showing that a greater sampling effort would be needed to reach equilibrium

**Keywords:** Thick; Diversity; Abundance.

## 1. Introdução

A classe Insecta é dividida em 30 ordens, fundamentadas principalmente na estrutura das asas e peças bucais e no tipo de metamorfose (TRIPLEHORN & JOHNSON 2015) e representa o grupo mais abundante e diversificado, responsável por 66% de todas as espécies do reino animal (ZHANG, 2011; ZHANG, 2013).

A Ordem Hymenoptera, está inclusa na classe insecta e agrupa todas as formigas abelhas e vespas. As formigas são classificadas como insetos eussociais e estão inseridas em uma única família (Formicidae). Atualmente, são conhecidas quase 15.800 espécies válidas, 24 subfamílias e 505 gêneros. O Brasil possui a maior diversidade de formigas das Américas e uma das maiores do mundo, com 1.541 espécies válidas formalmente descritas, de formigas conhecidas, distribuídas em 13 subfamílias e 118 gêneros (ANTWEB, 2021). Esses insetos são organismos especialmente importantes no desempenho dos ecossistemas terrestres, pois estão presentes em quase todos os habitats possíveis (GALLEGO-ROPERO et al. 2013).

As formigas apresentam diversas características que podem ser utilizadas em estudos de biodiversidade, monitoramento, fragmentação e ecologia de ecossistemas (BACCARO, 2006). Os formicídeos se constituem em um importante grupo para o monitoramento ambiental (OLIVEIRA et al. 2014). Nos ecossistemas tropicais, as formigas são importantes componentes na estrutura das comunidades devido sua diversidade expressiva e grande biomassa. Fazem parte dos grupos chamados hiperdiversos e são consideradas como bioindicadoras funcionais por serem sensíveis ao estado de conservação dos ambientes terrestres (ALBURQUERQUE, 2009).

Muitos trabalhos como demonstrado por (MARINHO, 2002; RIBAS et al. 2003; COSTA MILANEZ et al. 2014; TIBCHERANI et al. 2018) aferem sobre a utilidade do uso de formigas como bioindicadoras de qualidade ambiental. Assim, em diversos biomas as formigas são usadas constantemente para ajudar a medir o grau de impacto ambiental sofrido no ambiente, essa utilização ocorre pelo fato de desses organismos apresentarem sensibilidade as mudanças ambientais e mediante a isso, são utilizados como bioindicadores por sua ampla distribuição e por serem facilmente amostradas, sendo ricas em espécies (MAJER, 1983; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Para estudar essas comunidades os parâmetros ecológicos como a riqueza, diversidade e frequência são muito importantes (SILVEIRA et al. 1995), porque permitem diferenciar e comparar a fauna em diferentes ambientes (DELABIE et al. 2006).

A Área de Proteção Ambiental Inhamum (APA do Inhamum), está inserida no bioma Cerrado, e é um exemplo de um mosaico de ambientes, que torna-se ideal para a sobrevivência de varias espécies, dentre elas, as formigas. A APA do Inhamum apresenta determinadas atividades antrópicas, como por exemplo, desmatamentos, que podem ocasionar em efeitos catastróficos, comprometendo sua integridade.

Diante da grande importância dessa família, o presente trabalho visa contribuir para o melhor entendimento da dinâmica e diversidade da fauna de formigas em duas fitofisionomias da APA (Mata de galeria e Cerrado *sensu stricto*), situada na cidade de Caxias/MA e fornecer dados importantes para o conhecimento da fauna local e da diversidade biológica.

## 2. Metodologia

A pesquisa foi realizada em duas fitofisionomias da Área de de Proteção Ambiental do Inhamum localizadas no município de Caxias-MA. A APA do Inhamum, foi criada pela lei 1.464/2001 de 04 de junho de 2001, localizada à margem esquerda da BR-316, próximo ao perímetro urbano de Caxias. Esta área caracteriza-se por apresentar uma vegetação típica de Cerrado, que vai desde campo limpo até cerradão. Devido seu posicionamento entre o Nordeste Semiárido e o Meio-Norte, essa região possui um clima equatorial quente úmido, com duas estações distintas, verões chuvosos e invernos secos. Segundo Araújo (2012) a área caracteriza-se por apresentar índices pluviométricos regulares entre 1.600 e 1.800 mm, e as temperaturas são normalmente elevadas e a média anual é superior a 24°C.

Em cada área foram delimitados seis transectos paralelos, distando aproximadamente 10m entre si. Em cada transecto, foram demarcadas cinco unidades amostrais equidistantes (10m x 10m), de modo que foram amostrados 30 pontos, em cada tratamento (áreas), totalizando 60 pontos amostrais.

Para a captura da macrofauna do solo, foram utilizadas armadilhas de queda do tipo Provid, A armadilha é constituída por uma garrafa PET com capacidade de 2 L, com quatro orifícios com dimensões de 2 x 2 cm (ARAÚJO, 2010) na altura de 20 cm de sua base, contendo 200 mL de uma solução de detergente a uma concentração de 5%, e adicionadas 5 gotas

de Formol P.A. (Formaldeído). As armadilhas foram enterradas com os orifícios ao nível da superfície do solo e foram mantidas no mesmo local em todas as coletas, permanecendo no campo por um período de quatro dias (96 horas). Foram realizadas oito coletas, sendo quatro no período seco (setembro, outubro, novembro e dezembro de 2017) e quatro no período chuvoso (janeiro, fevereiro, março e abril de 2018), contemplando as duas áreas de estudo.

