

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**Estrutura da comunidade de formigas poneromorfas
(Hymenoptera:Formicidae) em uma área da Floresta Amazônica.**

Luana Priscila de Carvalho Pereira

2012



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE FORMIGAS PONEROMORFAS
(HYMENOPTERA:FORMICIDAE) EM UMA ÁREA DA FLORESTA
AMAZÔNICA.**

LUANA PRISCILA DE CARVALHO PEREIRA

Sob a Orientação do Professor

Dr. Jarbas Marçal de Queiroz

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ

Junho de 2012

595.79609811

P436e

T

Pereira, Luana Priscila de Carvalho, 1984-
Estrutura da comunidade de formigas
poneromorfas (Hymenoptera:Formicidae) em
uma área da Floresta Amazônica / Luana
Priscila de Carvalho Pereira - 2012.

51 f.: il.

Orientador: Jarbas Marçal de Queiroz.

Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Ciências Ambientais e
Florestais.

Bibliografia: f. 40-51.

1. Formiga - Amazônia - Teses. 2.
Formiga - Amazônia - Identificação - Teses.
3. Formiga - Amazônia - Ecologia - Teses.
4. Biodiversidade - Amazônia - Teses. 5.
Florestas - Amazônia - Teses. I. Queiroz,
Jarbas Marçal de, 1968-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de
Pós-Graduação em Ciências Ambientais e
Florestais. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS

LUANA PRISCILA DE CARVALHO PEREIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 26/06/2012

Jarbas Marçal de Queiroz. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Iracenir Andrade dos Santos. Pesquisadora Dr^a. UNIFAL

Rogério Rosa da Silva. Pesquisador Dr. USP

**Aos meus pais, Victor e Terezinha,
minha irmã Paloma, minha vó
Delmina e a todos que enchem minha
vida de significado e partilham
comigo o desejo de construir um
mundo de paz e fraternidade, mesmo
que dentro de nossos corações.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, divina presença em meu coração. A todos os seres da luz, guias e amigos espirituais que sopram inspiração e fé em todos os momentos de minha vida.

À família, que é puro amor. Minha mais sincera gratidão a meu pai, mãe e irmã por serem minha fortaleza, meu cais, minha matriz. Por me ensinarem a cada dia as lições mais importantes da vida e por me ajudarem a escrever a minha história em páginas de paz, respeito, dignidade e fraternidade.

À minha vó, que ilumina a minha vida com tantas lembranças de carinho e amor incondicional. Muita gratidão por me ensinar a ser grande quando eu me achava muito pequena. “A saudade só chega ao coração de quem amou.”

Ao professor Dr. Jarbas Marçal, meu orientador e amigo, que por diversas vezes mostrou o caminho, incentivou-me e entendeu as minhas necessidades e aspirações pessoais. Obrigada pela paciência!

Ao professor Dr. Antônio Mayhé, pela disponibilidade, atenção e identificação da mirmecofauna.

Ao professor Dr. André Nunes Freitas. Muito obrigada pela confiança e pelas oportunidades de crescimento profissional que chegaram através de portas que ajudou a abrir.

À prima querida, Cristiane Carvalho. Muito grata por me ajudar a realizar meus sonhos. “Sempre fica perfume nas mãos que oferecem rosas.”

À Dona Maria, muito obrigada por seu exemplo, mostrando-se incansável mesmo quando teria muitos motivos para querer deixar a luta. Muito grata pelos cafés!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, na forma de seus funcionários e professores. Patrícia, obrigada por ser a melhor e mais compreensiva secretária do mundo!

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por me acalmar com seu lindo cenário depois de passar horas no trânsito! Obrigada por trazer novos conhecimentos e pessoas para minha vida.

À HabTec Engenharia Ambiental Ltda e Vale – Projeto Salobo pelo apoio logístico e financeiro para a realização dos trabalhos de campo.

A todos os professores que passaram em minha vida, desde o maternal a pós-graduação. Aos mestres, todo meu carinho e respeito por abraçarem a educação de nosso país.

Aos amigos André e Fábio, por desde o início estarem sempre dispostos a ajudar no que fosse preciso, desde idas a campo até me ensinar estatística. Eu não sei o que seria da minha dissertação sem vocês!

Aos amigos do Laboratório de Ecologia e Conservação no Instituto de Florestas e do Laboratório de Mirmecologia no Departamento de Biologia Animal. Renata, Leandro, Marcos, Pedro, Diego, Alex, Tiago, Aline e Luciano (*in memoriam*). Muito obrigada pela ajuda de sempre!

Aos amigos e professores do curso de ecologia de campo do Pantanal, turma de 2010. Jamais esquecerei as agruras e delícias desse um mês de convívio!

Aos queridos amigos Flávia, Lucas, Angelo, Ludmila e Evelyn. Obrigada pelas palavras e gestos de incentivo, pelo carinho, pelas risadas, alegrias e por estarem sempre perto, mesmo longe. O amor é o que nos une!

A todos os familiares e amigos que a vida me deu como presente. Estão todos por aí, espalhados por esse mundão, mas sempre que preciso é só buscá-los em meu coração.

RESUMO

PEREIRA, Luana Priscila de Carvalho. **Estrutura da comunidade de formigas poneromorfas (Hymenoptera:Formicidae) em uma área da Floresta Amazônica.** 2012. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

As florestas tropicais tem sido reconhecidas como o bioma do planeta que possui a maior riqueza de espécies, além de elevado endemismo. A floresta amazônica faz parte desse cenário e sua alta diversidade ainda não foi totalmente identificada, assim como os padrões que a regulam. Embora as pesquisas sobre a biodiversidade desse bioma tenham avançado nos últimos anos, determinados grupos ainda apresentam conhecimento restrito sobre sua distribuição geográfica e sazonal ou até mesmo são ignorados em estudos de monitoramento, conservação e manejo. Nesse sentido, o objetivo principal desse estudo foi conhecer a composição, riqueza e raridade das espécies de formigas poneromorfas utilizando diferentes técnicas de amostragem, assim como investigar o efeito da sazonalidade e de determinados fatores ambientais na comunidade. As formigas foram coletadas na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí em julho de 2009, janeiro e julho de 2010, e janeiro de 2011 em três áreas distintas (A1, A2 e A3). Nas áreas A1 e A2 foram determinados quatro pontos de amostragem no interior da mata onde foram feitos dois transectos de 100 metros e instalada a cada 10 metros uma armadilha tipo pitfall e iscas atrativas de sardinha sobre a vegetação subarborescente e no solo. O pitfall permaneceu ativo por 48 horas e as iscas durante uma hora. Na área A3 foi determinada apenas uma distância dentro da mata onde foram realizados os mesmos procedimentos de amostragem. Foram encontradas 46 espécies de formigas poneromorfas, pertencentes a oito gêneros. A técnica de amostragem que teve maior eficácia em relação a riqueza da mirmecofauna encontrada foi o pitfall, que registrou 44 espécies (95,7% do total) e incluiu todos os gêneros encontrados. Em seguida, a isca no solo apresentou riqueza de 19 espécies (41,3% do total) e a isca sobre a vegetação apresentou riqueza de seis espécies (13% do total). Todas as formigas encontradas pertencem a duas sub-famílias, sendo elas Ponerinae e Ectatomminae. As espécies *Gnamptogenys striatula* Mayr, 1883 e *Pachycondyla unidentata* (Mayr, 1862) foram encontradas apenas nas iscas sobre a vegetação, estando ausentes nas iscas no solo e no pitfall em toda amostragem. Os resultados para composição da fauna de formigas poneromorfas e sua distribuição sazonal indicam não haver uma clara estratificação na comunidade, sendo que as espécies de formigas que ocorreram na estação seca e na estação chuvosa não formam grupos distintos nas três áreas amostradas. Os testes estatísticos aplicados para avaliar a influência das variáveis ambientais medidas sobre a distribuição das espécies de formigas poneromorfas não revelaram padrões de associação. A identificação das espécies encontradas tem especial relevância pelo fato de contribuir para a consolidação do conhecimento da biodiversidade de formigas poneromorfas na Floresta Amazônica e permitir estudos comparativos com outras regiões de floresta tropical.

Palavras chave: insetos sociais, variação sazonal, biodiversidade.

ABSTRACT

PEREIRA, Luana Priscila de Carvalho. **Estrutura da comunidade de formigas poneromorfas (Hymenoptera:Formicidae) em uma área da Floresta Amazônica.** 2012. 50 p. Dissertation (Master Science in Environmental and Forest Sciences). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

Tropical forests have been recognized as the biome of the planet that has the highest species richness and high endemism. The Amazon forest is part of this scenario and its high diversity has not been fully identified, as well as the patterns that govern it. Although research on the biodiversity of this biome have advanced in recent years, certain groups still have limited knowledge about their geographical and seasonal distribution or even ignored in studies about monitoring, conservation and management. In this sense, the main objective of this study was to determine the composition, richness and rarity of poneromorph ants using different sampling techniques, as well as investigate the effect of seasonality and certain environmental factors in the community. The ants were collected in the National Forest Tapirapé-Aquirí in July 2009, January and July 2010 and January 2011 in three different areas (A1, A2 and A3). In areas A1 and A2 were determined four sampling points inside the forest where they were made two transects of 100 meters and installed every 10 meters a pitfall trap and attractive sardine baits on the undergrowth vegetation and soil. The pitfall was active for 48 hours and baits for an hour. In the A3 was determined only one distance into the woods where it was made the same sampling procedures. We found 46 species of poneromorph ants, belonging to eight genera. The sampling technique that was more effective against the richness of the ant fauna found was the pitfall, which recorded 44 species (95.7% of total) and included all the genera found. Then the bait on the soil showed the richness of 19 species (41.3% of total) and the bait on vegetation presented species richness of six (13% of total). All ants found belong to two sub-families, which were Ponerinae and Ectatominae. The species *Gnamptogenys striatula* Mayr, and *Pachycondyla unidentata* 1883 (Mayr, 1862) were found only in the bait on vegetation, they are absent on the ground baits and pitfall throughout sampling. The results for the composition of the poneromorph ant fauna and its seasonal distribution do not show a clear stratification in the community, and the ant species that occurred in the dry and rainy seasons do not form distinct groups in the three sampled areas. Statistical tests to evaluate the influence of environmental variables on the distribution of poneromorfes ants species revealed no association patterns. The identification of the species found has special relevance because contribute to the consolidation of the knowledge of the biodiversity of the Amazon rainforest poneromorfes ants and allow comparative studies with other tropical forest regions.

