



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA
COORDENAÇÃO DE CIÊNCIAS NATURAIS – BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS NATURAIS – BIOLOGIA
CAMPUS III

ANTONIO DOS SANTOS DA CONCEIÇÃO
MICHELLE ANTONIA BARBOSA VIEIRA
SAMARA SILVA LIMA

**BIODIVERSIDADE DE FORMIGAS HIPOGEICAS (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EM UMA ÁREA DE MATA DOS COCAIS DO MUNICÍPIO DE
BACABAL- MA**

BACABAL-MA

2017

ANTONIO DOS SANTOS DA CONCEIÇÃO
MICHELLE ANTONIA BARBOSA VIEIRA
SAMARA SILVA LIMA

**BIODIVERSIDADE DE FORMIGAS HIPOGEICAS (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EM UMA ÁREA DE MATA DOS COCAIS DO MUNICÍPIO DE
BACABAL- MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Ciências Naturais/ Biologia
da Universidade Federal do Maranhão como requisito
para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências
Naturais/ Biologia

Orientador (a): Dra. Pollyanna Pereira Santos

Coorientador: Dr. Paulo Fellipe Cristaldo

BACABAL-MA

2017

ANTONIO DOS SANTOS DA CONCEIÇÃO

MICHELLE ANTONIA BARBOSA VIEIRA

SAMARA SILVA LIMA

**BIODIVERSIDADE DE FORMIGAS HIPOGEICAS (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EM UMA ÁREA DE MATA DOS COCAIS DO MUNICÍPIO DE
BACABAL- MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Ciências Naturais/
Biologia da Universidade Federal do Maranhão
como requisito para a obtenção do grau de
Licenciado em Ciências Naturais/ Biologia

Bacabal, _____ / _____ / _____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Pollyanna Pereira Santos
Universidade Federal do Maranhão

Msc. Luciana da Silva Santos
Universidade Estadual do Maranhão

Prof^a. Msc. Jaqueline Diniz Pinho
Universidade Federal do Maranhão

Aos nossos pais que sempre nos apoiaram nesta longa caminhada. Aos nossos professores, em especial à professora Dra. Pollyanna Pereira Santos, fonte de inspiração, de conhecimento, dedicação, simplicidade e excelente ser humano, dedicamos.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Maranhão

A Dra. Pollyanna Pereira por sua dedicação, carinho, respeito desmedidos e paciência também ao longo da orientação.

Ao Dr. Paulo Cristaldo pelo auxílio nas análises estatísticas.

A Dr^a. Luiza Carla Barbosa Martins (Universidade Estadual do Maranhão – UEMA-Caxias) e ao Dr. Jacques Hubert Charles Delabie (Centro de Pesquisas do Cacau – CEPLAC e Universidade Estadual de Santa Cruz- UESC- Ilhéus-Ba) pela identificação das espécies.

Aos colegas Lucas Pereira Matter, Francilene Carlota Fernandes, Joana Lopes Monteiro Neta, Walquiana Rocha e Edivan, pela ajuda nas coletas e triagem do material biológico. Sem vocês certamente o tempo empregado nessa logística seriam bem maior. Muito obrigado.

A todos os nossos colegas de turma pelas brincadeiras, pelos grupos de trabalho, pelas amizades que levaremos para além dos muros da universidade.

A todos os professores que contribuíram com o seu conhecimento na nossa formação universitária, em especial a Elidio Guarçoni, Maria Raimunda Garcia, Freud Sebastian, Leonardo Coimbra, Jaqueline Pinho. Temos muito carinho e respeito por vocês.

Aos nossos familiares pelo apoio e incentivo

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização dessa vitória.

“A vida sem luta é uma mar no centro do organismo universal.”

Machado de Assis

RESUMO

Comunidades de formigas têm sido amplamente amostradas nos diversos estratos florestais desde serapilheira ao dossel. Apesar das formigas formarem um grupo relativamente bem estudado, pouco se sabe sobre a ecologia e comportamento das espécies hipogeicas, aquelas que nidificam e forrageiam essencialmente abaixo da superfície do solo. A literatura sobre a assembleia de formigas para o estado do Maranhão, sobretudo na vegetação de Mata dos Cocais, é muito escassa. Neste sentido este trabalho objetiva avaliar a riqueza, composição e diversidade de formigas hipogeicas em um trecho de Mata dos Cocais no município de Bacabal, estado do Maranhão. Na área amostrada foram traçados seis transectos de 100 metros cada, e em cada um foram instaladas cinco armadilhas. As armadilhas consistiram em copos plásticos de 250 ml com furos na lateral, dentro do qual foram colocados copos plásticos de 20 ml e isca de sardinha como atrativo. As armadilhas foram instaladas a 20 cm de profundidade do solo, e permaneceram em campo por 48 h. A coleta foi realizada no mês de maio de 2017 (período chuvoso). Foram coletadas nove espécies, pertencentes a três subfamílias e sete gêneros. Sendo *Solenopsis saevissima* e *Neivamyrmex sp prox moseri* as espécies com maior abundância. Também utilizamos dados referentes à coleta de serapilheira obtidos na mesma área amostral com o objetivo de comparar os dois estratos florestais.

Palavras-chave: Formicidae, fauna hipogeica de formigas, Mata dos Cocais, Maranhão, riqueza de espécies, armadilhas subterrâneas

ABSTRACT

Ant communities have been extensively sampled in the various forest strata from litter to canopy. Although ants form a relatively well-studied group, little is known about the ecology and behavior of the hypogical species, which nest and forage essentially below the surface of the soil. The literature on the ants assembly for the state of Maranhão, especially in the vegetation of Mata dos Cocais, is very scarce. In this sense, this work aims to evaluate the richness, composition and diversity of hypogetic ants in a section of Mata dos Cocais in the municipality of Bacabal, in the state of Maranhão. In this sense, this work aims to evaluate the richness, composition and diversity of hypogetic ants in a section of Mata dos Cocais in the municipality of Bacabal, in the state of Maranhão. In the sampled area, six transects of 100 meters each were drawn, and five traps were installed in each one. Our traps consisted of plastic cups of 250 ml with holes in the side, inside which we put plastic cups of 20 ml and sardine bait as attractive. The traps were buried 20 cm below the ground, and remained in the field for 48 h. The collections were carried out in May 2017 (rainy season). Nine species were collected, belonging to three subfamilies and seven genera. Being *Solenopsis saevissima* and *Neivamyrmex sp prox moseri* the species with greater abundance. We also used the litter collection data from the same area with the objective of comparing the two forest strata.