Após o período de 96 horas, as armadilhas foram retiradas do campo e identificadas de acordo com data da coleta, área e os pontos amostrais. Em seguida foram transportadas para o Laboratório da Fauna de Solo - LAFS localizado na Universidade Estadual do Maranhão, onde os conteúdos das armadilhas foram devidamente lavados em água corrente, com auxílio de peneira de 0,25 mm para que não se perca nenhum indivíduo e transferidos para potes plásticos contendo álcool etílico a 70%. Posteriormente o material foi triado de acordo com a Classe e Ordem /ou grupo taxonômico, utilizando a chave de identificação proposta por Triplehorn e Jonnson (2015).

Após a triagem foi realizada a contagem e na sequência as formigas foram montadas em alfinetes entomológicos, tamanho 2, pelo método de dupla montagem utilizando-se triângulos de papel cartão e cola branca para a fixação dos espécimes. O material foi acondicionado em caixas entomológicas para posterior identificação.

A identificação das espécies foi realizada por meio de chaves taxonômicas (FERNÁNDEZ & SENDOYA, 2004; BACARRO *et al.*, 2015), e por comparação com a Coleção de Formigas do Maranhão do LAMIR - CESC/UEMA. Os espécimes que não foram possível identificar em nível específico, foram então enviados para o Dr. Jacques Hubert Charles Delabie do Centro de Pesquisa do Cacau/CEPEC/CEPLAC, Ilhéus - BA, Brasil, taxonomista de Formicidae.

Também foi verificada a temperatura do solo, a 10 cm de profundidade, em cada ponto de coleta, com a utilização de termômetro digital do tipo espeto. Os dados relacionados à precipitação pluviométrica foram obtidos da Estação Meteorológica de Caxias. Já os dados de temperatura foram feitos através da média ponderada das temperaturas de cada ponto de coleta, onde obteve-se a média da temperatura para cada área de estudo.

Os dados foram submetidos a análise faunística com base nos índices de frequência, constância e dominância selecionando as ordens predominantes, ou seja, aquelas que apresentam maiores índices faunísticos (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). Foi realizado também análises de riqueza estimada, os índices de diversidade de Shannon - Weaner ( $H'$ ), equabilidade de Pielou ( $e$ ) e riqueza de Margalef foram feitas no programa ANAFU (MORAES *et al.*, 2003).

A frequência ( $f$ ) das ordens taxonômicas foi determinada pela participação percentual do número de indivíduos de cada ordens, em relação ao total coletado. As classes foram obtidas através da aplicação dos seguintes critérios: Pouco frequente (PF) - frequência menor que o limite inferior do IC a 5%; Frequente (F) - frequência situada dentro do IC a 5% e Muito frequente (MF) - frequência maior que o limite superior do IC a 5%.

A constância foi calculada por meio da porcentagem de ocorrência das ordens no levantamento, de acordo com os percentuais obtidos, as ordens taxonômicas foram separadas em categorias segundo a classificação de Bodenheimer (1955) citado por Silveira Neto *et al.* (1976) Para classificação da Constância, as espécies foram separadas em categorias, segundo a classificação de Bodenheimer (1955): Ordens Constantes (W) = presentes em mais de 50% das coletas; Espécies Acessórias (Y) = presentes em 20 - 50% das coletas; Espécies Acidentais (X) = presentes em menos de 20% das coletas.

A dominância consiste na capacidade da ordem modificar, em benefício próprio, o impacto recebido do ambiente, podendo causar o aparecimento ou desaparecimento de outros organismos (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). A partir dos valores obtidos, as ordens foram classificadas em: Dominante (D) - quando os valores da frequência forem superiores ao índice de dominância; Não Dominante (ND) - quando os valores da frequência forem inferiores ao índice de dominância.

As estimativas de riqueza de Gêneros foram realizadas com auxílio do programa R, empregando os procedimentos, Chao1, Chao 2, Jackknife1, Jackknife2, utilizando os pacotes Biodiversity R e Vegan. Foi produzida também a curva de acúmulo do número de gêneros e para tanto foi utilizado a função Specaccum com 1000 permutações randômicas, do pacote Vegan (R CORE TEAM, 2016).

A Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) foi utilizada para avaliar a diferença entre a composição das assembleias de formigas nas duas áreas de estudos e sazonalidade (ANDERSON 2001). Também verificou-se a homogeneidade das variâncias entre os grupos em relação à composição de espécies por meio de uma Análise de Dispersão Permutacional Multivariada (PERMDISP) (ANDERSON *et al.*, 2006). Para ilustrar a relação multidimensional entre as variáveis de estudo foi realizado uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA), com o índice de similaridade de *Bray-Curtis* como medida de associação (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998).