Keywords: social insects, seasonal variation, biodiversity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de espécies de formigas poneromorfas encontradas utilizando as três técnicas de amostragem no período entre 2009 e 2011. 21

Tabela 2. Número total e porcentagem de espécies nas diferentes classes de raridade para a fauna de formigas poneromorfas entre 2009 e 2011 na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. RT = raras temporalmente; CT = comuns temporalmente; A = acidentais. 24

Tabela 3. Índice de diversidade de Shannon-Wiener para a riqueza de espécies coletadas nas estações seca (2009 e 2010-2) e chuvosa (2010-1 e 2011) na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. 26

Tabela 4. Valores obtidos através do estimador de riqueza Chao2 (\pm desvio padrão) de espécies de formigas poneromorfas amostradas com iscas e pitfall para cada estação de coleta na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. 28

Tabela 5. Valores obtidos através do estimador de riqueza Chao2 (\pm desvio padrão) para 300 amostras em cada estação de coleta na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. 28

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Proporção de gêneros e espécies para cada uma das subfamílias de formigas poneromorfas presentes na Colômbia. 08
- Figura 2.** Número de espécies de formigas poneromorfas por subfamília prioritárias para conservação na Colômbia. 10
- Figura 3.** Enquadramento geopolítico regional da Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí. 12
- Figura 4.** Temperatura (°C) média mensal no período entre 1973 e 1990 nos municípios de Marabá e São Félix do Xingú, PA (EMBRAPA, 2011). 13
- Figura 5.** Precipitação média mensal no período entre 1973 e 1990 nos municípios de Marabá e São Félix do Xingú, PA (EMBRAPA, 2011). 13
- Figura 6.** Visão geral de um dos transectos da área A2 em janeiro de 2011 na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. 15
- Figura 7.** Armadilha pitfall usada durante as amostragens no período das chuvas. 16
- Figura 8.** Visão geral da área A3 em janeiro de 2011 na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. 17
- Figura 9.** Frequência de ocorrência total, na estação seca (2009 e 2010-2) e na estação chuvosa (2010-1 e 2011) das 15 espécies mais frequentes ao longo da amostragem. 25
- Figura 10.** Curvas de acumulação de espécies de formigas poneromorfas obtidas com o estimador Chao 2, com 100 aleatorizações, para as diferentes estações de coleta na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. 27
- Figura 11.** Curvas de acumulação de espécies de formigas poneromorfas obtidas com o estimador Chao 2, com 100 aleatorizações, para 300 amostras nas diferentes estações de coleta na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. 27
- Figura 12.** Média e desvio-padrão para a riqueza de espécies de formigas poneromorfas amostradas nas diferentes estações de coleta ($p = 0,456$; $F = 0,914$). 29
- Figura 13.** Ordenação das áreas estudadas e as respectivas estações de coleta na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA, pelo MDS através da similaridade de Bray-curtis (Stress = 0,12). Círculos pretos = 2009 (estação seca); Círculos brancos = 2010-1 (estação chuvosa); Quadrados = 2010-2 (estação seca); Triângulos = 2011 (estação chuvosa). 30
- Figura 14.** Ordenação das técnicas de amostragem e as diferentes estações de coleta (2009 = seca, 2010-1 = chuva, 2010-2 = seca, 2011 = chuva) na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA, pelo MDS através da similaridade de Bray-curtis (Stress = 0,018). P = pitfall; S = isca no solo; V = isca na vegetação. 31
- Figura 15.** Relação entre circunferência a altura do peito (CAP) e eixo DIM1 do MDS representando a composição das espécies de formigas poneromorfas na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA ($r = 0,161$; $p = 0,504$). 32

Figura 16. Relação entre profundidade da serapilheira e eixo DIM1 do MDS representando a composição das espécies de formigas poneromorfas na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA ($r = 0,184$; $p = 0,471$). 32

Figura 17. Relação entre circunferência a altura do peito (CAP) e riqueza de formigas poneromorfas na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA ($r = 0,242$; $p = 0,693$). 33

Figura 18. Relação entre profundidade de serapilheira e riqueza de formigas poneromorfas na Floresta nacional Tapirapé-Aquirí, PA ($r = 0,326$; $p = 0,592$). 33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1 Biodiversidade na Floresta Amazônica	04
2.2 As formigas caçadoras	06
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Área de estudo: A Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri, PA	10
3.2 Procedimentos de coleta	14
3.3 Análise de dados	18
4 RESULTADOS	20
4.1 Riqueza e diversidade de formigas poneromorfos.....	20
4.2 Composição da fauna de formigas poneromorfos.....	30
4.3 Análise das relações entre o ambiente e a comunidade de formigas poneromorfos	32
5 DISCUSSÃO	34
5.1 Caracterização da riqueza e diversidade da mimercofauna	34
5.2 Sazonalidade e a composição da fauna de formigas poneromorfos	36
5.3 Efeito do ambiente sobre a comunidade de formigas	38
6 CONCLUSÕES	39
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais abrigam no mínimo metade do total das espécies vegetais e animais existentes no planeta (MYERS, 1997). A floresta Amazônica é a maior floresta tropical do mundo, possui grande diversidade biológica e essa imensa biodiversidade é por si só justificativa para implantação de estratégias de conservação e manutenção de espécies visto que a perda de áreas de floresta pode resultar em extinção, além de causar impactos negativos sobre o clima, água e energia (FEARNSIDE, 2003).

A alta diversidade amazônica pode ser explicada pela sua localização geográfica, na região da linha do Equador, o que resulta em elevada luminosidade (entrada de energia) o ano inteiro, baixa amplitude térmica e alto índice pluviométrico (MEIRELLES FILHO, 2006).

O conhecimento da flora e fauna da floresta Amazônica ainda é incipiente, a região não foi totalmente inventariada e calcula-se que somente 30% das espécies são conhecidas pela ciência (MMA, 2002). Alguns grupos taxonômicos precisam ser mais estudados devido a sua elevada diversidade como invertebrados (LEWINSOHN *et al.*, 2005), peixes (BÖHLKE *et al.*, 1978; MENEZES, 1996), mamíferos (VOSS & EMMONS, 1996) e plantas (HOPKINS, 2005). Há diversas espécies endêmicas e estudos sobre biodiversidade e ecologia desses organismos podem ajudar a identificar padrões de distribuição e composição ainda mais complexos nessa floresta.

Pesquisas envolvendo a diversidade e composição de comunidades de ambientes florestais (BASSET *et al.*, 2001; SEKERCIOGLU, 2002; GILIOME, 2003) tem tido grande destaque nos últimos anos devido a sua importância para o conhecimento da fauna local e identificação de processos que explicam o funcionamento do ecossistema. Para entender a dinâmica dessas comunidades e sua relação com o ambiente é importante investigar como a comunidade se comporta ao longo do tempo e o conjunto de variáveis ambientais que as regulam no ecossistema.

A variação sazonal é um fator que pode influenciar a dinâmica de ocorrência das espécies (WOLDA, 1978) em determinadas regiões da floresta amazônica. Isso porque embora não haja grande variação na amplitude térmica ao longo do ano, há estações secas e chuvosas bem definidas, alternando períodos de alta e baixa pluviosidade (EMBRAPA, 2011).

A classe dos insetos é considerada a mais bem sucedida da natureza e a mais numerosa, devendo-se isto a capacidade de sofrerem adaptações aos mais variados

ambientes (ODUM, 1988). Dentre os insetos, as formigas exercem um importante papel ecológico nos ambientes florestais e o forrageamento de formigas é abundante em florestas tropicais (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), especialmente em sua superfície (PIZO & OLIVEIRA, 1998). Além da atividade forrageadora, esses insetos contribuem para o reflorestamento de muitos ecossistemas (MOUTINHO *et al.*, 1983); promovem a germinação das sementes, removendo a polpa dos frutos (PASSOS & OLIVEIRA, 2004); exercem importante papel na aeração do solo e ciclagem de nutrientes (MAJER, 1983); atuam como engenheiras de ecossistemas (DECAËNS *et al.*, 2001; WILBY *et al.*, 2001); são predadoras de diversos artrópodes e de outras espécies de formigas (LATTKE, 1990; BROWN, 1992), além de serem capazes de colonizar ambientes terrestres que possuem recursos alimentares escassos, como praias (WOODROFF & MAJER, 1981), pastagens (MAJER *et al.*, 1997) e cerrado após queimada (MORAIS & BENSON, 1988).

Os formicídeos têm alto potencial de serem utilizados como modelo em estudos de biodiversidade devido a sua grande importância ecológica, possuírem distribuição geográfica ampla, alta riqueza local e regional, dominância numérica, terem a taxonomia e ecologia relativamente bem conhecidas, serem sensíveis a mudanças na condição do ambiente e facilmente amostradas (ALONSO & AGOSTI, 2000). Estudos envolvendo o uso de formigas como indicadores de biodiversidade (KASPARI & MAJER, 2000; ALONSO, 2000; MARINHO *et al.*, 2002; RAMOS *et al.*, 2003) têm sido cada vez mais frequentes.

As formigas conhecidas como poneromorfas ou “formigas caçadoras” são formigas predadoras, com hábitos diversos, podendo ser generalistas ou especialistas, e em sua maioria são epigéias ou hipogéias (BRANDÃO, 2008). É um grupo cuja taxonomia é bem conhecida quando comparada com outros grupos de formicidae e que tem despertado o interesse de diversos pesquisadores em estudos de ecologia de comunidades envolvendo padrões de distribuição (CAMARGO, 2011; QUIROZ & VALENZUELA, 2007), diversidade em sistemas agrícolas (SANABRIA-BLANDÓN & ULLOA, 2011), esforço amostral e relações com o ambiente (MOURA, 2006).