Keywords: Formicidae, hypogeal ant fauna, Mata dos Cocais, Maranhão, species richness, underground traps.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BACABAL, ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL. ADAPTADO DE ARAYA (2015).....	17
FIGURA 2: FRAGMENTO DE MATA DOS COCAIS, LOCALIZADO NO CAMPUS DA UFMA, BACABAL, MARANHÃO.....	18
FIGURA 3: MAPA DO BRASIL DESTACANDO A ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA MATA DOS COCAIS NOS ESTADOS DO MARANHÃO E PIAUÍ. EM DESTAQUE A LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BACABAL, MARANHÃO. FONTE: SANTOS-FILHO, 2013.	19
FIGURA 4: DELINEAMENTO EXPERIMENTAL COM A DISPOSIÇÃO DAS ARMADILHAS UTILIZADAS NA COLETA.	19
FIGURA 5: DESIGN DAS ARMADILHAS TIPO <i>PITFALL</i> SUBTERRÂNEO UTILIZADAS NAS COLETAS	20
FIGURA 6: INSTALAÇÃO DAS ARMADILHAS TIPO <i>PITFALL</i> SUBTERRÂNEO NO CAMPO.....	20
FIGURA 7: DISTRIBUIÇÃO POR SUBFAMÍLIA DAS ESPÉCIES COLETADAS COM ARMADILHAS SUBTERRÂNEAS DO TIPO <i>PITFALL</i> COM ATRATIVO DE SARDINHA EM UMA ÁREA DE MATA DOS COCAIS DO MUNICÍPIO DE BACABAL-MA	23
FIGURA 8: ANÁLISE COMPARATIVA DA RIQUEZA DA FAUNA DE FORMIGAS DE SERAPILHEIRA E SOLO.....	24
FIGURA 9: CURVA DE ACUMULAÇÃO ESPÉCIES EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE AMOSTRAS. A: COLETA COM <i>PITFALL</i> SUBTERRÂNEO (FORMIGAS HIPOGEICAS) B. COLETA COM <i>PITFALL</i> DE SOLO (FORMIGAS EPIGEICAS)	24

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: LISTA DAS ESPÉCIES COLETADAS COM ARMADILHA SUBTERRÂNEA DO TIPO <i>PITFALL</i> COM ATRATIVO DE SARDINHA, EM UMA ÁREA DE MATA DOS COCAIS DO MUNICÍPIO DE BACABAL-MA.....	22
TABELA 2: TRABALHOS COM FORMIGAS HIPOGEICAS EM DIFERENTES FORMAÇÕES VEGETAIS E TÉCNICAS DE COLETAS.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
3. OBJETIVOS.....	16
3.1. Objetivo Geral.....	16
3.2. Objetivos específicos.....	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
4.1. Área de estudo.....	17
4.2. Coleta de material biológico.....	19
4.3. Identificação das formigas.....	21
4.4. Análise de dados.....	21
5. RESULTADOS.....	22
6. DISCUSSÃO.....	26
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

As formigas são animais eusociais bastante abundantes e diversos, sobretudo nas florestas tropicais. As formigas ocupam diversos estratos dentro da floresta, indo desde o dossel até o subsolo (NEVES et al., 2013). Algumas espécies são totalmente arborícolas habitando diversos tipos de cavidades disponíveis nas copas das árvores, ou constroem seus ninhos em aglomerados de raízes de plantas epífitas; muitas outras espécies constroem seus ninhos dentro de frutos secos, entre folhas em decomposição, em ninhos de cupins, abandonados ou não, em troncos de árvores em decomposição, e algumas outras espécies nidificam no interior do solo (BACCARO et al., 2015).

As formigas são insetos relativamente bem estudados atualmente, entretanto estudos direcionados exclusivamente às formigas que habitam e transitam nos horizontes do solo são escassos, haja vista as dificuldades associadas às técnicas para coleta (SILVA, 2014). Apesar das dificuldades, o conhecimento da fauna que forrageia e nidifica no solo ganha grande respaldo, haja vista que esse microhabitat abriga espécies chaves para compreensão geral do comportamento, ecologia e evolução das formigas (WONG & GUÉNARD, 2017). Alguns trabalhos defendem que o surgimento das formigas teria ocorrido no subsolo, e a partir daí passaram a colonizar outros estratos florestais, como os arbóreos e arbustivos (RABELLING et al., 2008).

Apesar da importância, poucos são os trabalhos que abordam a fauna subterrânea de formigas, mesmo sabendo que esse ambiente abriga espécies que comumente não são amostradas em técnicas convencionais para amostragem de formigas de serapilheira (FIGUREIDO et al., 2013). Segundo WILKIE et al. (2007) amostragens efetivas e direcionadas ao estrato subterrâneo podem ampliar os conhecimentos sobre o registro atual da diversidade de formigas, assim como elucidar a biologia de muitas espécies hipogeicas pouco estudadas. WILKIE et al. (2007) dá ainda mais relevância ao conhecimento dessa fauna ao afirmar que os estudos sobre comunidades de formigas subterrâneas são a "fronteira final" da pesquisa de diversidade de formigas.

As formigas que habitam esse estrato influenciam diversos processos que ocorrem no solo. Segundo GUTIÉRREZ (2016) as formigas têm participação direta ou indireta na manutenção dos ciclos biogeoquímicos, físicos e biológicos devido à remoção de grandes quantidades de solo. Sendo até mais eficientes que as minhocas para esse propósito (FERNÁNDEZ & SHARKEY, 2003). Além disso, têm papel na construção e porosidade dos

solos (GUTIÉRREZ, 2016) sendo que essa porosidade ajuda na movimentação da água no solo (PICELLI, 2011). Além do mais, a nidificação no solo das formigas reflete positivamente na fertilidade deste (PICELLI, 2011), já que elevam a quantidade de matéria orgânica neste local com o transporte de nutrientes para dentro dos ninhos (JOUQUET et al., 2011).

Apesar da baixa representatividade de trabalhos sobre a fauna hipogeica de formigas, alguns poucos trabalhos têm sido desenvolvidos permitindo um maior conhecimento a cerca desse tipo de ambiente. SILVA & SILVESTRE (2004) investigaram a fauna hipogeica de formigas em Floresta de Araucária no Sul do Brasil e compararam a comunidade hipogeica e serapilheira para o local; MARTINS (2017) também o fez no Sul do Brasil em diferentes sistemas de uso do solo; WILKIE et al., (2007; 2010) avaliou a fauna da Amazônia Equatorial; ANDERSEN & BRAULT (2010) fizeram levantamentos em florestas de eucaliptos no Norte da Austrália; SCHMIDT & SOLAR (2010) em Floresta tropical Semidecidual; PACHECO & VASCONCELOS (2012) e GUTIÉRREZ (2016) na Amazônia Maranhense.

Para o Maranhão há poucos registros com trabalhos que visam conhecer a diversidade de formigas do estado: GUTIÉRREZ (2016) ; KEMPF (1972); BRANDÃO (1991); DÁTTILO et al. (2010); ANDRADE-SILVA (2015); RAMOS et al. (2015), SILVA et al. (2012) e LIMA et al. (2013). Entre esses trabalhos, apenas GUTIÉRREZ (2016) avaliou a diversidade de formigas do estrato hipogeico em nosso estado.

Dada essa baixa representatividade de inventários de formigas que forrageiam abaixo da superfície do solo para o estado do Maranhão, em especial ao tipo de vegetação de Mata dos Cocais, e os múltiplos aspectos que esse tipo de estudo pode contribuir para compreensão geral do comportamento e ecologia das formigas, trabalhos que foquem inventariar a fauna de formigas hipogéicas se faz necessário.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Todas as espécies de formigas pertencem à família Formicidae, que ao lado de outras famílias de abelhas e vespas formam a ordem Hymenoptera (FERNÁNDEZ, 2003). Atualmente são conhecidas 16.000 espécies de formigas (Antweb, 2017), entretanto algumas estimativas sugerem que esse número ultrapasse as 25.000 espécies (FERNÁNDEZ & SENDOYA 2004, Ward 2010, BACCARO et al, 2015).

A família Formicidae está dividida em 22 subfamílias, sendo que 17 delas possuem ocorrência na região Neotropical: Aenictinae, Agroecomyrmecinae, Amblyoponinae, Cerapachyinae, Dolichoderinae, Dorylinae, Ectoninae, Ectatomminae, Formicinae, Heteroponerinae, Leptanilloidinae, Martialinae, Myrmicinae, Paraponerinae, Ponerinae, Proceratiinae e Pseudomyrmecinae (BOLTON 2003, Ward 2010).