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1 Abundância, Frequência, Constância e Dominância dos gêneros Taxonômicas

Foram contabilizados 1.845 indivíduos distribuídos entre Mata de galeria e Cerrado *sensu stricto*, sendo 329 indivíduos para a Mata de galeria e 1.516 indivíduos para o Cerrado *sensu stricto* totalizando 29 gêneros (Tabela 1).

Tabela 1 – Lista de Gêneros coletados na Mata de galeria e Cerrado *sensu stricto*, n° de indivíduos, Dominância (D) Abundância (A), Frequência (F), Constância (C) na APA do Inhamum, Caxias, MA.

Subfamílias	Gêneros	Mata de Galeria						Cerrado <i>sensu stricto</i>					
		NI	NC	D	A	F	C	NI	NC	D	A	F	C
Dolichoderinae	<i>Azteca</i> Forel, 1878	5	2	ND	r	PF	Y	2	1	ND	d	PF	Z
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i> Mayr, 1868	1	1	ND	r	PF	Z	4	3	ND	d	F	W
Formicinae	<i>Camponotus</i> Mayr, 1861	65	6	D	ma	MF	W	115	6	SD	sa	SF	W
Myrmicinae	<i>Cephalotes</i> Latreille, 1802	10	3	D	c	F	W	-	-	-	-	-	-
Ponerinae	<i>Mayaponera</i> Schmidt & Shattuck, 2014	6	2	D	d	PF	Y	4	1	ND	ND	F	Z
Myrmicinae	<i>Trachymyrmex</i> Forel, 1893	1	1	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex</i> Lund, 1831	12	5	D	c	F	W	-	-	-	-	-	-
Formicinae	<i>Nylanderia</i> Forel, 1892	3	2	ND	r	PF	Y	-	-	-	-	-	-
Myrmicinae	<i>Solenopsis</i> Westwood, 1840	32	3	D	ma	MF	W	46	6	D	ma	MF	W
Dolichoderinae	<i>Forelius</i> Emery, 1888	35	2	D	ma	MF	Y	30	6	D	D	MF	W
Myrmicinae	<i>Pheidole</i> Westwood, 1841	57	5	D	ma	MF	W	690	6	SD	sa	SF	W
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex</i> Mayr, 1862	5	2	ND	r	PF	Y	1	1	ND	d	PF	Z
Myrmicinae	<i>Crematogaster</i> Lund, 1831	13	1	D	c	F	W	250	4	SD	sa	SF	W
Myrmicinae	<i>Rogeria</i> Emery, 1894	1	5	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-
Ponerinae	<i>Odontomachus</i> Latreille, 1804	18	2	D	c	F	W	-	-	-	-	-	-
Ponerinae	<i>Leptogenys</i> Roger, 1861	1	3	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-
Myrmicinae	<i>Hylomyrma</i> Forel, 1912	4	6	ND	r	PF	W	-	-	-	-	-	-
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys</i> Roger, 1863	24	5	D	a	MF	W	10	3	D	c	F	W
Myrmicinae	<i>Wasmannia</i> Forel, 1893	28	1	D	ma	MF	W	-	-	-	-	-	-
Ectatomminae	<i>Ectatoma</i> Smith, 1858	1	5	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-
Ponerinae	<i>Pachycondyla</i> Smith, 1858	5	5	ND	r	PF	W	12	3	D	c	-	-
Paraponerinae	<i>Paraponera</i> Smith, 1858	2	1	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-
Myrmicinae	<i>Acromyrmex</i> Mayr, 1865	-	-	-	-	-	-	1	1	ND	d	PF	Z
Ponerinae	<i>Anochetus</i> Mayr, 1861	-	-	-	-	-	-	1	2	ND	d	PF	Y
Myrmicinae	<i>Atta</i> Fabricius, 1804	-	-	-	-	-	-	55	6	D	ma	MF	W
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i> Mayr, 1866	-	-	-	-	-	-	284	6	SD	as	SF	W
Ponerinae	<i>Hyponera</i> Santschi, 1938	-	-	-	-	-	-	2	2	ND	d	PF	Y
Myrmicinae	<i>Kalathomyrmex</i> Klingenberg & Brandão, 2009	-	-	-	-	-	-	8	1	D	c	F	Z
Myrmicinae	<i>Nesomyrmex</i> Wheeler, 1910	-	-	-	-	-	-	1	1	ND	d	PF	Z
Total		329						1.516					

Fonte: Autor (2019).

Programa ANAFAU: NI= número de indivíduos; NC= número de coletas; D= Dominância – (sd) super dominante; (d) dominante; (nd) não dominante. A= Abundância – (sa) super abundante; (ma) muito abundante; (c) comum; (d) dispersa. F= Frequência – (SF) super frequente; (MF) muito frequente; (F) frequente; (PF) pouco frequente. C= Constância – (W) constante; (Y) acessória; (Z) accidental.

Para a Mata de galeria foram classificados como dominantes os gêneros: *Camponotus*, *Cephalotes*, *Mayaponera*, *Forelius*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex*, *Solenopsis*, *Crematogaster*, *Gnamptogenys*, *Odontomachus* e *Wasmannia*, não sendo obtidos gêneros super dominantes. Os gêneros que se mostraram em maior abundância de indivíduos foram: *Camponotus*

com 65 indivíduos, *Pheidole* com 57 indivíduos como mostra na (Tabela 1).