A composição da comunidade de formigas, a riqueza e raridade são parâmetros que podem proporcionar um conhecimento da dinâmica de colonização das diferentes espécies ao longo do tempo e contribuir para caracterizar o ambiente assim como a biodiversidade local de formigas. Nesse contexto, identificar as variáveis ambientais que atuam nesse processo permite conhecer o ambiente de forma integrada e ajudam a entender quais fatores contribuem para o dinamismo do sistema. O estudo de Silva *et al.* (2004) identificou que há

maior riqueza de formigas em ambientes florestais do que em savanas e que isso está relacionado com a composição e estrutura da vegetação.

O conhecimento da biodiversidade da Floresta Amazônica tem especial relevância por ser este um bioma prioritário em termos de conservação a nível global em tempos de mudanças climáticas e aumento de desmatamento. Essa imensa biodiversidade pode trazer grandes avanços científicos para diferentes áreas do conhecimento, desenvolvimento econômico para a região além de ser importante em estudos em áreas antropizadas já que esse intrincado ecossistema está sujeito a diversos processos que integram homem e natureza.

Nesse sentido, o presente trabalho pretende contribuir com informações relevantes sobre a diversidade de formigas poneromorfas da Floresta Amazônica em vista à grande complexidade ambiental dessa região, tendo como objetivo conhecer a composição, riqueza e raridade das espécies de formigas utilizando diferentes técnicas de amostragem, assim como investigar o efeito da sazonalidade na comunidade em mata nativa na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. Os objetivos específicos foram:

- 1) Descrever a fauna de formigas poneromorfas encontrada ao longo do levantamento, investigando parâmetros como riqueza, raridade e diversidade nas diferentes estações de coleta;
- 2) Verificar se há distinção da composição de espécies nos diferentes períodos de coleta e através do uso de diferentes técnicas de amostragem (pitfall, isca sobre a vegetação e isca no solo);
- 3) Examinar a relação entre variáveis ambientais e a composição de espécies, e entre variáveis ambientais e a riqueza na estação chuvosa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Biodiversidade na Floresta Amazônica

O bioma Amazônia representa cerca de 30% de todas as florestas tropicais remanescentes do mundo. Sua importância é reconhecida nacionalmente e internacionalmente. Isso se deve principalmente a sua enorme biodiversidade e larga extensão, possui mais de 5 milhões de km², o que corresponde a cerca de 60% do território nacional (IBGE, 2004; BRASIL, 2008).

Na região amazônica encontra-se uma grande diversidade de ambientes, com 53 grandes ecossistemas (SAYRE *et al.*, 2008) e mais de 600 tipos diferentes de habitat terrestre e de água doce, o que resulta numa riquíssima biodiversidade, com cerca de 45.000 espécies de plantas e vertebrados (SFB, 2010). Além disso, a Amazônia abriga vastos estoques de madeira comercial e de carbono, possui uma grande variedade de produtos florestais não-madeireiros, o que sustenta diversas comunidades locais.

Além das florestas, são encontradas no bioma Amazônia 21 fitofisionomias tidas como floristicamente distintas, entre elas encontram-se tipologias vegetacionais típicas de savana, campinaranas, formações pioneiras e áreas de ecótono (VELOSO *et al.*, 1991; IBGE, 2004). Estima-se que a região abrigue cerca de 40.000 espécies vasculares de plantas, das quais 30.000 são endêmicas da região (MITTERMEIER *et al.*, 2003). Estudos sobre a densidade de plantas na Amazônia têm sido focalizados, principalmente, sobre as árvores com troncos com diâmetro a altura do peito acima de 10 cm. Em um hectare de floresta amazônica podem ser encontradas entre 400 e 750 dessas árvores (VIEIRA *et al.*, 2005).

As aves formam um dos grupos de vertebrados mais bem conhecidos do planeta. Estima-se que a Amazônia abrigue mais de 1.500 espécies de aves e que um único km² de floresta amazônica pode registrar cerca de 245-248 espécies (VIEIRA *et al.*, 2005). Estudos realizados na América Latina indicam que em um km² de floresta amazônica vivem 1.658 indivíduos de aves na Guiana Francesa (THIOLLAY, 1994) e 1.910 no Peru (TERBORGH *et al.*, 1990).

Entre as espécies de mamíferos existentes na Amazônia Brasileira, seis podem ser classificadas como raras e 44 estão ameaçadas, em perigo ou são consideradas vulneráveis (IUCN, 2004). Os primatas formam um dos grupos mais diversos de mamíferos e são muito estudados na região Amazônica. Pesquisas mostram que a densidade de primatas varia bastante de acordo com a fitofisionomia, sendo que ocorrem 14 gêneros, dos quais cinco

ocorrem exclusivamente nesta região (PERES & DOLMAN, 2000). O mesmo estudo assinala que em um km² de floresta amazônica pode-se registrar até 14 espécies de primatas, podendo abrigar entre 35 e 81 indivíduos.

Em relação aos insetos, a diversidade da floresta amazônica embora exuberante e rica é pouco conhecida, principalmente no que diz respeito ao seu papel no ambiente natural e nas áreas florestais impactadas pelas ações antrópicas (VIEIRA, 2006). Na Amazônia, esse grupo diversificou-se intensamente, sendo a copa de árvores das florestas tropicais o centro da sua maior diversificação (PERRY, 1991). Estima-se que em apenas um hectare de floresta tropical ocorrem mais de 42.000 espécies, sem incluir os insetos das copas das árvores (NAS, 2011).

A diversidade de espécies de formigas é geralmente muito alta nas florestas tropicais (VASCONCELOS *et al.*, 2003). Áreas com até um hectare podem conter entre 134 e 502 espécies, enquanto que em zonas temperadas esses números caem para 50 a 150 espécies em áreas maiores ou de tamanhos similares (BENSON & BRANDÃO, 1987; VERHAAGH, 1990).

Na região da Amazônia Central, as formigas juntamente com os térmitas, representam três-quartos em biomassa da fauna de solo (FITTKAU & KLINGE, 1973) e desempenham diversas funções ecológicas nesse e em outros ecossistemas terrestres (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; FOWLER *et al.*, 1991; GOTWALD, 1995). Diversos estudos têm sido realizados na Amazônia e demonstram a influência da topografia na distribuição de formigas (VASCONCELOS *et al.*, 2003), o efeito da fragmentação sobre comunidades mutualísticas (BRUNA *et al.*, 2005), diversidade de formigas subterrâneas (RYDER *et al.*, 2007) e diversidade de formigas e sua relação com estrutura da vegetação (VASCONCELOS *et al.*, 2008) são alguns exemplos, o que tem contribuído para aumentar o conhecimento sobre esse grupo na região.

A Floresta Amazônica tem especial relevância em termos de conservação em nível global por ser a maior floresta tropical do planeta, o que permite abrigar diversas espécies e comunidades tradicionais e indígenas, além de possuir um elevado estoque de carbono (FEARNSIDE, 2003). Embora áreas extensas ainda permaneçam intactas, a taxa de perda da floresta amazônica é dramática, em especial no “arco do desmatamento”, ao longo das bordas sul e leste, que se estende entre o sudeste do Maranhão, o norte do Tocantins, sul do Pará, norte de Mato Grosso, Rondônia, sul do Amazonas e o sudeste do Acre (MMA, 2009).

A perda da biodiversidade e os impactos climáticos que a devastação da floresta pode causar são as maiores preocupações (FEARNSIDE, 2005). O fato é que a perda de áreas importantes das florestas tropicais do Brasil empobrece a biodiversidade da Terra (CAPOBIANCO *et al.*, 2001), transformando a Amazônia numa região de grande interesse científico, econômico e político mundialmente.

2.2 As formigas caçadoras

As regiões tropicais abrigam uma incrível diversidade de insetos de variados táxons e as formigas compõem um grupo de importante destaque. Esses organismos apresentam grande riqueza em espécies e os mais diversos hábitos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

São conhecidas mais de 12.000 espécies de formigas em todo mundo e estima-se que esse número possa chegar a 20.000 (AGOSTI & JOHNSON, 2012). Todas as formigas pertencem a uma única família, Formicidae, e até recentemente sua classificação em subfamílias era considerada insatisfatória (BRANDÃO, 2008). Em 2003 as 21 subfamílias atuais foram redefinidas com base em sinapomorfias bem estabelecidas devido principalmente ao estudo de Bolton (2003).

O grupo das formigas poneromorfas, também conhecidas por subfamília Ponerinae *sensu lato* (BOLTON, 1994), compreende seis subfamílias, sendo elas Ponerinae, Amblyoponinae, Heteroponerinae, Ectatomminae, Paraponerinae e Proceratiinae. Esse grupo possui 40 gêneros em todo o mundo, dos quais 22 ocorrem nas Américas, sendo nove endêmicos, e aproximadamente 450 espécies na faixa Neotropical representando 13% de toda a mirmecofauna conhecida para essa região (BOLTON, 1995; LATTKE, 2003; FERNÁNDEZ & SENDOYA, 2004).

Porém, estudo recente de filogenia molecular (BRADY *et al.* 2006) indica que o grupo das poneromorfas segundo a classificação de Bolton (2003) é um agrupamento artificial. Outros dois estudos independentes com genes (MOREAU *et al.*, 2006; OUELLETTE *et al.*, 2006) também mostraram que as formigas poneromorfas pertencem a um agrupamento polifilético em que há uma raiz monofilética (clado “poneróide”) e que devem ser excluídas as subfamílias Ectatomminae e Heteroponerinae, por estarem mais próximas de Myrmicinae e Formicinae e pertencerem ao clado “formicóide”. De acordo com esses estudos, Ponerinae *sensu lato* inclui apenas as subfamílias Ponerinae,

Paraponerinae, Proceratiinae e Amblyoponinae. No presente estudo serão consideradas como um grupo informal para fins práticos todas as seis subfamílias para classificação em poneromorfas visto que a maioria dos trabalhos envolvendo esse grupo ainda aborda o tema dessa maneira (CAMARGO, 2011; SCOTT-SANTOS *et al.*, 2008, LOZANO-ZAMBRANO & FERNÁNDEZ, 2007; QUIROZ & VALENZUELA, 2007) .