Esses organismos apresentam um modelo anatômico básico que permite sua identificação. Apresentam pecíolo nodoso, antena geniculada e glândula metapleural. Segundo HÖLLDOBLER & WILSON (1990), a presença dessa glândula é uma característica diagnóstica que diferencia as formigas dos demais himenópteros, apesar de sua ausência em algumas tribos (Camponotini, Oecophilini).

As formigas apresentam distribuição cosmopolita, sendo possível encontrá-las em todos os ambientes terrestre do planeta (HÖLLDOBLER & WILSON 1990). Estão entre os animais mais abundantes encontrados nos ambientes terrestres, apresentando abundância superior a de qualquer outro grupo animal, e representam aproximadamente 1,5% da fauna global de insetos (WILSON 2000) e mais de 15% da biomassa total de animais de florestas tropicais, savanas e campos (FITTKAU & KLINGE, 1973). São vistos como animais de grande riqueza e abundância em áreas de florestas tropicais, sobretudo no solo e na vegetação, respondendo por mais de 60% da fauna de artrópodes (HÖLLDOBLER & WILSON 1990).

Os vestígios fósseis das formigas remontam ao Médio Cretáceo, sendo encontradas com frequência nos depósitos de âmbar do Oligoceno e Mioceno (SILVA, 2014). A grande expansão desse grupo possibilitou o domínio dos mais diversos ambientes terrestres (BACCARO et al., 2015).

Algumas teorias tentam justificar a tamanha diversidade e abundância alcançada por esse grupo animal.

Segundo HÖLLDOBLER & WILSON (1990) esse sucesso evolutivo é decorrente do fato de serem os primeiros grupos sociais predador a viver e forragear no solo e serapilheira,

onde desenvolveram uma gama de comportamentos, diferentes hábitos alimentares e uma capacidade de se adaptar às adversidades extremas impostas pelo meio.

As formigas são animais verdadeiramente sociais, apresentando divisão de trabalho, onde indivíduos estéreis ou quase estéreis trabalham em prol de indivíduos férteis da mesma colônia; apresentam cuidado com a prole, onde os indivíduos mais velhos trabalham em conjunto para cuidar dos juvenis; além de sobreposição de gerações (HÖLLDOBLER & WILSON 1990). Apresentam polietismo etário, onde operárias mais jovens são responsáveis pela criação de imaturos, e pela manutenção do ninho, enquanto às operárias mais velhas cabe a busca de alimentos (forrageamento) e a defesa da colônia. Em algumas espécies de formigas houve a evolução de um grau mais elaborado de divisão de trabalho, em que operárias diferem em suas morfologias e desempenham papéis mais específicos. Esse tipo de divisão do trabalho é denominado polietismo físico (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

As formigas apresentam hábitos alimentares variados. A maioria das espécies é carnívora, mas há espécies que se alimentam de outras fontes como: animais em decomposição, de frutos, de excreções e secreções animais e vegetais, de pólen, néctar e também de fungos (CARROL & JANZEN, 1973).

As formigas exercem papéis biológicos e ecológicos fundamentais nos ecossistemas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Desenvolvem importante papel no processo de aeração do solo, influenciando diretamente no processo de formação do solo e suas dinâmicas (infiltração da água, aeração e penetração da raiz) superando a atividade das minhocas no processo de remoção e enriquecimento de solo (FERNÁNDEZ & SHARKEY, 2003). Desenvolvem interações com plantas que variam da predação ao mutualismo (ARAÚJO, 2004). Algumas espécies, principalmente da tribo Attini, consomem de 4 a 17% da produção de folhas de uma floresta como a Amazônia. Estas criam clareiras de sub-bosque para a construção dos ninhos, aumentando a quantidade de luz que chega ao chão da floresta e modificando a composição de espécies e a estrutura das comunidades vegetais (FARJIBRENER & ILLES, 2000). As formigas também atuam como dispersores secundários de sementes (LEAL, 2003), modificando a distribuição inicial de sementes efetuada pelos dispersores primários e influenciando a distribuição espacial das populações de plantas (ROBERTS & HEITHAUS, 1986).

Atualmente as formigas vêm sendo consideradas importantes agentes bioindicadores, isso porque são animais sensíveis às mudanças ambientais, possuem abundância local relativamente alta, bem como uma riqueza de espécies local e global alta, muitos táxons

especializados, e adicionalmente por serem facilmente amostradas e identificadas em morfoespécies (MAJER, 1983; ALONSO & AGOSTI, 2000).

SILVA & BRANDÃO (1999) citam algumas das situações em que as formigas podem ser utilizadas como bioindicadores, situações que incluem avaliação das condições ambientais de áreas degradadas, monitoramento de regeneração de áreas florestais e savanas pós-fogo, e também nos diferentes padrões de uso do solo. No Brasil, a mirmecofauna foi utilizada como bioindicadora em estudos de reabilitação de minas de bauxita (MAJER 1992,)

Outros trabalhos que mostram a importância desse grupo merecem ser citados como a presença de moléculas bioativas expelidas pelas inúmeras glândulas que possuem (ORIVEL et al., 2001), além de sua grande relevância na entomologia forense (CATTS & GOFF, 1992).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a composição, a riqueza e diversidade de formigas hipogeicas em um fragmento de mata dos cocais do município de Bacabal, Maranhão.

3.2 Objetivos específicos

- 3.2.1. Listar as espécies de formigas hipogeicas presentes na área em estudo.
- 3.2.2. Comparar a riqueza e a diversidade de formigas em diferentes estratos florestais (serapilheira e hipogeico)
- 3.2.3. Avaliar os padrões ecológicos de riqueza, abundância e diversidade na área amostrada.
- 3.2.4. Elevar o conhecimento a cerca da mirmecofauna para o Estado do Maranhão.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

As coletas foram realizadas em Bacabal, município do interior do estado do Maranhão (44° 46' 48'' W e 04° 13' 30'' S), em um fragmento de Mata dos Cocais localizado no Campus III da UFMA- Bacabal (Figura 1; Figura 2).



Figura 1: Localização do Município de Bacabal, Estado do Maranhão, Brasil. Adaptado de Araya (2015).

As florestas de babaçu ou mata dos cocais (*Attalea speciosa* Mart.- *Arecaceae*) é uma paisagem característica do estado do Maranhão e encontrando-se na área de transição de biomas como o Cerrado e Floresta Amazônica (RIOS, 2001). Além da palmeira de babaçu são encontradas outras espécies da flora local como a palmeira juçara (*Euterpe oleracea* Mart.), bacaba (*Oenocarpus spp*) andiroba (*Carapa spp.*), jatobá (*Hymenaea spp*), embaúba (*Cecropia spp*) nessas áreas (RIOS , 2001)

No Maranhão, as matas dos cocais ocupam uma área aproximada de 10 milhões de hectares, com densidades de babaçu que variam desde 20 % até mais de 80 % da cobertura florestal (MUNIZ, 2006) (Figura 2). Essa palmeira nativa tem grande importância econômica e social, pois envolve a extração do coco e a comercialização de seus produtos a um grande contingente de famílias (MUNIZ, 2006).



Figura 2: Fragmento de Mata dos Cocais, localizado no Campus da UFMA, Bacabal, Maranhão.