Considerando-se a frequência dos gêneros, este estudo revelou que para Mata de galeria os gêneros com maior frequência foram: *Camponotus* (MF), *Solenopsis* (MF), *Forelius* (MF), *Pheidole* (MF), *Gamptogenys* (MF), *Wasmannia* (MF) *Cephalotes* (F) *Pseudomyrmex* (F) *Crematogaster* (F), *Odontomachus* (F), já para análise de constância os gêneros que se mostraram mais constantes para Área I foram: *Brachymyrmex*, *Cephalotes*, *Pseudomyrmex*, *Solenopsis*, *Pheidole*, *Crematogaster*, *Hylomyrma*, *Gamptogenys*, *Wasmannia*, *Pachicondyla*. (Tabela1).

Quanto a exclusividade da Mata de galeria, foram encontrados os gêneros: *Trachymyrmex*, *Pseudomyrmex*, *Nylanderia*, *Rogeria*, *Letogenys*, *Odontomachus*, *Wasmannia*, *Ectatoma* e *Paraponera*. Isso se deve ao fato de serem gêneros com espécies generalistas, e que tem preferência por florestas mais úmidas e um ambiente com maior variedade de alimentação, e maior disponibilidade de depositar seus ovos, o que é essencial para sua reprodução (BACCARO, 2015).

Essa ocorrência em maior número para o gênero *Camponotus* na Mata de galeria pode estar relacionada a grande quantidade de serapilheira presente neste local, já que esse gênero é bastante conhecido por ter espécies “oportunistas”. O gênero *Camponotus* é composto por espécies onívoras com alta capacidade de colonização em novos ambientes. Apresenta a maioria das suas espécies generalistas e oportunistas em termos de dieta e local de nidificação usualmente coletam os alimentos com agilidade até serem transportadas por outra espécie mais agressiva ou numerosa (SILVESTRE, 2000).

A ocorrência de *Pheidole* na Mata de galeria pode estar relacionada a sua alta capacidade de se adaptar em ambientes variados. Nas duas fisionomias amostradas, o gênero *Pheidole*, aparece com grande frequência por ser considerado hiperdiverso e de ampla distribuição nos mais variados habitats (WILSON, 2003).

Santos (2018) em seu trabalho também encontrou uma super amostragem dos gêneros *Camponotus* e *Pheidole* o que corrobora com estes resultados e é justificado por serem estes grupos reconhecidos pela diversidade e ampla distribuição geográfica de formigas.

Para o Cerrado *sensu stricto* foram classificados como super dominantes os gêneros: *Pheidole* (690 indivíduos), *Dorimyrmex* (284 indivíduos), *Crematogaster* (250 indivíduos e *Camponotus* (115 indivíduos). Para classificação de dominância os gêneros: *Solenopsis*, *Forelius*, *Gamptogenys*, *Pachicondyla*, *Atta* e *Kalthomyrmex* (Tabela 1) foram considerados dominantes nesta área.

Foram classificados como super abundante os Gêneros: *Camponotus*, *Pheidole*, *Crematogaster* e *Dorimyrmex*. Os gêneros muito frequentes foram: *Solenopsis*, *Forelius* e *Atta*. Os gêneros super frequentes foram: *Camponotus*, *Pheidole* e *Crematogaster*. Os gêneros considerados como constantes foram: *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Solenopsis*, *Forelius*, *Pheidole*, *Gamptogenys*, *Atta* e *Dorimyrmex*.

No Cerrado *sensu stricto* também houve a ocorrência de gêneros exclusivos os quais foram: *Acromyrmex*, *Anochetus*, *Atta*, *Dorymyrmex*, *Hyponera*, *Kalathomyrmex* e *Nesomyrmex*. Essa ocorrência com exclusividade desses grupos para Cerrado *sensu stricto* se deve ao fato desses Gêneros apresentarem ampla distribuição geográfica, e grande capacidade de se adaptar a ambientes de florestas arenosas e solos mais férteis, a maioria costuma forragear em árvores e tem preferência por locais mais abertos como é o caso da Área II (BACCARO, 2015).

Tendo em vista a grande representatividade dos gêneros *Pheidole*, *Camponotus*, *Crematogaster* e *Dorimyrmex* na Cerrado *sensu stricto* em relação a Mata de galeria pôde-se perceber que são gêneros bastantes seletivos, abundantes e dominantes, que tem preferência por locais mais abertos e arejados, predadores e astuciosos na questão de garantir espaço para suas espécies. Esses fatores explicam sua super abundância para Cerrado *sensu stricto*, o que pode estar relacionado com tipo de vegetação que a área apresenta pois a presença e comportamento dos insetos podem ser influenciados por vários fatores, dentre eles, a luminosidade, temperatura, umidade e velocidade do vento (GIANNOTTI et al., 2010).

Levando em consideração a ocorrência do gênero *Pheidole* para Cerrado *sensu stricto* que aparece como o maior dos resultados obtidos, pôde-se perceber que é um gênero bastante dinâmico capaz de socializar em diferentes ambientes e há diferentes tipos de organismos. A dominância deste gênero em diferentes ambientes é de certa forma esperada por terem hábitos, predominantemente generalistas e de ampla distribuição geográfica (SILVESTRE et al., 2003).