A visão geral da biologia das formigas poneromorfas oferece aspectos ricos e interessantes com características pouco usuais, ou pelo menos diferente do padrão de comportamento geralmente encontrado para formigas. Uma primeira característica é o pequeno dimorfismo entre rainha e operária. Em formigas de outros grupos, como em Myrmicinae, as rainhas são visivelmente maiores que as operárias, além de possuírem claras modificações morfológicas e fisiológicas (FERNÁNDEZ & ARIAS-PENNA, 2008).

O grupo das formigas poneromorfas é considerado como basal, ou seja, que sofreu menos modificações, tanto em aspectos morfológicos quanto comportamentais em sua organização social (ZABALA *et al.*, 2003). Esse grupo é essencialmente tropical com um notável desenvolvimento no hemisfério sul (LOZANO-ZAMBRANO & FERNÁNDEZ, 2007), sendo mais frequente em áreas de florestas úmidas podendo também ser encontradas em ambientes secos com chuvas estacionais (LATTKE, 2003).

O grupo das poneromorfas também é usualmente conhecido por formigas caçadoras por serem essencialmente predadoras, implicando em uma dieta baseada em proteínas, embora haja uma diversificação na alimentação que varia com a espécie (FERNÁNDEZ & ARIAS-PENNA, 2008). Um exemplo é a formiga gigante *Paraponera clavata*, que sobe em troncos e arbustos em busca dos nectários extraflorais de algumas espécies de plantas e árvores (LATTKE, 2003).

As formigas poneromorfas geralmente são encontradas na serapilheira visto que nidificam no solo ou em troncos caídos, sendo que apenas algumas poucas espécies nidificam nas árvores, como espécies de *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* (FERNÁNDEZ & ARIAS-PENNA, 2008).

Há poucos trabalhos realizados exclusivamente com comunidades de formigas poneromorfas no Brasil, sendo que a riqueza encontrada varia bastante. Para citar alguns exemplos, foram encontradas 46 espécies no presente estudo; Souza (2009) encontrou 11 gêneros e 39 espécies com o uso de pitfall na Amazônia Central; Gomes (2010) registrou 13 gêneros, sendo 58 espécies através de pitfall também na Amazônia Central e Camargo (2011) registrou 19 espécies também através de pitfall em região de Cerrado. O Museu de

Zoologia da Universidade de São Paulo possui em sua coleção 112 espécies-tipo de formigas poneromorfas (SCOTT-SANTOS *et al.*, 2008).

A Colômbia é o país da região Neotropical que mais tem estudado esse grupo de formigas. Nesse país estão presentes todas as subfamílias citadas para o Neotrópico, 92% dos gêneros (22) e cerca de 55% das espécies (250) (Figura 1). Essa grande riqueza de poneromorfas coloca a Colômbia como um dos países mais ricos e diversos nesse tipo de mirmecofauna. Nos últimos anos foram registradas 11 espécies novas para o país sendo seis espécies do gênero *Simopelta*, três espécies do gênero *Gnamptogenys*, uma espécie de *Anochetus* e uma espécie de *Belonopelta* (JIMÉNEZ *et al.*, 2008).

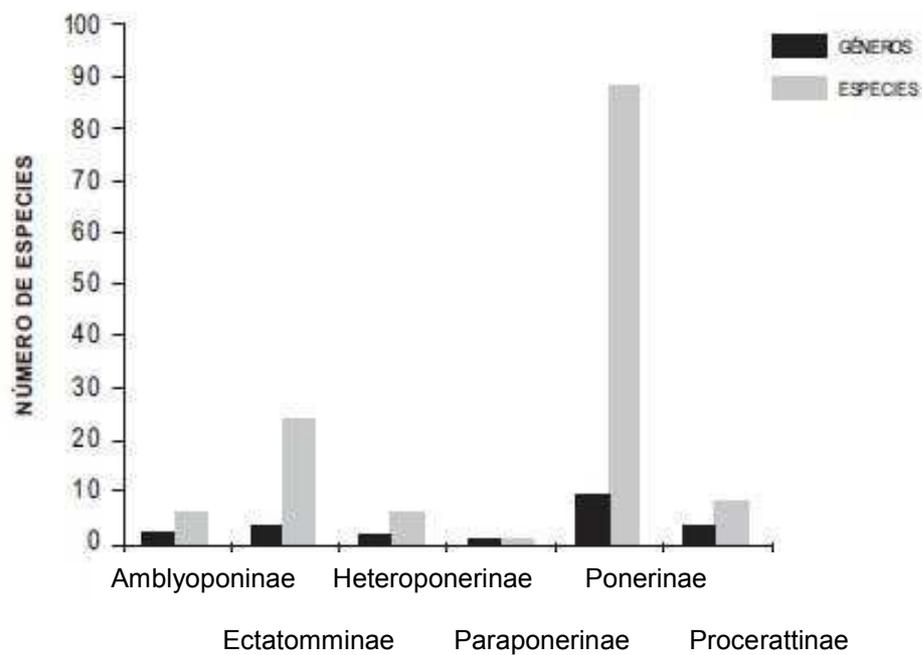


Figura 1: Proporção de gêneros e espécies para cada uma das subfamílias de formigas poneromorfas presentes na Colômbia (JIMÉNEZ *et al.* 2008).

Diversos estudos envolvendo o uso de formigas poneromorfas como espécies indicadoras (LOBRY DE BRYUN, 1999; ARCILA & LOZANO-ZAMBRANO, 2003; ANDERSEN & MAJER, 2004; HOFFMAN & ANDERSEN, 2004) tem sido realizados nos últimos anos em vários países da região Neotropical. Isso se deve ao fato de que os formicídeos em geral são fáceis de serem amostrados e o grupo das poneromorfas possui sua taxonomia relativamente bem conhecida, embora não esteja totalmente estável, sendo usado como indicador ecológico e de biodiversidade em sistemas naturais e perturbados como no trabalho de Sanabria-Blandón & Ulloa (2011).

Nesse sentido, a diversidade de formigas de solo como indicador ecológico foi avaliada por Botero *et al.* (2005) em um gradiente de recuperação de uma área de pastagem onde havia locais totalmente desmatados até áreas de vegetação secundária e foi possível identificar o grupo de poneromorfas como um bom indicador de recuperação vegetal. O trabalho de Armbrecht *et al.* (2005) permitiu identificar que a mudança no uso do solo, de floresta a cafezal, afetou diretamente a riqueza e composição de formigas poneromorfas que nidificam no solo. Com a intensificação da atividade agrícola, houve uma drástica redução no número de espécies assim como uma mudança na identidade dessas espécies.

Outra questão importante é a identificação de espécies objeto de conservação, o que geralmente é feito através de listas de espécies ameaçadas. Isso tem sido um grande desafio para vários países, principalmente os da região Neotropical, visto que os dados de distribuição e abundância de espécies, mesmo para os grupos mais conhecidos, são escassos e muitas vezes inexistentes (MARTIN-PIERA, 1999). O trabalho de JIMÉNEZ *et al.* (2008) identifica 119 espécies de formigas caçadoras que são prioridade de conservação na Colômbia e o número de espécies prioritárias por subfamília (Figura 2), além de identificar as áreas geográficas importantes para a conservação desse grupo.

Estudos que envolvam análises de espécies prioritárias e identificação de áreas geográficas importantes para conservação de formigas poneromorfas são um passo importante para a conservação da biodiversidade em geral visto que se propõem a envolver um dos grupos mais diversos e abundantes da região neotropical.

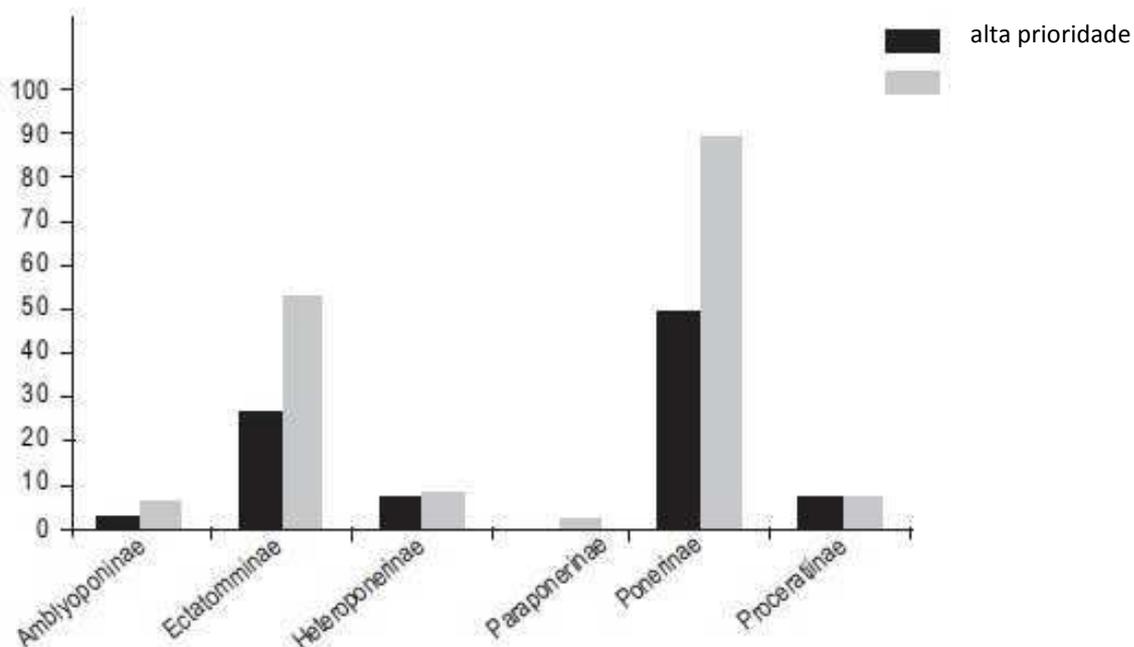


Figura 2: Número de espécies de formigas poneromorfas por subfamília prioritárias para conservação na Colômbia (JIMÉNEZ *et al.* 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A Floresta Nacional (Flona) do Tapirapé-Aquiri foi criada pelo Decreto nº 97.720, de 05 de maio de 1989. Possui área oficial de 190.000 hectares, estando situada na porção sudeste do estado do Pará entre as coordenadas geográficas de 5°35' e 6°00' de latitude sul e 50°24' e 51°06' de longitude oeste (MMA, 2006).