Segundo SAMPAIO (1993), a mata dos cocais não tem existência real como bioma, pois se configura como um produto artificial derivado de atividade antrópica. Nessa mesma linha, VIVEIROS (1943), aponta que a Mata dos Cocais pode ser considerada uma vegetação secundária, proveniente da devastação de floresta amazônica para implementação de atividades agrícolas. Alguns autores afirmam que a Mata dos cocais é uma formação de transição entre a floresta Amazônica, mata Atlântica, Caatinga e Cerrados (MUNIZ 2006; ALMEIDA & SANTOS, 2014; RIOS 2001).

O estado do Maranhão abriga as maiores extensões desse tipo de vegetação. A Mata dos Cocais apresenta a maior concentração de plantas oleaginosas do mundo, conseqüentemente tornou-se a maior área extrativista vegetal do país (LIMA et al, 2006) (Figura 3)

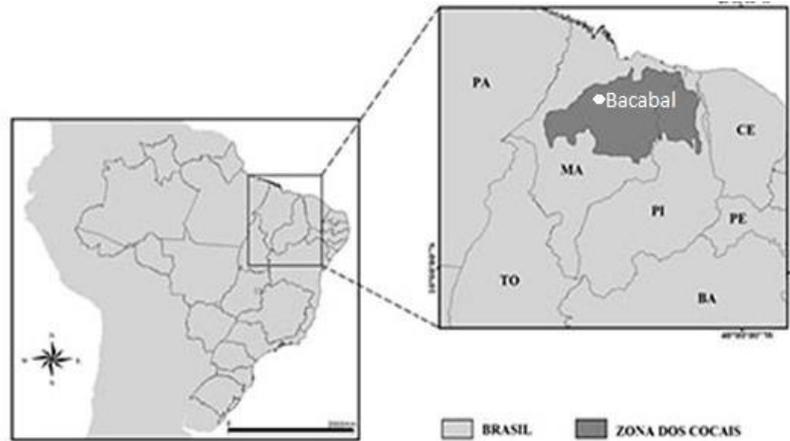


Figura 3: Mapa do Brasil destacando a área de abrangência da Mata dos Cocais nos estados do Maranhão e Piauí. Em destaque a localização do município de Bacabal, Maranhão. Fonte: Santos-Filho, 2013.

4.2. Coleta de material biológico

A coleta foi realizada no mês de maio de 2017 (período chuvoso). Na área amostrada foram instalados seis transectos de 100 m cada, distando entre si por 10 m. Em cada transecto foram instaladas cinco armadilhas do tipo *pitfall* subterrâneo com isca atrativa de sardinha. Totalizando 30 armadilhas para a área amostral (Figura 4).

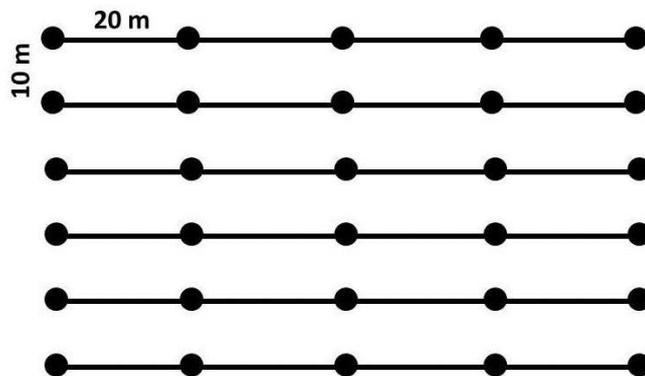


Figura 4: Delineamento experimental com a disposição das armadilhas utilizadas na coleta.

As armadilhas do tipo *pitfall*, com atrativo de iscas de sardinha consistem em recipientes de plásticos de 250 ml com tampa, onde foram feitos furos de aproximadamente um centímetro de diâmetro. No interior de cada armadilha foram instalados copos de plásticos descartáveis de 20mL contendo atrativo de sardinha (Figura 5). No entorno dos copos plásticos foram adicionados aproximadamente 50 mL de água e três gotas de detergente para

a quebra da tensão superficial do meio, evitando dessa forma a fuga das formigas das armadilhas.

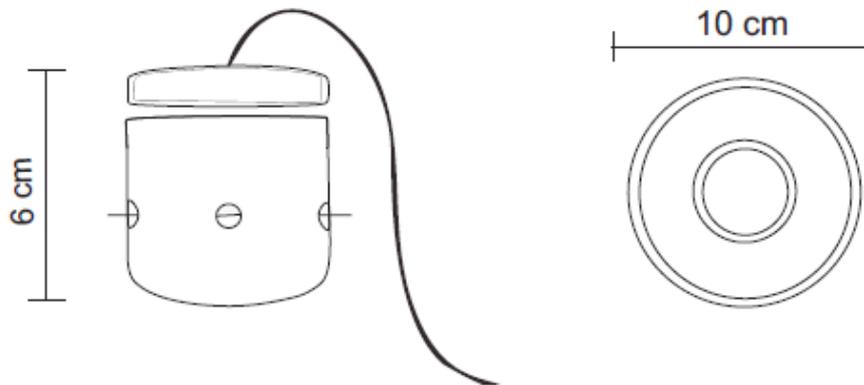


Figura 5: Design das armadilhas tipo *pitfall* subterrâneo utilizadas nas coletas

As armadilhas foram instaladas no subsolo a uma profundidade de 20 cm da superfície do solo. Uma fita de 70 cm de comprimento foi anexada à tampa de cada uma das armadilhas para identificar sua localização e facilitar a remoção. As armadilhas permaneceram em campo por 48 h. (Figura 6)



Figura 6: Instalação das armadilhas tipo *pitfall* subterrâneo no campo.

Após a coleta os materiais biológicos foram devidamente etiquetados, -contendo o número do transecto e da amostra-, postos em baldes de plásticos e levados até o laboratório de Zoologia da Universidade Federal do Maranhão, Campus Bacabal, onde foram acondicionadas em solução alcoólica 70% (w/v), triados, contados, montados em via seca e identificados ao menor nível taxonômico possível.

4.3. Identificação das formigas

A identificação dos espécimes foi realizada com o auxílio das chaves dicotômicas de Bolton (1994; 1995) e Fernandez & Sendoya (2004). A confirmação das espécies foi feita com a colaboração da Dr^a Luiza Carla Barbosa Martins (Universidade Estadual do Maranhão – UEMA- Caxias) e do Dr. Jacques Hubert Charles Delabie (Centro de Pesquisas do Cacau – CEPLAC e Universidade Estadual de Santa Cruz- UESC- Ilhéus-Ba)

4.4. Análise de dados

Os dados foram tabulados utilizando o programa Microsoft Excel 2010. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (Versão 3.2.3). Para as análises de riqueza e abundância de espécies foram utilizadas uma análise de modelagem linear mista.

Para avaliar a composição de espécies foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard, utilizando o pacote Vegan. A análise da diversidade Beta foi realizada por meio do pacote betapart, como recomendado por Beselga et al., 2012.

Para os cálculos de índice de diversidade de Shannon (H') e a elaboração da curva do coletor também foi utilizado o software R (Versão 3.2.3).

5. RESULTADOS

Foram coletados, um total de 19.364 indivíduos distribuídos em três subfamílias, sete gêneros e nove espécies (Tabela 1). As espécies de maior abundância foram *Solenopsis saevissima* (Smith, 1855) (9403 espécimes), *Pheidole subarmata* (Mayr, 1884) (3389 espécimes) e *Neivamyrmex* sp prox *moseri* (3944 espécimes). A subfamília com maior representação de espécies foi Myrmecinae com cinco espécies (56% do total), seguido de Dorylinae e Ectatomminae ambas com duas espécies (Figura 7). Em relação aos gêneros os mais amostrados foram *Pheidole* e *Solenopsis*, onde ambos apresentaram duas espécies (Tabela 1).