A super abundância de *Dorimyrmex* para o Cerrado *sensu stricto* pode estar relacionada ao fato de construírem seus ninhos no solo, preferencialmente em lugares abertos, regiões arenosas e com pouca cobertura vegetal. São mais frequentes em regiões áridas ou semiáridas. São encontradas com frequência em ambientes antropizados, o qual caracteriza o Cerrado *sensu stricto*, ambiente de solo arenoso e bastante antropizado (BACCARO, 2015).

Quando observado o gênero *Crematogaster* foi visto que ele se mostrou também em maior quantidade, percebendo-se que é um gênero amplamente distribuído em todos os ecossistemas terrestres tropicais e temperados, onde a maior parte das espécies é arbóricola. Contudo, ninhos podem ser encontrados no solo, serapilheira, madeira em decomposição, ninhos abandonados de cupins, caules ocos, árvores vivas, epífitas e plantas mirmecófitas (BACCARO, 2015).

O Gênero *Camponotus* assim como na Área I, também obteve uma super amostragem no Cerrado *sensu stricto*. Esse gênero também foi bem diverso. As espécies do gênero, são consideradas como “oportunistas” pelo seu alto grau de adaptação aos variados ambientes. O gênero *Camponotus* é composto por espécies onívoras com alta capacidade de colonização em novos ambientes (RAMOS *et al.*, 2003).

Martins *et al.* (2021), tabalhando com macrofauna do solo na mesma área encontraram resultados semelhantes, onde os indivíduos da ordem Hymenoptera foram abundantes. Já Costa (2017) em seu trabalho intitulado como efeito do fogo sobre a comunidade de formigas de Cerrado *sensu stricto* do leste maranhense também encontrou resultados semelhantes a este estudo, em relação aos gêneros encontrados.

### 3.2 Análise de Coordenadas Principais entre as comunidades de formigas com base na armadilha e na sazonalidade

A PCoA's com relação as duas áreas Mata de galeria e Cerrado *sensu stricto* em seus dois primeiros eixos explicou 68,86% da variação dos dados de gênero através da matriz de distância de *bray-curtis*. No primeiro eixo, foi explicado uma variação de 53,44% da variação dos dados (Figura 1). No segundo eixo, explicou 15,42% da variação dos dados. A estrutura de comunidade foi diferente entre a Mata de galeria e Cerrado *sensu stricto* (Permanova: Pseudo-F = 10.236;  $p = 0.001$ ). Além disso, considerando a heterogeneidade da dispersão da abundância de espécies não houve diferença na heterogeneidade nas áreas (Permdisp:  $F = 3.4265$ ;  $p = 0.0938$ ) em ambas sendo compartilhando a comunidade de formigas (Figura 1).

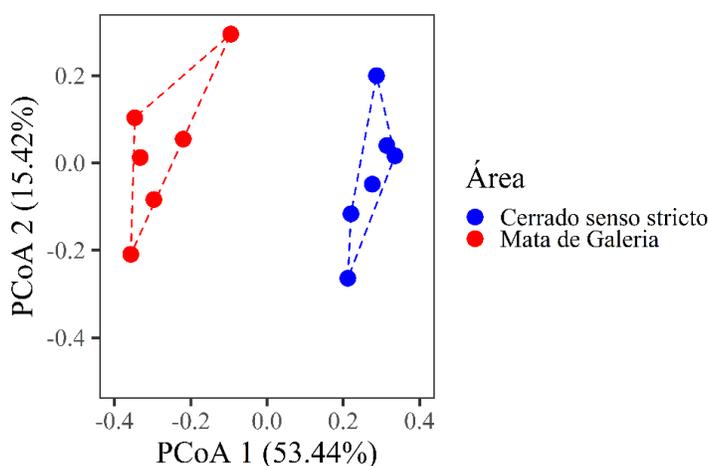


Figura 1 – Análise de Coordenadas Principais entre as comunidades de formigas com base na armadilha de coleta na APA do Inhamum, Caxias, MA.

Fonte: Autor (2019).

Dos 37 gêneros coletadas 12 foram exclusivos da Mata de galeria sendo *Cephalotes*, *Trachymyrmex*, *Pseudomyrmex*, *Nylanderia*, *Rogeria*, *Odotomachus*, *Leptogens*, *Hylomyrma*, *Wasmania*, *Ectatoma*, *Pachycondila*, *Paraponera*, e 10 exclusivas de Cerrado *sensu stricto*, *Acromyrmex*, *Anochetus*, *Atta*, *Mayaponera*, *Dorymyrmex*, *Pachicondyla*, *Nesomyrmex*, *Kalathormyrmex*, *Hyponera*, *Cyformyrmex*.