É uma Unidade de Conservação enquadrada na categoria de uso sustentável, caracterizada com cobertura florestal onde predominam espécies nativas, visando o uso sustentável e diversificado dos recursos florestais e a pesquisa científica. É admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam desde sua criação (MMA, 2011).

A Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri (Figura 3) está situada em sua maior parte (85,74%) no município de Marabá (PA) e uma porção menor (14,26%) no município de São Félix do Xingu (PA). Limita-se ao norte com a Reserva Biológica do Tapirapé; a leste com a Área de Proteção Ambiental (APA) do Igarapé Gelado; a sudeste com a Flona de Carajás; e, ao sul, com a Reserva Indígena Xicrin do Cateté. O limite sudoeste é conferido pela

Floresta Nacional de Itacaiúnas e a noroeste, com projetos de colonização do INCRA (MMA, 2006).

Geologicamente, a área da Flona do Tapirapé-Aquirí é parte integrante da Província Mineral de Carajás, estando inserida na Plataforma Amazônica, em que as rochas mais antigas são arqueanas (em torno de 3,0 bilhões de anos) e correspondem aos "greenstone-belts", os quais possuem ampla distribuição no sudeste do Pará. Essas rochas foram, no passado, extensos corpos, separados posteriormente por sucessivas intrusões graníticas e atualmente apresentam importantes mineralizações auríferas (MMA, 2006). Na área da Flona do Tapirapé-Aquirí destaca-se um conjunto de rochas pré-cambrianas fortemente dobradas e falhadas, denominada Serra dos Carajás, cuja altitude média é de cerca de 700 metros, sendo os topos residuais aplainados e o relevo intensamente dissecado por vales encaixados (RADAMBRASIL, 1974).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, pode ser enquadrado no tipo Aw1, tropical chuvoso com seca de inverno, com precipitações anuais entre 2.000 e 2.400 mm e temperatura mensal sempre acima de 18° C, sendo que a região apresenta o período de estiagem com cinco meses consecutivos, de junho a outubro (MMA, 2006). A temperatura média mensal do município de Marabá e São Félix do Xingú no período entre 1973 e 1990 variou de 26,9°C a 24,3°C e 25,4 °C a 24,6°C, respectivamente (Figura 4). Já a precipitação média mensal no mesmo período variou de 387 mm a 21 mm no município de Marabá e 322 mm a 17 mm em São Félix do Xingú (Figura 5).

Os sistemas hidrográficos Araguaia-Tocantins e Xingu dividem suas áreas de influências na Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri sendo que os rios mais importantes são o Itacaiúnas, Aquiri, Cinzento, Salobo, Tapirapé e Igarapé Negro. Cerca de 87% da área da Flona é coberta pela Floresta Ombrófila Aberta, 12% pela Floresta Ombrófila Densa, incluindo as áreas aluviais associadas aos cursos d'água, e uma pequena parte de áreas antropizadas (ROLIM *et al.* 2006).

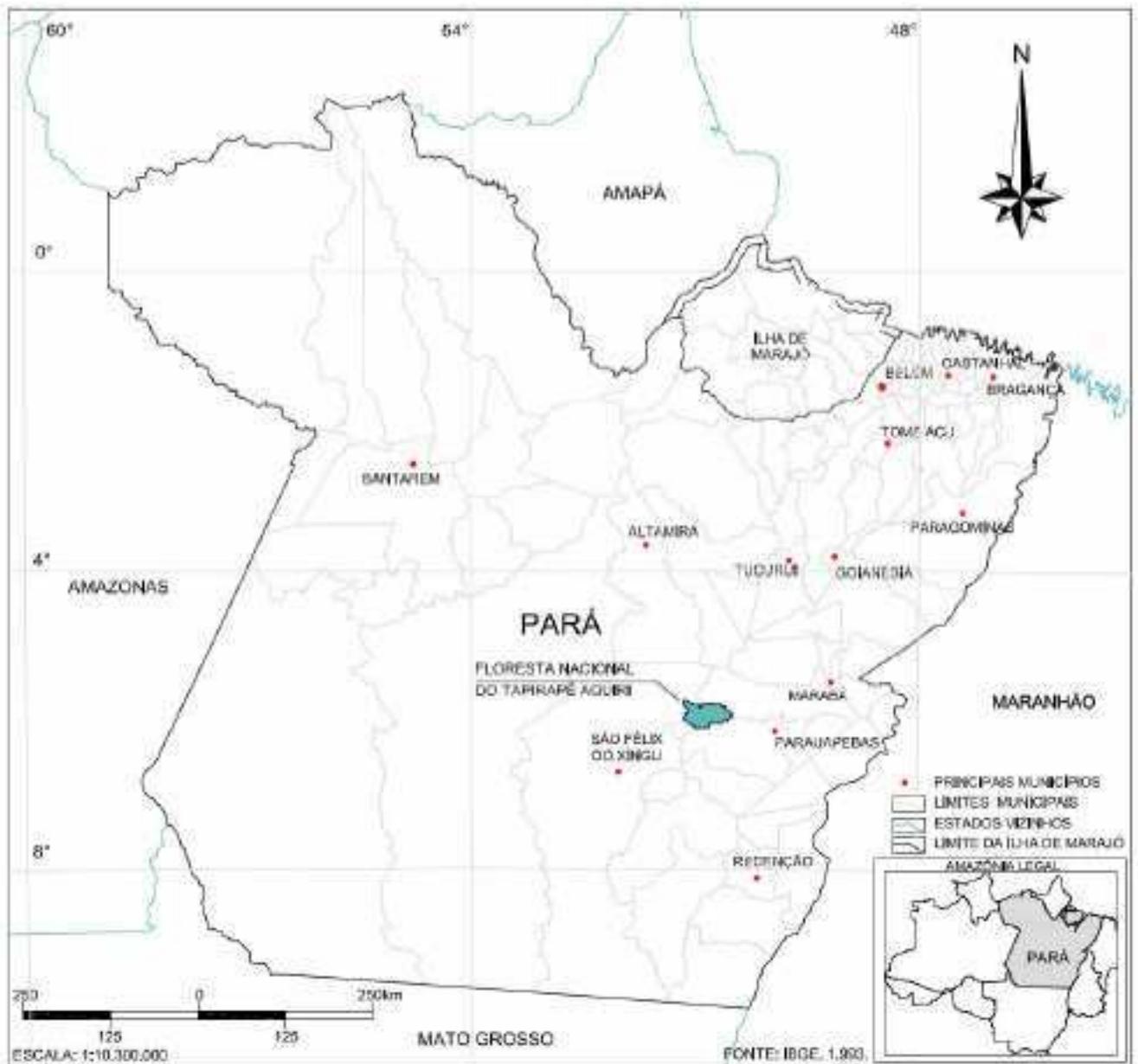


Figura 3: Enquadramento geopolítico regional da Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri.

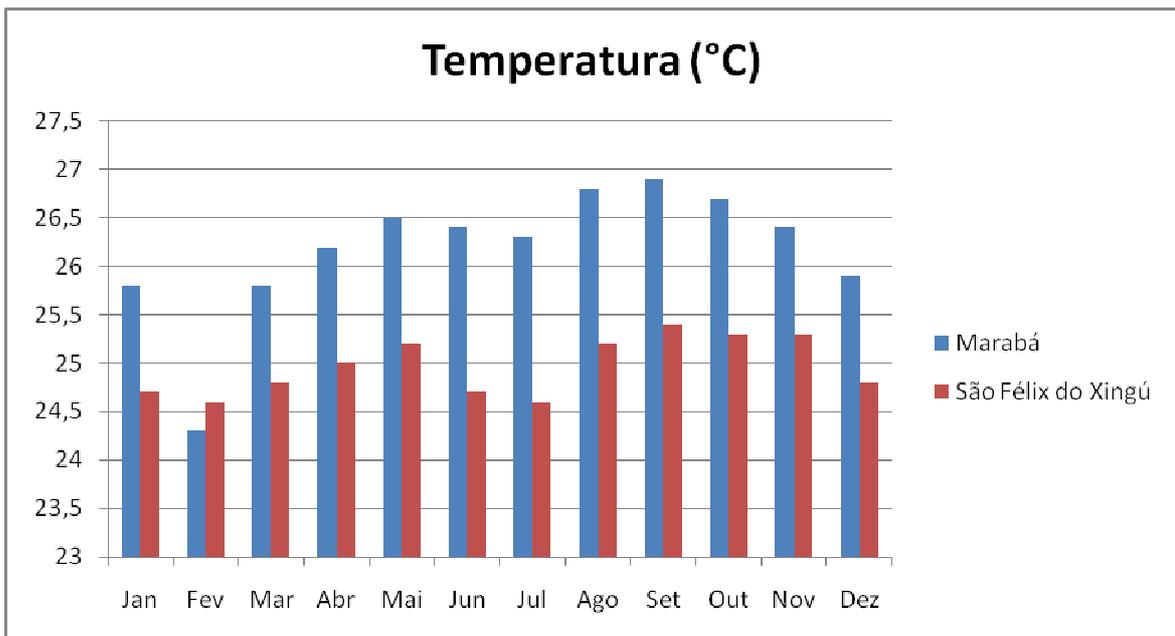


Figura 4: Temperatura (°C) média mensal no período entre 1973 e 1990 nos municípios de Marabá e São Félix do Xingú, PA (EMBRAPA, 2011).