Tabela 1: Lista das espécies coletadas com armadilha subterrânea do tipo *pitfall* com atrativo de sardinha, em uma área de Mata dos Cocais do município de Bacabal-Ma.

Subfamília/ Espécies de formigas	Nº de amostras presentes	Nº de indivíduos
Myrmecinae		
<i>Crematogaster abstinens</i> Forel, 1899	01	08
<i>Pheidole subarmata</i> Mayr, 1884	15	3.389
<i>Pheidole</i> sp 2 grupo <i>tristis</i>	02	250
<i>Solenopsis globularia</i> (Smith, 1858)	04	276
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith, 1855)	15	9.403
Dorylinae		
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	09	2.089
<i>Neivamyrmex</i> sp prox <i>moseri</i>	07	3.944
Ectatomminae		
<i>Ectatomma brunneum</i> Smith, 1858	01	01
<i>Gnamptogenys moelleri</i> (Forel, 1912)	01	04
Total		19.364

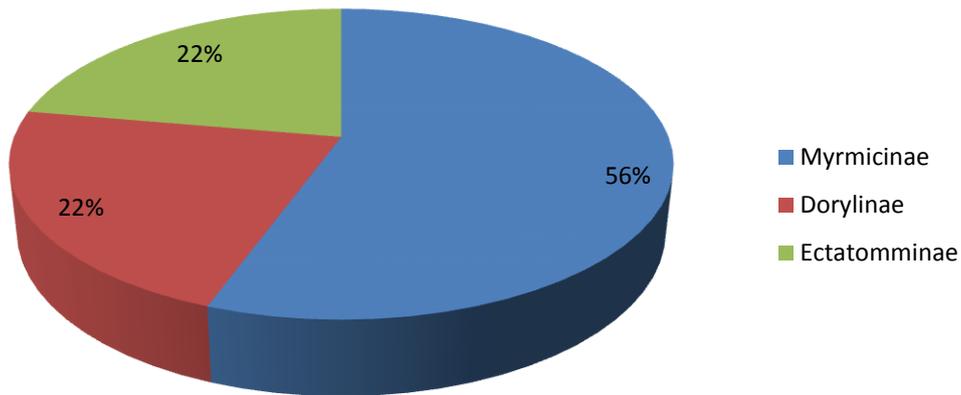


Figura 7: Distribuição por subfamília das espécies coletadas com armadilhas subterrâneas do tipo *pitfall* com atrativo de sardinha em uma área de Mata dos Cocais do município de Bacabal-MA

Também comparamos a riqueza e a diversidade de formigas hipogêicas, com a de serapilheira. Para isso utilizamos os dados de MONTEIRO NETA et al. (2016) que avaliaram a biodiversidade de formigas de serapilheira no mesmo local e estação do ano de nossa amostragem.

No que tange à riqueza de espécies, as duas comunidades apresentaram diferenças significativas ($F=0,211$; $P < 0,001$). O número de espécies coletadas na serapilheira foi bem superior quando comparada a fauna de subsolo, enquanto na serapilheira foram coletadas 19 espécies, apenas nove foram encontradas no estrato hipogêico (Figura 8). A curva de acumulação de espécies para ambos os estratos está demonstrada na Figura 9. Em ambas as coletas a assíntota não foi atingida, ficando próxima da estabilização nas coletas de serapilheira, enquanto a de solo não atingiu a maioria das espécies.

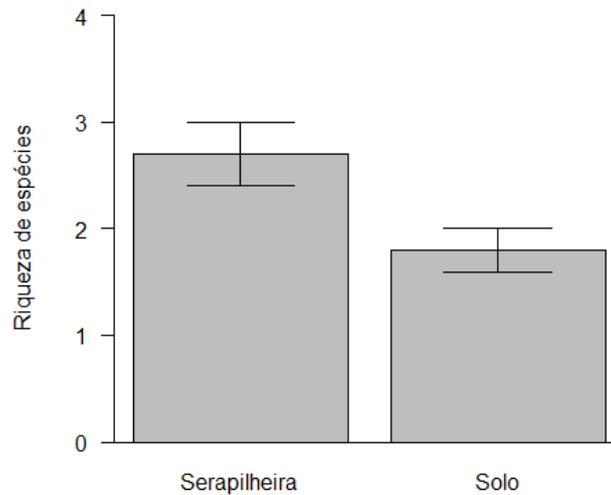


Figura 8: Análise comparativa da riqueza da fauna de formigas de serapilheira e solo

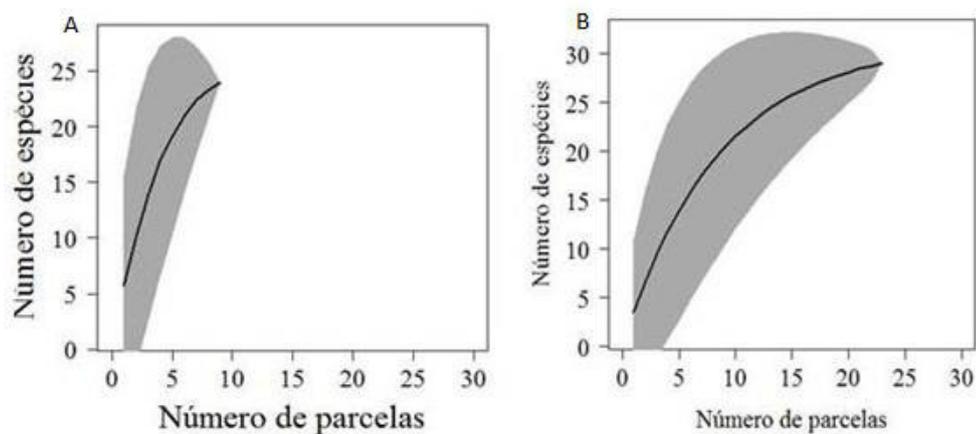


Figura 9: Curva de acumulação espécies em função do número de amostras. A: Coleta com *pitfall* subterrâneo (formigas hipogeicas) B. Coleta com *pitfall* de solo (Formigas epigeicas)

Ao avaliar a composição de espécie entre os dois estratos, estes diferiram estatisticamente ($P < 0.001$). Fazendo uso da partição de diversidade beta constatou-se que os dois estratos apresentam 81% de dissimilaridade ($\text{beta.JAC} = 0.81$) na composição das espécies e que o “turnover” ($\text{beta.JTU} = 0.61$) tem ação majoritária nesse resultando, respondendo por 61% dessa diferença.

O índice de diversidade de Shannon (H') para a comunidade de formigas de serapilheira foi de 1.99, enquanto que o de solo apresentou 1.29.