Já em relação a estrutura de comunidade não foi diferente entre na sazonalidade (Permanova: Pseudo-F = 1.101;  $p = 0.302$ ). Em quanto analisado a heterogeneidade da dispersão da abundância de espécies também não apresentou diferença na heterogeneidade na sazonalidade (Permdisp:  $F = 1.2707$ ;  $p = 0.286$ ) sendo a comunidade de formigas compartilhando nos dois tratamentos (Figura 2). Sendo que dos 37 gêneros coletadas sete foram exclusivas do período seco *Mayaponera*, *Leptogens*, *Hylomyrma*, *Acromyrmex*, *Nesomyrmex*, *Hyponera*, *Cyformyrmex*, e sete do período chuvoso *Trachymyrmex*, *Rogeria*, *Ectatoma*, *Paraponera*, *Anochetus*, *Mayaponera*, *Kalathormyrmex*, e 23 gêneros compartilhadas sendo coletados nos dois períodos.

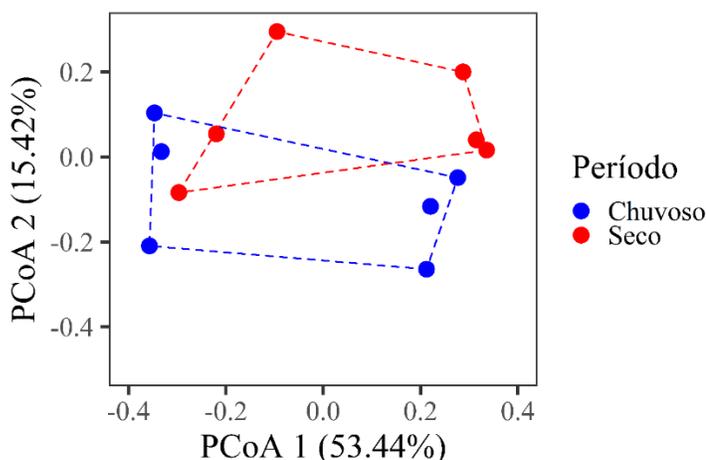


Figura 2 – Análise de Coordenadas Principais entre as comunidades de formigas com base na sazonalidade na APA do Inhamum, Caxias, MA.  
Fonte: Autor (2019).

### 3.3 Diversidade de Shannon - Wiener e Dominância

Em relação aos índices de diversidade (índice de Shannon Wiener e índice de Simpson) foram considerados para essa análise os dados observados na Mata de galeria e Cerrado *sensu stricto* (Tabela 3).

Tabela 3 – Índices de diversidade de gêneros (Shannon-Wiener) e dominância para formigas coletadas em dois ambientes (Mata de Galeria e Cerrado *sensu stricto*) na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum de Caxias-MA.

Áreas amostradas	Shannon-Wiener (H')	Simpson(D)
Mata de Galeria	2.54	0.90
Cerrado <i>sensu stricto</i>	1.63	0.72

Fonte: Autor (2019).

De modo geral, foi analisada a diversidade dos gêneros entre os dois ambientes estudados (Shannon-Wiener) (Tabela 3). A Mata de galeria teve maior índice de diversidade ( $H'=2,54$ ) em relação ao Cerrado *sensu stricto* que obteve o menor índice ( $H'=1,63$ ). Para o índice de dominância de Simpson (D) a Mata de galeria obteve maior índice ( $D=0,90$ ) em relação a Área II, apresentando  $D=0,72$  (Tabela 3). Para melhor exemplificar essa situação, segundo a hipótese da heterogeneidade, os habitats que possuem estrutura diversificada, terão maior diversidade de espécies e isso ocorre por efeito da variedade de nichos ecológicos e diversidade de recursos naturais a serem explorados por esses indivíduos (COSTA, 2017).

Conforme Begon et al. (1996) os menores índices representam uma maior dominância de gêneros em respectivas áreas, neste caso no Cerrado *sensu stricto*.

### 3.4 Riqueza Estimada (S) e Curva de Acumulação das Gêneros

A riqueza de gêneros observados para Mata de galeria foi de 21 e para o Cerrado *sensu stricto* 18 gêneros. A riqueza obtida pelos estimadores na Mata de galeria e no Cerrado *sensu stricto* foi de 26 (Chao1 e Chao2) (Tabela 4).

Tabela 4 – Estimador e índice de riqueza dos gêneros de formigas na Mata de galeria e no Cerrado *sensu stricto* na APA do Inhamum, Caxias, Maranhão.

Estimadores e índices de Riqueza	Mata de galeria	Cerrado <i>sensu stricto</i>
Riqueza Observada	22	18
Chao 1	26	26
Chao 2	26	26

Fonte: Autor (2019).

Tendo em vista que as estimativas encontradas das Mata de galeria e no Cerrado *sensu stricto* estão correlacionadas com a curva de acumulação dos gêneros encontrados na APA o Inhamum, os resultados obtidos nas áreas amostradas, mediante a curva de acumulação de gêneros sugere que a amostragem tanto para a Mata de galeria quanto para o Cerrado *sensu stricto* não está totalmente estabilizada, não atingindo assim assíntota (Figura 4). Isto por sua vez indica que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente os gêneros existentes nos dois fragmentos Mata de Galeria e Cerrado *sensu stricto* e os diz também que com um maior esforço se pode encontrar uma riqueza de gêneros ainda maior nos fragmentos estudados.