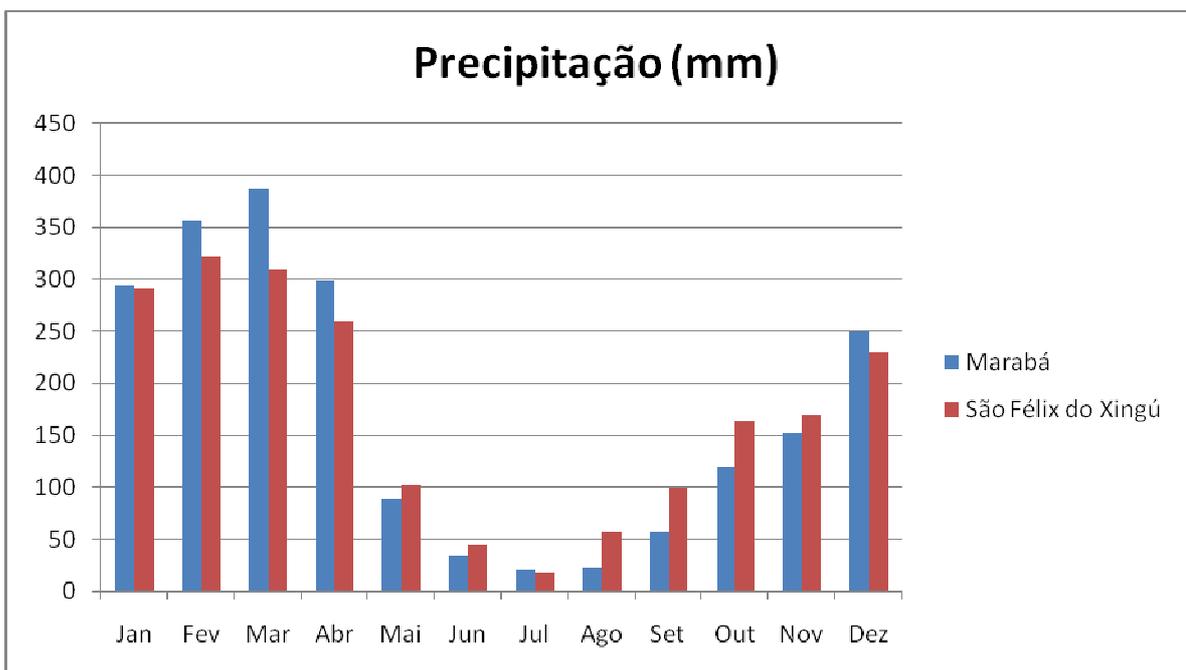


Figura 5: Precipitação (mm) média mensal no período entre 1973 e 1990 nos municípios de Marabá e São Félix do Xingú, PA (EMPRABA, 2011).

3.2 Procedimentos de coleta

As formigas foram coletadas em julho de 2009, janeiro e julho de 2010, e janeiro de 2011 em três áreas distintas (A1, A2 e A3), todas dentro da área da Flona Tapirapé-Aquirí. O período de amostragem compreendeu duas estações secas (julho de 2009 e julho de 2010) e duas estações chuvosas (janeiro de 2010 e janeiro de 2011).

Nas áreas A1 e A2 (Figura 6) foram determinados quatro pontos de amostragem no interior da mata nas distâncias de 0, 100, 500 e 1000 metros da borda de clareira criada por desmatamento recente. Em cada distância foram feitos dois transectos de 100 metros cada, distantes aproximadamente 10 metros um do outro. Ao longo dos transectos foi instalada a cada 10 metros uma armadilha tipo pitfall, confeccionada com copos descartáveis de plástico de 300 ml e álcool a 70%, totalizando 20 armadilhas. Também foram instaladas iscas atrativas de sardinha sobre a vegetação subarbustiva à aproximadamente um metro de altura e no solo, sobre a serapilheira, a cada 10 metros, totalizando 20 iscas no solo e 20 iscas na vegetação. A armadilha tipo pitfall (Figura 7) ficou instalada no campo por 48 horas, depois foi retirada e seu conteúdo acondicionado em recipientes de plástico para serem levados ao laboratório. As iscas atrativas permaneceram por uma hora no campo como proposto por FREITAS *et al.* (2003) e o conteúdo foi acondicionado em sacos plásticos para posterior triagem no laboratório. No total foram instalados 80 pitfalls, 80 iscas no solo e 80 iscas na vegetação em cada uma dessas áreas, para cada período de amostragem.

Na área A3 (Figura 8), a princípio tida como controle mas posteriormente incluída em todas as análises, foi determinada apenas uma distância dentro da mata para a realização da amostragem. Foram realizados os mesmos procedimentos com a instalação das armadilhas tipo pitfall e para a colocação de iscas atrativas. No total foram instalados 20 pitfalls, 20 iscas no solo e 20 iscas na vegetação nessa área em cada período de amostragem.

Todo o material coletado foi levado ao laboratório de mirmecologia no Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para montagem e identificação. Após esse processo, todas as formigas do grupo das poneromorfas foram separadas do restante. Os gêneros foram identificados com base na chave de BOLTON (1994) e as subfamílias de acordo com a nova proposta de BOLTON (2003). As identificações ao nível de espécie foram realizadas através de chaves dicotômicas contidas em revisões taxonômicas disponíveis e por meio de comparações com

exemplares da Coleção Entomológica Costa Lima (CECL). Todo o material coletado está depositado na CECL, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.



Figura 6: Visão geral de um dos transectos da área A2 em janeiro de 2011 na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA.



Figura 7: Armadilha pitfall usada durante as amostragens no período das chuvas.

Nos períodos de coleta de julho de 2010 e janeiro de 2011 foram medidas duas variáveis ambientais para contribuir na caracterização do ambiente. A profundidade da serapilheira foi medida com uma régua, em três pontos num raio de um metro para cada ponto de amostragem das armadilhas. Também foi medida, com uma fita métrica ou trena quando necessário, a circunferência a altura do peito (CAP) das quatro árvores mais próximas do ponto de amostragem das armadilhas que tivessem o CAP maior que 10 cm.

Durante a coleta de janeiro de 2011 não foi possível realizar a amostragem da área A1 devido a dificuldades no acesso visto que as fortes chuvas impediram a manutenção da estrada que levava ao local e com isso o esforço amostral dessa coleta foi menor em relação aos períodos anteriores.



Figura 8: Visão geral da área A3 em janeiro de 2011 na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA.

3.3 Análise de dados

Os dados foram analisados utilizando a frequência de ocorrência das espécies em cada estação de coleta como medida de abundância para reduzir a influência do comportamento social, o forrageio em massa e a distribuição dos ninhos na serrapilheira (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

Foi obtida a riqueza de espécies de formigas poneromorfas e o número de espécies exclusivas com o uso de cada uma das técnicas nas diferentes estações. Também foi calculado o índice de diversidade Shannon-Wiener, através do programa Past (HAMMER *et al.*, 2001). Esse índice reflete dois atributos básicos da comunidade: o número de espécies e a equitatividade. Sendo assim, é utilizado para representar a diversidade de indivíduos de um ecossistema através da seguinte fórmula:

$$H' = - \sum p_i (\ln p_i)$$

Em que: H' = diversidade de espécies; \ln = logaritmo neperiano; p_i = abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade, dada por n_i/N .

Para inferir sobre a raridade das espécies foi criado um critério baseado na frequência de ocorrência das espécies adaptado de Vargas (2011). As espécies foram consideradas raras temporalmente (RT) quando apareceram em apenas um período de coleta e foram consideradas comuns temporalmente (CT) quando apareceram em dois ou mais períodos de coleta.

Em outra abordagem, calculou-se a constância das espécies em cada estação de coleta, classificando-as segundo Bodenheimer referido por Silveira Neto *et al.* (1976), em: (1) constantes, onde as espécies estavam presentes em mais de 50% das coletas, (2) acessórias, presentes em 25% a 50% e (3) acidentais, presentes em menos de 25%. Para essa classificação foram estabelecidos dois critérios. Primeiro em relação a amostragem total, compreendendo 1920 amostras entre iscas e pitfall nas quatro estações de coleta. Em seguida para a amostragem parcial, compreendendo 540 amostras para as estações de 2009, 2010-1, 2010-2 e 300 amostras para 2011.

A riqueza de espécies total de formigas poneromorfas nas diferentes estações de coleta foi estimada através do estimador Chao 2, com o programa EstimateWin8.0 (COLWELL, 2006). Para avaliar a eficiência da quantidade de amostras utilizadas, foram construídas curvas de acumulação com 100 aleatorizações, através do mesmo programa.

Para testar diferenças na riqueza de espécies entre as diferentes estações de coleta foi realizada a análise de variância ANOVA, através do programa Systat 11. A riqueza de espécies das áreas A2 e A3 foi utilizada como variável dependente e as estações de coleta como variável independente. Para essa análise foram excluídas todas as amostras da área A1 das coletas de 2009, 2010-1 e 2010-2 visto que em 2011 não foi possível amostrar essa área.

Para verificar diferenças entre a fauna de formigas poneromorfas nas diferentes áreas (A1, A2, A3) e períodos de coleta (2009, 2010-1, 2010-2, 2011) foi realizada análise de similaridade por meio de um MDS, utilizando o índice de Bray-Curtis, através do programa Systat 11.

Para verificar diferenças entre a fauna de formigas poneromorfas nos diferentes períodos de coleta (2009, 2010-1, 2010-2 e 2011) e com o uso das três técnicas de amostragem também foi realizada análise de similaridade por meio de um MDS, utilizando o índice de Bray-Curtis, através do programa Systat 11.

Já para analisar a composição de espécies e sua relação com as variáveis ambientais foi confeccionada uma matriz da frequência de registro de cada espécie por área em cada estação de coleta. Em seguida, foi utilizado o índice de Bray-Curtis para calcular a matriz de similaridade e realizada uma análise de ordenação (MDS) com apenas uma dimensão. Esse eixo refletiu a composição de espécies e compôs a variável dependente em duas análises de regressão linear simples onde as variáveis independentes foram a circunferência a altura do peito (CAP) e profundidade da serapilheira (VARGAS, 2011). Também foi realizada a mesma análise tendo como variável dependente a riqueza de espécies e como variáveis independentes as mesmas variáveis ambientais descritas anteriormente. As análises de regressão linear simples foram realizadas apenas com dados das estações chuvosas (2010-1 e 2011), isso porque os dados foram coletados apenas nesse período.

4. RESULTADOS

Todas as formigas encontradas pertencem a duas sub-famílias, sendo elas Ponerinae compreendendo os gêneros *Anochetus*, *Hypoconera*, *Leptogenys*, *Odontomachus* e *Pachycondyla*, e a sub-família Ectatomminae representada pelos gêneros *Ectatomma*, *Gnamptogenys* e *Thyphlomyrmex*. No total 46 espécies de formigas poneromorfas, pertencentes a oito gêneros, foram amostradas no período compreendido entre 2009 e 2011 (Tabela 1).