6. DISCUSSÃO

A maior representatividade da subfamília Myrmicinae é comum em trabalhos de levantamento de espécies. SCHMIDT & SOLAR (2010), usando armadilhas subterrâneas com atrativos obtiveram um total de 20 das 29 espécies coletadas, pertencentes a essa subfamília, isso corresponde a 68,9% das espécies coletadas. FIGUEIREDO et al.,(2013), usando metodologia similar em seu trabalho, a subfamília Myrmicinae respondeu por 73% das espécies encontradas (30 do total de 42). Em SILVA & SILVESTRE (2004) essa subfamília apresentou 35 espécies de um total de 71. A dominância das espécies da subfamília Myrmicinae está de acordo com a literatura para os estudos de formigas, visto que está é a subfamilia mais diversas dentro dos formicídeos, em todos ambientes estudados até então (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

Em relação aos gêneros amostrados também houve semelhanças em estudos direcionados a essa fauna. WILKIE et al., (2010) usando sondas subterrâneas verificaram que os gêneros mais abundantes (número de indivíduos) eram *Pheidole*, *Labidus* e *Solenopsis* tal qual o nosso. *Solenopsis saevissima* foi a espécie com maior frequência em nossas amostras, fato também registrado em NASCIMENTO (2011). Representantes desses gêneros são tidos como capazes de invadir e de se adaptarem a ambientes antropizados (DELABIE et al., 2009) . Nossa área de estudo reflete bem esses ambientes.

Neste trabalho está presente a espécie *Neivamyrmex* sp prox *moseri* , espécies desse gênero são consideradas raras por não serem encontradas com frequência, isso por apresentarem hábitos predominantemente subterrâneo (BACCARO et al 2015). Apesar de amplamente distribuído pelos biomas brasileiros, este é o primeiro registro do gênero para o estado do Maranhão (BACCARO et al 2015). NASCIMENTO (2011) atribui a baixa ocorrência do gênero *Neivamyrmex* no cerrado à deficiência nas metodologias de coletas convencionais, possivelmente o mesmo ocorre com registro desse gênero para o Maranhão. A ocorrência de espécies raras também foi registrada em outras investigações de faunas subterrâneas (MARTINS, 2017). Porém, SCHMIDT & SOLAR (2010), FIGUEIREDO et al. (2013) destacam que o termo rara deve ser usado com cautela, pois está relacionada a ineficiência das amostras convencionais registrarem essas espécies, já que estudos sistemáticos de faunas subterrâneas tem registrado muitas espécies raras (SCHMIDT & SOLAR, 2010). *Simopelta minima*, espécie dada como extinta, foi coletada por SCHMIDT & SOLAR (2010). *Acanthostichus quadratus*, espécie pouco coletada foi amplamente representada em coletas subterrâneas na Mata Atlântica (FIGUEIREDO et al., 2013). Esses

fatos mostram a importância de estudos focados na fauna subterrânea de formigas, o papel do estrato hipogeico na estrutura e dinâmica das comunidades de formigas e o conhecimento da história natural dessa fauna (SCHMIDT & SOLAR, 2010).

A baixa proporção de espécies consideradas hipogeicas especialistas em nosso trabalho (*Labidus coecus* e *Neivamyrmex sp prox moseri*) aparentemente não diferi de outros estudos similares. Das 42 espécies encontradas por FIGUEIREDO et al., (2013) apenas três eram consideradas espécies criptobióticas. Em PACHECO & VASCONCELOS (2012) das 75 espécies registradas 15 (20%) foram criptobióticas. Em Darwin, norte da Austrália, ANDERSEN & BRAULT (2010) das 29 espécies subterrâneas coletadas 16 apresentaram essa característica.

Em nosso trabalho não testamos diferentes profundidades do solo como em outros levantamentos de assembleias de formigas subterrâneas (WILKIE et al., 2007, 2010; PACHECO & VASCONCELOS, 2012; ANDERSEN & BRAULT, 2010), mas nossa escolha de 20 cm de profundidade parece um bom ajuste para a coleta dessa fauna, pois as taxas de diversidade das espécies parece tender a diminuir com o aumento da profundidade (WILKIE et al., 2007, 2010; PACHECO & VASCONCELOS, 2012; ANDERSEN & BRAULT, 2010). Das 47 espécies registradas por WILKIE et al. (2007), 42 foram encontradas na profundidade de até 12,5 cm e todas as hipogeicas especialistas até 25 cm. MARTINS (2017) em amostragem de formigas subterrâneas em diferentes profundidades obteve uma maior amostragem no estrato entre 10 e 20 cm de profundidade. PACHECO & VASCONCELOS (2012) afirmam que em seu trabalho o número médio de espécies coletadas não foi significativamente afetado pela profundidade do solo.

Diferentemente de estudos que usaram mais de uma isca como atrativo (ANDERSEN & BRAULT, 2010; WILKIE et al., 2007; FIGUEIREDO et al., 2013; SCHMIDT & SOLAR, 2010) usamos apenas sardinha (proteína). Entretanto, Nascimento (2011) ressalta que o uso de apenas proteína parece ser eficiente em coletas subterrâneas, já que a maioria das espécies hipogeicas é predadora. PICELLI (2011) investigando a fauna hipogeica em cultivo de videiras, no estado de São Paulo, não encontrou dissimilaridade na riqueza de espécies de formigas que visitaram sardinha ou mel.

Ao avaliar a riqueza encontrada neste trabalho, ela aparentemente não difere das encontradas em outros trabalhos que também avaliaram a mirmecofauna hipogeica (Tabela 3). NASCIMENTO (2011) encontrou 13 espécies, para um número esperado de 21 espécies. ANDERSEN & BRAULT (2010) encontraram 29 espécies em 720 amostras. SCHMIDT & SOLAR (2010) afirmam que esse registro pequeno de espécies é o padrão esperado para

coletas subterrâneas. E o que pode fugir desse padrão e ocorrer um registro maior de espécies é quando área de estudo apresenta uma vegetação com estrutura complexa, como a Floresta Amazônica e as Florestas Equatoriais. O que não é o caso da nossa área de estudo.

Tabela 2: Trabalhos com formigas hipogeicas em diferentes formações vegetais e técnicas de coletas.

Tipo de formação vegetal	Método de coleta	Nº de amostras	Nº de espécies	Referência
Mata dos Cocais	<i>Pitfall</i> (sardinha)	30	9	Neste trabalho
Mata Atlântica	<i>Pitfall</i> (sardinha, mel e salsicha)	20	42	Figueiredo et al., 2013
Floresta Amazônica	Sonda (proteínas e carboidrato)	50	47	Wilkie et al., 2007
Savana	<i>Pitfall</i> (sardinha e óleo vegetal)	737	75	Pacheco e Vasconcelos, 2012
Plantação de eucalipto	<i>Pitfall</i> (mel, manteiga de amendoim e pasta de peixe)	720	29	Andersen e Brault, 2010
Floresta de araucária	Monólito submetido a extrator de Winkler	90	71	Silva e Silvestre, 2004
Floresta tropical semidecidual	<i>Pitfall</i> (sardinha e mel)	80	29	Schmidt e Solar, 2010

A maior parte das espécies encontradas neste trabalho é tida como epigeicas (Tabela 1). ANDERSEN & BRAULT (2010), também relataram em seu trabalho que 13 das 29 espécies encontradas em Darwin no norte da Austrália eram epigeicas e que tinham sido exaustivamente representadas em outras amostragens na região. BESTELMETYER et al (2000), aponta isso como fato comum para as coletas de solo, já que os métodos comumente empregados para coleta de formigas de solo acabam por privilegiar espécies epigeicas e, em geral, de hábitos generalistas, dominantes e com alta taxa de recrutamento.

Para comparar a fauna de solo e serapilheira utilizamos os dados de MONTEIRONETA *et al.* (2016) que realizaram coletas de serapilheira para a mesma área. A riqueza de solo e serapilheira apresentou uma diferença significativa. WILKIE et al., (2010) também encontrou maior riqueza de espécies em serapilheira que em armadilhas subterrâneas (96 em serapilheira e 48 em armadilhas subterrâneas); PACHECO & VASCONCELOS (2012) encontraram 75 em armadilhas subterrâneas e 220 serapilheira. Acredita-se que isso se deva ao fato de a serapilheira apresentar mais recursos alimentares, como pequenos

invertebrados, um conjunto maior de micro habitats e de sítios para nidificação (SILVA & SILVESTRE, 2004).