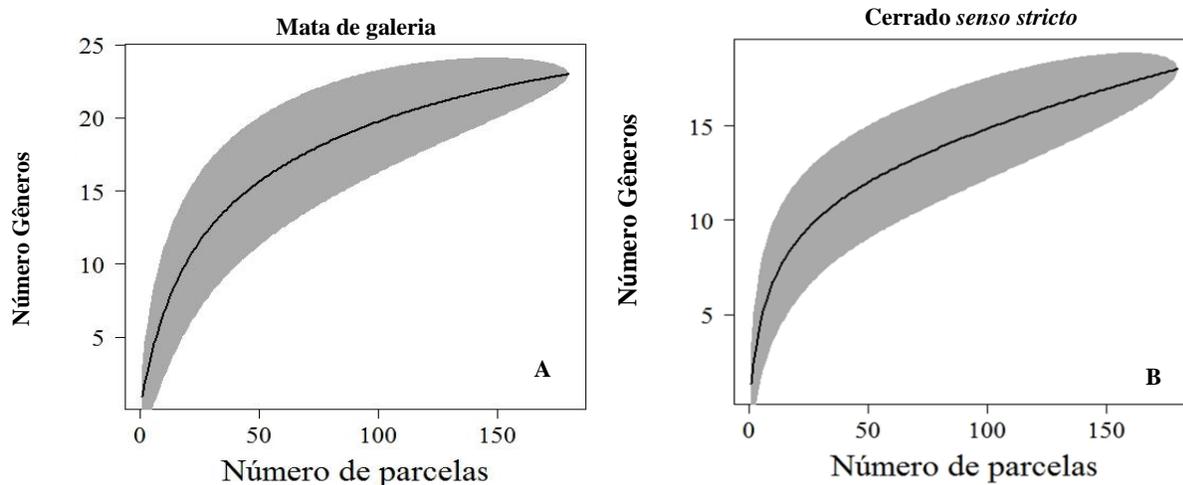


Figura 4 – Curva de acumulação dos gêneros de formigas Mata de galeria e no Cerrado *sensu stricto* na APA do Inhamum, Caxias, Maranhão.

Fonte: Autor (2019).

#### 4. Considerações Finais

- ✓ É registrado um total de 29 gêneros de Formicidae, sendo 22 para a Mata de galeria, com 11 gêneros exclusivos e com 18 gêneros para o Cerrado *sensu stricto*, sendo 7 gêneros exclusivos para esta área;
- ✓ Os gêneros *Pheidole*, *Camponotus*, *Dorimyrmex* e *Crematogaster* são caracterizados como superdominantes;
- ✓ Os gêneros mais abundantes na Mata de galeria e no Cerrado *sensu stricto* são: *Camponotus*, *Pheidole*, *Crematogaster* e *Dorimyrmex*;
- ✓ A maior frequência de gêneros é para a Mata de galeria;

- ✓ A estrutura de comunidade foi diferente entre as áreas Área 1 e Área 2 e a estrutura de comunidade não foi diferente entre na sazonalidade;
- ✓ A área que apresenta maior índice de diversidade é a Mata de galeria;
- ✓ A maior riqueza observada é para a Mata de galeria, porém o estimador Chao1 sugere o mesmo grau de riqueza para ambas as áreas.

### Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, pela concessão da bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica-PIBIC e a toda a Equipe do Laboratório da Fauna do Solo-LAFS por colaborar com a execução da pesquisa.

### Referências

- Anderson M.J. 2001. *A new method for non-parametric multivariate analysis of variance*. Austral Ecol 26:32–46.
- Anderson J.M, Kari E.E, Brian H.M. 2006. *Multivariate dispersion as a measure of beta diversity*. Ecol Lett 9:683–693.
- Araújo, C.C. Nomelini, Q. S. S.; Pereira, J. M.; Liporacci, H. S. N.; & Kataguirí, V. S. *Comparação da abundância de invertebrados de solo por meio da estimação intervalar encontrados em diferentes ambientes na cidade de Ituitaba – MG*. Bioscience Journal, 2010, n. 5. Uberlândia: 2010.
- ARAÚJO, F. A. S. A. *Geomorfologia aplicada à fragilidade e ao zoneamento ambiental de Caxias/MA*. Tese (Doutorado em Geografia). Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2012.
- ANTWEB, 2021. Versão 8.66. *Academia de Ciências da Califórnia*. Disponível em: <https://www.antweb.org>. Acesso em: 14.02.2022.
- Baccaro, F. B. *Chave para as principais subfamílias e gêneros de formigas (Hymenoptera, Formicidae)*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBIO, Faculdades Cathedral, out. 2006. 34p .
- 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, 388p. 2015.
- Bicho, C. L.; Brancão, M. L. C & Pires S. M. *Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) em hospitais e postos de saúde no município de Bagé, RS*. Arquivos do Instituto Biológico74: v.74, p.373-377, 2007.
- Bodenheimer, F.S. *Precis d'écologie animale*. Paris: Payot, 315p. 1955.
- COSTA, J. S. Efeito do fogo sobre a comunidade de formigas de cerrado “sensu stricto” do leste maranhense. 43p. (Monografia). Universidade Estadual do Maranhão. Centro de Ensino Superiores de Caxias. Maranhão. 2017.
- Costa-milanez, C.B., Lourenço-silva, G., Castro, P.T.A., Majer, J.D. And ribeiro, S.P.). *Are ant assemblages of Brazilian veredas characterised by location or habitat type?*. Brazilian Journal of Biology, v.74, p.89-99, 2014.
- Delabie, J. H. C., Paim, V. R. L. M., Nascimento, I. C., Campiolo, & S., Mariano, C. S. F. *As formigas como indicadores biológicos do impacto humano em manguezais da costa sudeste da Bahia*. Neotropical Entomology, v.35, p.602-615, 2006.
- Fernández, F.; Sendoya, S. *List of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae)*. Biota Colombiana, 2004, p. 93.
- Gallego-ropero, M. C.; Feitosa, R. M.; & Pujol-luz, J. R. *Formigas (Hymenoptera, Formicidae) Associadas a Ninhos de Cornitermes cumulans (Kollar) (Isoptera, Termitidae) no Cerrado do Planalto Central do Brasil*. EntomoBrasilis, v.6, p.97-101, 2013.