A técnica de amostragem que teve maior eficácia em relação a riqueza da mirmecofauna encontrada foi o pitfall, que registrou 44 espécies (95,7% do total) e incluiu todos os gêneros encontrados. Em seguida, a isca no solo apresentou riqueza de 19 espécies (41,3% do total) compreendendo os gêneros *Ectatomma*, *Gnamptogenys*, *Hypoconera*, *Odontomachus* e *Pachycondyla*. A isca sobre a vegetação apresentou riqueza de seis espécies (13% do total) e foram encontrados apenas três gêneros com o uso dessa técnica, sendo eles *Ectatomma*, *Gnamptogenys* e *Pachycondyla*.

O gênero que mais ocorreu ao longo da amostragem foi *Pachycondyla*, que registrou 12 espécies, seguido de *Gnamptogenys* com nove espécies e *Odontomachus* com sete espécies registradas. Todos os gêneros estiveram presentes nas estações seca e chuvosa, com exceção do gênero *Thyphlomyrmex*, com apenas um único registro na estação chuvosa (2010-1).

As espécies *Gnamptogenys striatula* Mayr, 1883 e *Pachycondyla unidentata* (Mayr, 1862) foram encontradas apenas nas iscas sobre a vegetação, estando ausentes na isca no solo e no pitfall em toda amostragem. Todas as espécies que foram capturadas através da isca no solo também estiveram presentes na armadilha pitfall.

A espécie *Ectatomma lugens* Emery, 1894 foi a que apresentou maior frequência de ocorrência, estando presente em todos os períodos de coleta. Em seguida, as espécies com maiores frequências de ocorrência foram *Pachycondyla crassinoda* (Latreille, 1802) e *Gnamptogenys concinna* (Fr. Smith, 1858) que também apresentaram o mesmo padrão de estarem presentes em todos os períodos da amostragem.

A riqueza na estação seca (2009 e 2010-2) foi de 39 espécies e na estação chuvosa (2010-1 e 2011) foi de 34 espécies, no entanto essa variação deve levar em consideração o fato da coleta de 2011 (estação chuvosa) apresentar um menor esforço amostral.

Tabela 1. Lista de espécies encontradas utilizando as diferentes técnicas de amostragem e suas respectivas frequências de ocorrência no período entre 2009 e 2011. V = isca sobre vegetação; S = isca no solo; P = armadilha tipo pitfall; T = frequência de ocorrência total para cada espécie.

Espécies	2009			2010-1			2010-2			2011			T
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	
<i>Anochetus diegensis</i> Forel, 1912	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anochetus horridus</i> Kempf, 1964	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anochetus mayri</i> Emery, 1884	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Anochetus targionii</i> Emery, 1894	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	0	4	10	0	1	16	0	3	10	0	1	5	50
<i>Ectatomma lugens</i> Emery, 1894	1	13	101	0	8	95	0	12	119	0	10	65	424
<i>Ectatomma</i> sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1791)	7	4	3	9	2	5	14	1	4	17	3	1	70
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1883	1	0	0	3	0	0	5	0	0	2	0	0	11
<i>Gnamptogenys moelleri</i> (Forel, 1912)	1	1	18	1	11	33	1	10	30	0	3	10	119
<i>Gnamptogenys concinna</i> (Fr. Smith, 1858)	0	1	46	0	0	49	0	0	48	0	0	14	158
<i>Gnamptogenys horni</i> Santschi, 1929	0	0	16	0	0	11	0	1	18	0	0	11	57

Tabela 1. Continuação: Lista de espécies encontradas utilizando as diferentes técnicas de amostragem no período entre 2009 e 2011.

<i>Gnamptogenys acuminata</i> Emery, 1896	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	4	11
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Fr. Smith, 1858)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gnamptogenys annulata</i> Mayr, 1887	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Gnamptogenys lanei</i> Kempf, 1960	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gnamptogenys haenschi</i> Emery, 1902	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Hypoponera punctatissima</i> (Roger, 1859)	0	0	1	0	0	4	0	0	2	0	0	0	7
<i>Hypoponera argentina</i> (Santschi, 1922)	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	5
<i>Hypoponera trigona</i> (Mayr, 1887)	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
<i>Hypoponera schmalzi</i> (Emery, 1896)	0	0	2	0	0	1	0	1	3	0	0	0	7
<i>Hypoponera distinguenda</i> (Emery, 1890)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Leptogenys gaigei</i> Wheeler, 1923	0	0	3	0	0	5	0	0	3	0	0	0	11
<i>Leptogenys guianensis</i> Wheeler, 1923	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Leptogenys famelica</i> Emery, 1896	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3
<i>Leptogenys langi</i> Wheeler, 1923	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Odontomachus meinerti</i>	0	0	6	0		13	0	2	10	0	0	6	37
<i>Odontomachus brunneus</i> (Patton,	0	0	16	0	0	20	0	2	22	0	0	3	63

- Tabela 1. Continuação: Lista de espécies encontradas utilizando as diferentes técnicas de amostragem no período entre 2009 e 2011.

<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)	0	2	13	0	2	11	0	2	8	0	0	1	39
<i>Odontomachus bauri</i> Emery, 1891	0	0	3	0	0	3	0	1	2	0	0	2	11
<i>Odontomachus caelatus</i> Brown Jr., 1976	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	4
<i>Odontomachus yucatecus</i> Brown Jr., 1976	0	0	6	0	0	5	0	1	8	0	0	2	22
<i>Odontomachus hastatus</i> (Fabricius, 1804)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pachycondyla apicalis</i> (Latreille, 1802)	0	2	26	0	3	17	0	4	35	0	0	8	95
<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille, 1802)	0	0	64	0	1	50	0	1	69	0	0	29	214
<i>Pachycondyla obscuricornis</i> (Emery, 1890)	0	1	34	0	2	23	0	2	34	1	0	12	109
<i>Pachycondyla striata</i> Fr. Smith, 1858	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	2	8
<i>Pachycondyla unidentata</i> (Mayr, 1862)	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	4
<i>Pachycondyla arhuaca</i> Forel, 1901	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Pachycondyla ferruginea</i> (Fr. Smith, 1858)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Pachycondyla constricta</i> (Mayr, 1883)	0	1	20	0	1	6	0	1	14	0	1	6	50
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	0	3	23	0	2	23	0	2	49	0	2	7	111

Tabela 1. Continuação: Lista de espécies encontradas utilizando as diferentes técnicas de amostragem no período entre 2009 e 2011.

<i>Pachycondyla commutata</i> (Roger, 1861)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3
<i>Pachycondyla laevigata</i> (Fr. Smith, 1858)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Pachycondyla prociua</i> Emery, 1890	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Thyphlomyrmex pusillus</i> Emery, 1894	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

O critério aplicado para inferir sobre a raridade das espécies resultou em maior frequência de espécies comuns para a escala temporal, ou seja, a maioria das espécies apareceu em duas ou mais estações de coleta. Foram encontradas 30 espécies comuns (CT) e 16 espécies raras temporalmente (RT) (Tabela 2).

As espécies classificadas como raras temporalmente foram *Anochetus diegensis* Forel, 1912, *Anochetus horridus* Kempf, 1964, *Anochetus mayri* Emery, 1884, *Ectatomma* sp. 1, *Gnamptogenys sulcata* (Fr. Smith, 1858), *Gnamptogenys annulata* Mayr, 1887, *Gnamptogenys lanei* Kempf, 1960, *Gnamptogenys haenschi* Emery, 1902, *Hypoponera distinguenda* (Emery, 1890), *Leptogenys guianensis* Wheeler, 1923, *Leptogenys langi* Wheeler, 1923, *Odontomachus hastatus* (Fabricius, 1804), *Pachycondyla arhuaca* Forel, 1901, *Pachycondyla ferruginea* (Fr. Smith, 1858), *Pachycondyla prociua* Emery, 1890 e *Typhlomyrmex pusillus* Emery, 1894.

Para a classificação em espécies constantes, acessórias e acidentais nos dois critérios estabelecidos, todas as 46 espécies foram consideradas acidentais, ou seja, estavam presentes em menos de 25% das amostras em ambas análises.

Tabela 2: Número total e porcentagem de espécies nas diferentes classes de raridade para a fauna de formigas poneromorfas entre 2009 e 2011 na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA. RT = raras temporalmente; CT = comuns temporalmente.

Raridade	Número de espécies	% total de espécies
RT	16	34,8
CT	30	65,2

Em relação as 15 espécies mais frequentes, não houve uma caracterização da comunidade em relação a estação seca ou chuvosa, visto que essas espécies apareceram em ambos períodos de coleta. Além disso, as frequências de ocorrência dessas espécies não apresentaram grande variação nas diferentes estações, embora tenha sido maior na estação seca (Figura 9). Deve ser ressaltado o fato da amostragem realizada em 2011 (estação chuvosa) possuir um menor número de iscas e armadilhas instaladas nessa coleta.