A análise de ordenação (NMDS) mostrou uma diferença significativa na composição das formigas de solo e serapilheira. PACHECO & VASCONCELOS (2012) ao analisar a composição de espécies nas armadilhas subterrâneas e acima do solo também encontraram diferenças significativas. SILVA & SILVESTRE (2004) em análise do mesmo quesito também encontraram uma nítida separação das formigas fauna do solo e serapilheira. SILVA & SILVESTRE (2004) acreditam que as comunidades de formigas subterrâneas apresentam maiores diferenças em composição da fauna, devido a uma distribuição mais agregada, em que algumas espécies mostraram-se relativamente abundantes em alguns sítios.

Já em relação à similaridade os dois estratos apresentou 81% de dissimilaridade. SILVA & SILVESTRE (2004) comparando a fauna subterrânea e serapilheira para um mesmo local encontraram baixa similaridade entre a fauna de serapilheira e hipogeica. Em nosso trabalho o “turnover” é o responsável por 61% dessa diferença.

Outro parâmetro comparativo entre as duas comunidades foi o índice de diversidade de Shannon. Esses índices tiveram valores aproximados, enquanto a serapilheira apresentou 1.99, a de solo foi 1.29. O que denota uma baixa complexidade nos dois estratos, caracterizado possivelmente pela grande influência antrópica sofrida pela área de coleta. A área de Mata dos Cocais pertencente ao campus III da UFMA é circundada por áreas de plantações agrícolas, além de sofrer com eventos sucessivos de queimadas ao longo dos anos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso levantamento permitiu avaliar a riqueza, composição e diversidade de formigas hipogeicas em um trecho de Mata dos Cocais no município de Bacabal, Maranhão, além de comparar esses dados com os das coletas da fauna de formigas de serapilheira para o mesmo local.

Nossos dados não indicaram uma riqueza elevada de espécies para o estrato subterrâneo, o que é condizente com a maioria dos trabalhos com foco nessa fauna. Além do mais, a riqueza é diretamente proporcional à complexidade vegetal e nossa área de estudo é constantemente perturbada por queimadas e plantações agrícolas, o que parece estar influenciando da diversidade local.

A maioria das espécies encontradas não é exclusiva do estrato hipogeico, sendo comum sua ocorrência em outros estratos.

A riqueza de espécies mostrou-se mais elevada na comunidade de serapilheira, o que já era esperado, já que este estrato apresenta um maior número de recursos alimentares, micro habitats e sítios para nidificação.

O registro de espécies raras e pouco amostradas devido ao seu hábito subterrâneo (*Neivamyrmex sp prox moseri* em nosso trabalho) evidencia a importância de metodologias específicas para coletas no estrato hipogeico apontando esse estrato realmente como a “fronteira final” para compreensão geral do comportamento e ecologia das formigas.

A ocorrência do primeiro registro do gênero para o Maranhão (*Neivamyrmex sp prox moseri*) denota a grande deficiência de inventários de formigas para o estado, sobretudo na área de Mata dos Cocais.

Reiteramos a importância de novos inventários de formigas em nosso estado, sobretudo em Mata dos Cocais. Essa vegetação é muito conhecida no Maranhão, mas pouco se sabe sobre a comunidade de formigas que o habita. Além disso, esse conhecimento se torna necessário na medida em que muitas dessas espécies podem ser comprometidas e deixadas de serem conhecidas pela ciência haja vista a grande expansão da pecuária, plantios agrícolas e queimadas constantes que descaracterizam esse ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C.S.C & SANTOS, A. P. S. A. **Indução da resposta antitumoral com células tomorais pré- tratadas com mesocarpo de Babaçu.** Cad. Pes., São Luís, v. 21, n. especial, jul. 2014.
- AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.; SHULTZ, T.EDS **Ants: Standard methods for measuring and Monitoring Biodiversity.** Smithsonian Institution press, Washington D.C., USA, 208p., 2000.
- ANDERSEN, A.N. & BRAULT, A. 2010. **Exploring a new biodiversity frontier: subterranean ants in northern Australia.** Biod. Cons. 19:2741-2750. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-010-9874-1>
- ANDRADE-SILVA, J., PEREIRA, E.K.C., SILVA, O., DELABIE, J.H.C., REBELO, J.M.M. 2015. **Ants (Hymenoptera: Formicidae) Associated with Pig Carcasses in an Urban Area.** *Sociobiology*, 62: 527-532
- ANTWEB [Internet]. 2016. Available from: www.antweb.org; Acessado em 13 de maio de 2017.
- ARAÚJO, M.V.Jr. **Efeito da fragmentação florestal nas taxas de herbivoria da formiga cortadeira *Atta laevigata*.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004
- ARAYA, M. **Agência dos Correios é inaugurada em Campestre. Imirante . Maranhão .15jun 2015.** Disponível em: <http://imirante.com/campestre-do-maranhao/noticias/2015/07/15/agencia-dos-correios-e-inaugurada-em-campestre.shtml>. Acesso em 30/10/2017
- BACCARO, FABRICIO B. et al. **Guia para os gêneros de formigas para o Brasil.** Manaus: ed.INPA, 2015, 388 pg.
- BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L. E.; et al.. **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 (Ed.). **Ants- Standard methods for measuring and monitoring biodiversity.** Washington and London: Smithsonian Institution Press. 2000, p. 122-144.
- BOLTON, B. 2003. **Synopsis and classification of Formidae.** *Memoirs of the American Entomologic Institute* 71: 1-370
- BOLTON, B. 1994. **Identification guide to the ant genera of the world.** Massachussets, Harvard University Press, 222 p.
- BOLTON, B. 1995. **New General Catalogue of the Ants the World.** Cambridge: Harvard University Press, 1995,504p.
- BRANDÃO, C.R.F. 1991. **Adendos ao catálogo abreviado das formigas da região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae).** *Revista Brasileira de Entomologia* 35: 319-412
- CARROL, C.R., JANZEN, D.H. 1973. **Ecology of foraging by ants.** *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4:231-257
- CATTS, E. P. e GOFF, M. L. **Forensic entomology in criminal investigations.** *Annual Reviews of Entomology* 37:253-72. 1992