- GIANNOTTI, E.; SOUZA, A. R.; PREZOTO, F. Diversidade e ecologia comportamental de insetos. In: GOMES, L. *Entomologia forense: novas tendências e tecnologias nas ciências criminais*. 1ª Ed. Rio de Janeiro. Technical Books Editora. p. 122-132, 2010.
- Hölldobler, B.; Wilson, E. O. *The Ants*. Massachusetts: Harvard University Press. p. 732, 1990.
- Legendre, P.; Legendre, L. 1998. *Numerical ecology*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Marinho, C.G.S., Zanetti, R., Delabie, J.H.C., Schlindwein, M.N. And ramos, L.D.S. *Ant (hymenoptera: formicidae) diversity in eucalyptus (myrtaceae) plantations and Brazilian Savanna litter in Minas Gerais, Brazil*. Neotropical Entomology, v.31, p.187-195, 2002.
- Martins, A. E. S.; Rodrigues, J. C.; Silva, M. R. D. A. C.; Souza, M. T. A.; Lima, F. O.; Gonçalves, M. V. P.; & da Silva Formiga, L. D. A. *Levantamento da Macrofauna Edáfica em Áreas de Proteção Ambiental no Maranhão*. Revista de Geociências do Nordeste, v. 7, n. 1, p. 30-37, 2021.
- Majer, J. D. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environmental Management*, 7(4): 375-383. 1983.
- MORAES, R. C. B. et al. Software para análise faunística. In: 8º *Simpósio de controle biológico*. São Pedro, SP. Anais do 8º Siconbiol. v.1, n.1, p. 195. 2003.
- Nunes, L. A. P. L.; Araújo Filho, J. A.; Menezes, R. Í. Q. *Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas*. Caatinga, Mossoró, v.21, n.3, p.214- 220, 2008.
- Oliveira, M.A.; Gomes, C.F.F.; Pires, E.M. et al. *Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação*. Revista Ceres, Viçosa, v.61, p.800-807, 2014.
- Ribas, C. R., Schoereder, J.H., PIE, M. & Soares, S.M. Tree heterogeneity resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. *Austral Ecol*, v.28, p.305-314, 2003.
- ROCHA, W. D. O. *Estudo da mirmecofauna aplicado na avaliação de áreas de garimpo de diamantes no município de Poxoréu, MT*. Cuiabá, 2012. 54f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Cuiabá, 2012.
- Santos, L. P. R. J. *Diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Plantio de Teca no Pantanal Mato-Grossense*. Cuiabá-MT, 2017
- Santos, C. J. *Efeito de borda sobre a comunidade de formigas (hymenoptera: formicidae) epigeicas e hipogeicas na área de proteção ambiental municipal do inhamum, caxias-ma*. Caxias-MA, 2018
- Silveira Neto, S; Monteiro, R. C.; Zucchi, R. A.; & De Moraes, R. C. B. *Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental*. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 9 -15, 1995.
- Silveira Neto, S. et al. *Manual de ecologia dos insetos*. São Paulo, SP: Ceres, 1976. 419p.
- Silvestre, R.; Randão, C.R.F.; DA Silva, R.R. *Grupo funcionales de hormigas: el caso de los grêmios del Cerrado*. In: Fernández F. (Ed.). *Introducción a las hormigas de La región Neotropical*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, p. 113-148, 2003.
- SILVESTRE, R. *Estrutura de comunidades de formigas do cerrado*. Ribeirão Preto. 216p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, SP. 2000.
- 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, 766p. 2015.

Tibcherani, M., Nacagava, V. A. F., Aranda, R., & Mello, R L. *Review of Ants (Hymenoptera: Formicidae) as bioindicators in the Brazilian Savanna*. Sociobiology, v.6 p.112-129, 2018.

Wilson, E. O. *Pheidole in the New World, a dominant, hyperdiverse ant genus*. Massachusetts: Harvard University Press. 794piology, v.65 p.112-129, 2003.

Zhang, Z. -Q. *Animal biodiversity: Na outline of higher-level-classification and survey of taxonomic richness*. Zootaxa, v 3148, p.1-237, 2011.

Zhang, Z. -Q. *Animal biodiversity: Na outline of higher-level-classification and survey of taxonomic richness*. Zootaxa, v 3703, p.1-82, 2013.