- DÁTTILO, W.; VICENTE, R.E.; NUNES, R.V.; CARVALHO, M.S.G. 2010. **Primeiro registro da quenquém cisco-da-Amazônia *Acromyrmex hystrix* Latreille (Formicidae: Myrmicinae) para o estado do Maranhão.** *Brasil.EntomoBrasilis*, 3: 92-93.
- DELABIE, J.H.C.; CÉRÉGHINO, R.; GROU, S.; DEJEAN, A.; GIBERNAUM, M.; CORBARA, B. **Ants as biological indicators of Wayana Amerindian land use in French Guiana.** *Comptes Rendus Biologies*, v.332, p.673-684, 2009
- FARJI-BRENER, A.G. & ILLES, A.E. **Do leaf-cutting ant nests make “bottom-up” gaps in neotropical rain forest? A critical review of the evidence.** *Ecology Letters* 3: 219227, 2000.
- FERNÁNDEZ, F. e SHARKEY, M. J. **Introducción a los Hymenoptera de la región Neotropical.** Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 893 pp. 2003
- FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical.** Bogotá: Instituto Humboldt, 2003
- FERNÁNDEZ, F. & S. S. 2004. **Synonymic list of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae).** *Biota Colombiana* 5: 3-105
- FIGUEIREDO, C. J.; SILVA, R. R.; MUNHAE, C. B.; MORINI, M. S. C. **Fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) atraídas a armadilhas subterrâneas em áreas de Mata Atlântica.** *Biota Neotropica*, v.13, n.1, p176-182, 2013. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v13n1/pt/abstract?article+bn01413012013>>. Acesso em: 01 set 2017.
- FITTKAU, E.J. & H. Klinge. **On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem.** *Biotropica* 5: 2-14, 1973
- GUTIÉRREZ, J. A. M., **Táxons Supraespecíficos (Subfamília E Gênero) Como Alternativa Para A Estimativa Da Riqueza De Espécies De Formigas (Hymenoptera- Formicidae) Em Diferentes Estados Sucessionais Da Floresta E Sistemas Agroflorestais, Na Amazônia Oriental, Brasil.** 2016. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, 2016
- HÖLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The Ants.** Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 732p. 1990
- JOUQUET, P. et al. 2011. **Influence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by térmites.** *European Journal of Soil Biology*. 47, pp. 215-222
- KEMPF, W.W. 1972. **Catálogo Abreviado das Formigas da Região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae).** *Studia Entomologica*, 15: 3-344.
- LEAL, I.R. **Dispersão de sementes por formigas na caatinga, p.435-460.** In I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M. Silva (eds.), *Ecologia e conservação da caatinga.* Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 802p, 2003.
- LIMA, W.R.S.; MARQUES, S. G.; RODRIGUES, F.S.; REBÊLO, J.M.M. 2013. **Ants in a hospital environment and their potential as mechanical bacterial vectors.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 46: 637-640.
- LIMA, A. MORAES. Et al. 2006. **Utilização de fibras (epicarpo) de babaçu como material-prima alternativa na produção de chapas de madeira aglomerada.**
- MAJER, J. D. **Ants – Bio – indicators of minesite rehabilitation, land – use, and land conservation.** *Environmental Management*, v. 7, (4), p. 375-383, 1983.

- MAJER, J.D. **Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brasil.** J. Appl. Ecol. 8: 97-108, 1992.
- MARTINS. M. F. O. **Assembleias De Formigas Subterrâneas (Hymenoptera: Formicidae) De Três Regiões Do Sul Do Brasil: Diferentes Sistemas De Uso Do Solo E Avaliação Da Técnica Tsbf Para Amostragem.** 2017. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)- Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2017
- MONTEIRO NETA et al. J.L. **Biodiversidade de formigas (Hymenoptera:Formicidae) de Serapilheira em um fragmento de Mata dos Cocais do município de Bacabal- Ma,** 2016
- MUNIZ, F. H. **Vegetação da Região de Transição entre Amazônia e o Nordeste: Densidade e Estrutura.** In: Moura, E. G. **Agroambientes de Transição entre o Trópico Úmido e o SemiÁrido do Brasil.** São Luis: UEMA, 2006. p 53-69.
- NASCIMENTO,R.P. **Estrutura de comunidades de formigas no Cerrado: Diversidade, composição e atividade predatória em monoculturas e ecossistemas Naturais,** 2011.
- NEVES, F. S. et al. 2013. **Ants of three adjacent habitats of a transition region between the cerrado and caatinga biomes: the effects of heterogeneity and variation in canopy cover.** Neotropical Entomology. 42, pp. 258-68.
- ORIVEL, J. et al. **Ponericsins, New Antibacterial and Insecticidal Peptides from the venom of the Ant *Pachycondyla goeldii*.** The Journal of Biological Chemistry 276 (21): 17823– 17829. 2001
- PACHECO, R. & VASCONCELOS, H.L. 2012. **Subterranean pitfall traps: is it worth including them in your ant sampling protocol?** Psyche. [http:// dx.doi.org/10.1155/2012/870794](http://dx.doi.org/10.1155/2012/870794)
- PICELLI, A. M., **Comunidade De Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Em Cultivo De Videiras No Município De São Roque – São Paulo.** São Paulo, 2011
- RABELING, C., BROWN, J.M. & VERHAAGH, M. 2008. **Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution.** Proc. Natl. Acad. Sci. 30:14913-14917. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0806187105>
- RAMOS, A.E.S.; DE LEMOS, R.N.S.; DO VALE, A.M.S.; BATISTA, M.C.; MOREIRA, A. A.; HARADA, A.Y.; MESQUITA, M.A.L. 2015. **Ant diversity in agro ecosystems and secondary forest.** African Journal of Agricultural Research, 10: 4449-4454.
- RIOS, L. **Estudos de Geografia do Maranhão.** São Luís: Gráphis Editora, 2001
- ROBERTS, J.T. & HEITHAUS, E.R. **Ants rearrange the vertebrate-generated seed shadow of a neotropical fig tree.** Ecology 67: 1046-1051, 1986
- RYDER WILKIE, K.T., MERTL, A.L. & TRANIELLO, J.F. 2007: **Biodiversity below ground: probing the subterranean ant fauna of Amazonia.** – Naturwissenschaften 94: 725-731
- RYDER WILKIE, K.T.R., MERTL, A.L. & TRANIELLO, J.F. 2010: **Species diversity and distribution patterns of the ants of Amazonian Ecuador.** – Public Library of Science One 5: art. e13146
- SAMPAIO, A.J. **A zona dos cocais e a sua individualização na phytogeographia.** Anais... Acad. Bras. Ciências, v.5, n.2, p.61-65, 1993.
- SCHMIDT, F.A. & SOLAR, R.R.C. 2010: **Hypogaecic pitfall traps: methodological advances and remarks to improve the sampling of a hidden ant fauna.** – Insectes Sociaux 57: 261-266.

SILVA, E. F. **Associação Da Ocorrência De Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Com Atributos Do Solo E Da Vegetação Em Um Domínio Do Cerrado À Nordeste Do Estado Do Maranhão**, Brasil.2014.118 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp. Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo 2014.

SILVA, R. R.; BRANDÃO, C. R. F. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores de qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres**. Biotemas, v. 12, p. 55-73, 1999.

SILVA, R. R.; SILVESTRE, R. **Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina**. Papéis Avulsos de Zoologia. São Paulo. v. 44, n. 1, p.1-11, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0031-10492004000100001> Acesso em: 20 out 2017

SILVA, R.R. & SILVESTRE, R. 2004. **Riqueza da fauna de formigas subterrâneas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, Oeste de Santa Catarina, Brasil**. Pap. Avulsos Zool. 41:1-11.

SILVA, G.M.; CARMO, M.S.; MORAES, L.S.; MORAES, F.C.; BARNABÉ, A.S; FIGUEIREDO, P.M.S. 2012. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como vetores de bactérias em ambiente hospitalar na cidade de São Luis – Maranhão** *Revista Patologia Tropical*, 41: 348-355

VIVEIROS, F.F. **O babaçu nos estados do Maranhão e Piauí**. Bol. Minist. Agric. Rio de Janeiro, v.32, p. 1-43, 1943

WILSON, E. O. 2000. **Foreword**, p. xv-xvi. In: D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso & T. R. Schultz (eds.). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press, xix + 280 p.

WONG, M.K.L. & GUÉNARD, B. 2017:**Subterranean ants: summary and perspectives on field sampling methods, with notes on diversity and ecology (Hymenoptera: Formicidae)**-*Myrmecological News* 25:1-16