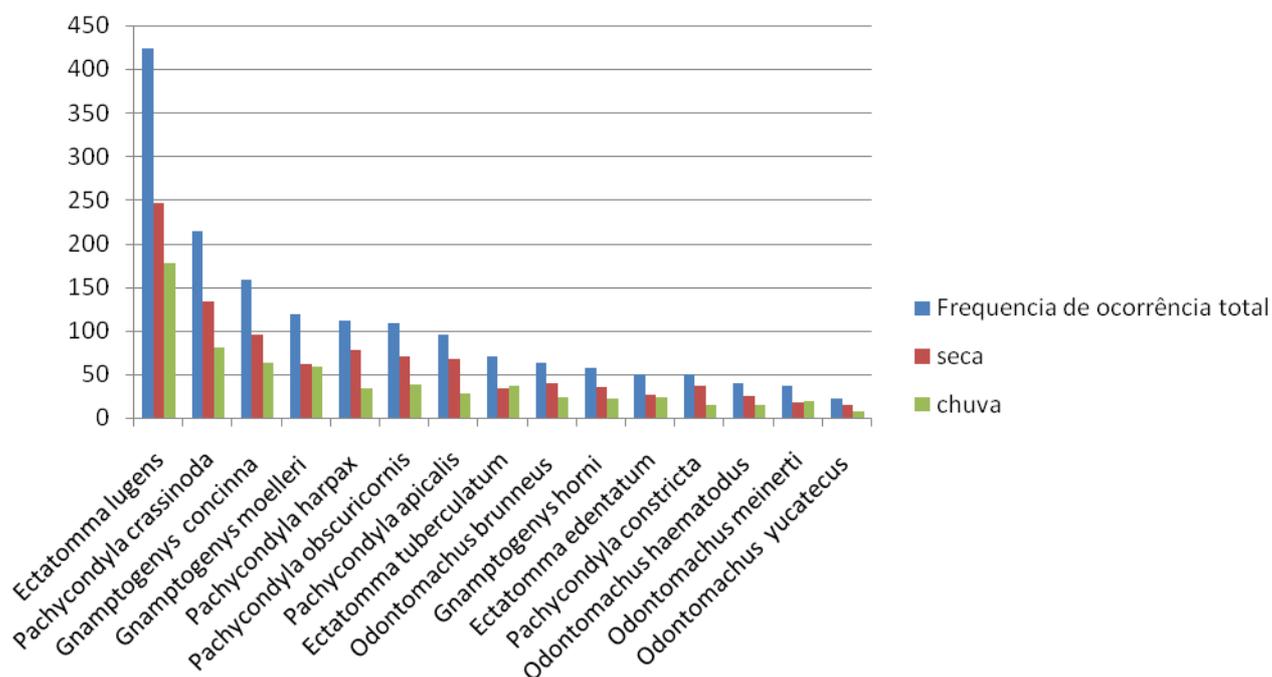


Figura 9: Frequência de ocorrência total, na estação seca (2009 e 2010-2) e na estação chuvosa (2010-1 e 2011), das 15 espécies mais frequentes ao longo da amostragem.

A diversidade de formigas poneromorfas calculada através do índice de Shannon-Wiener (H') apresentou pequena variação durante as estações de coleta estudadas (Tabela 3). No ano de 2011 o índice foi menor em relação aos demais possivelmente devido a diferença no esforço amostral, que foi menor nessa coleta.

Tabela 3. Índice de diversidade de Shannon-Wiener para a fauna coletada nas estações seca (2009 e 2010-2) e chuvosa (2010-1 e 2011) na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA.

Estação	Shannon_H'
2009	2.631
2010-1	2.672
2010-2	2.638
2011	2.478

A curva de acumulação de espécies apresentou assíntota evidente para todas as estações de coleta com o número total de amostras (Figura 10) e para 300 amostras (Figura 11), número que refere a quantidade de amostras realizadas em 2011. Esse resultado demonstra que devido ao grande esforço amostral a curva começou a apresentar um padrão de estabilização, tornando-se horizontal, o que indica que a comunidade de formigas poneromorfas foi praticamente toda amostrada através da coleta utilizada.

A riqueza estimada através do Chao2 demonstra sobreposição do desvio-padrão entre todas as estações de coleta, indicando que não há diferença estatística significativa na riqueza de espécies (Tabela 4). A tabela 5 mostra a riqueza estimada através do Chao2 para 300 amostras.

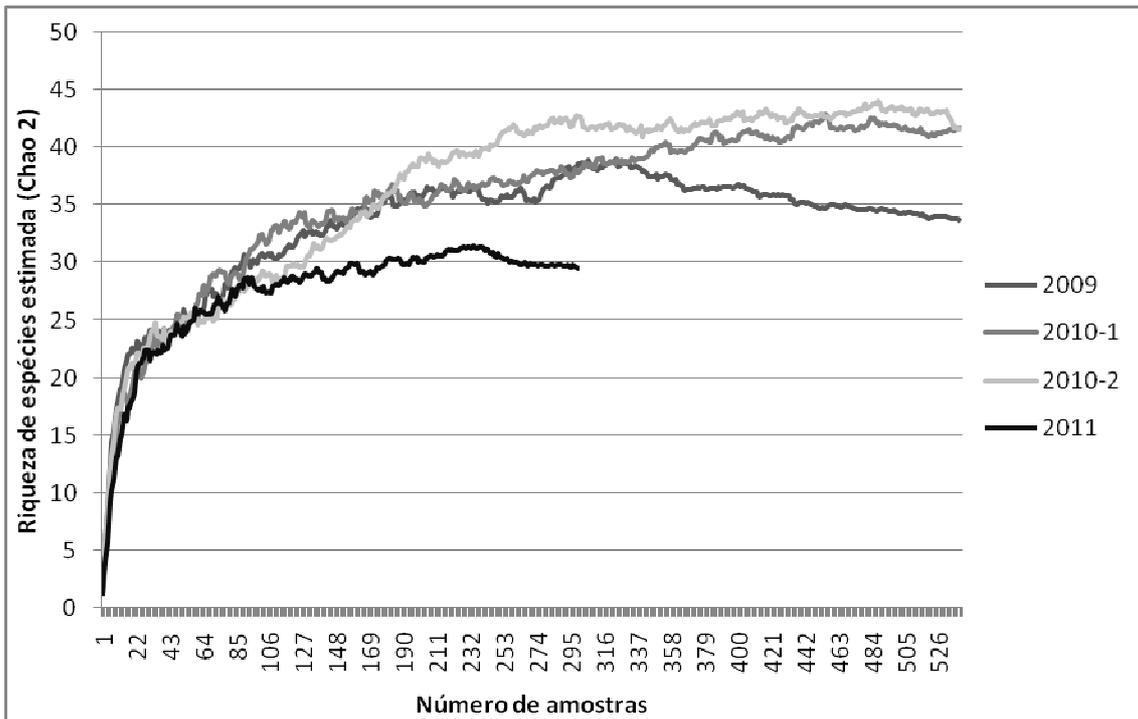


Figura 10: Curvas de acumulação de espécies de formigas poneromorfas obtidas com o estimador Chao 2, com 100 aleatorizações, para os diferentes períodos de coleta com o número total de amostras na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA.

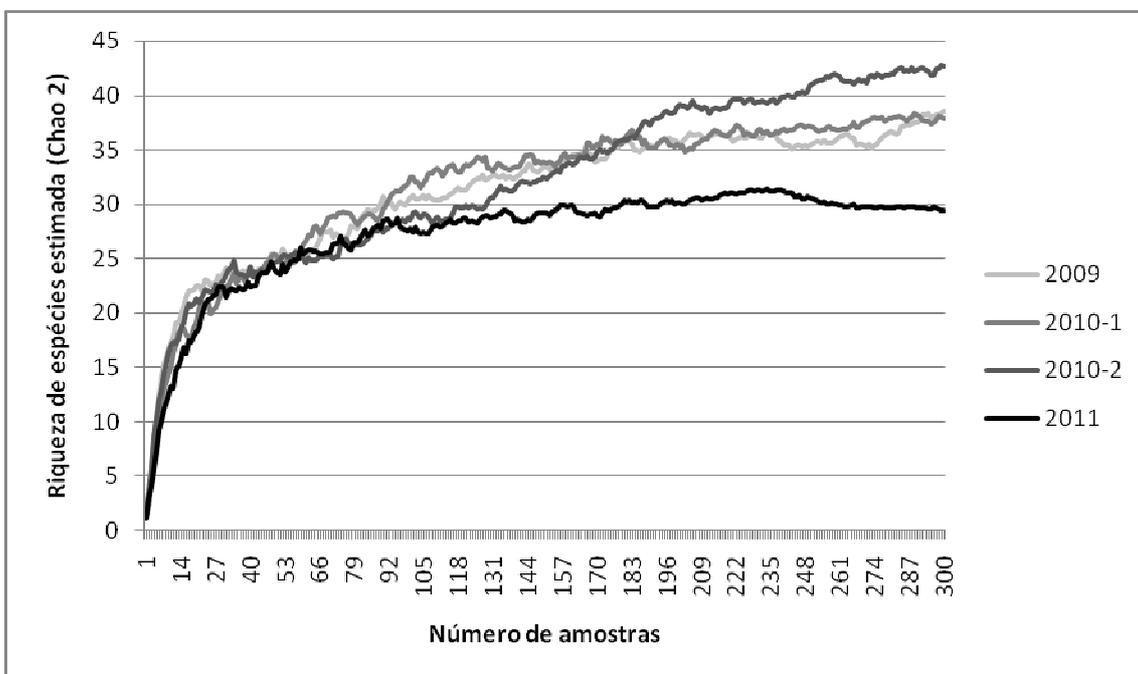


Figura 11: Curvas de acumulação de espécies de formigas poneromorfas obtidas com o estimador Chao 2, com 100 aleatorizações, para 300 amostras nos diferentes períodos de coleta na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA.

Tabela 4. Valores obtidos através do estimador de riqueza Chao2 (\pm desvio-padrão) de espécies de formigas poneromorfas amostradas com iscas e pitfall para cada estação de coleta na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA.

	2009	2010-1	2010-2	2011
Número de amostras	540	540	540	300
Riqueza observada	30	31	31	25
Riqueza estimada (Chao2)	33,3 \pm 10,3	35,7 \pm 12,2	36,8 \pm 13,7	27,3 \pm 8,8
% amostrado em relação ao estimado	90%	86,8%	84,2%	91,6%
Número de espécies únicas	4	2	5	2

Tabela 5. Valores obtidos através do estimador de riqueza Chao2 (\pm desvio-padrão) para 300 amostras em cada estação de coleta na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA.

	2009	2010-1	2010-2	2011
Número de amostras	300	300	300	300
Riqueza observada	26,05	26,52	26,54	25
Riqueza estimada (Chao2)	38,55 \pm 13,51	37,8 \pm 11,45	42,74 \pm 17,91	29,5 \pm 4,8
% amostrado em relação ao estimado	67,57%	70,16%	62,09%	84,74%
Número de espécies únicas	2,05	2,25	1,93	1,65

A riqueza de formigas poneromorfas amostradas nas áreas A2 e A3 não apresentou nenhuma diferença ($p = 0,456$; $F = 0,914$) entre as estações seca (2009 e 2010-2) e chuvosa (2010-2 e 2011) através da análise de variância (ANOVA) (Figura 12).

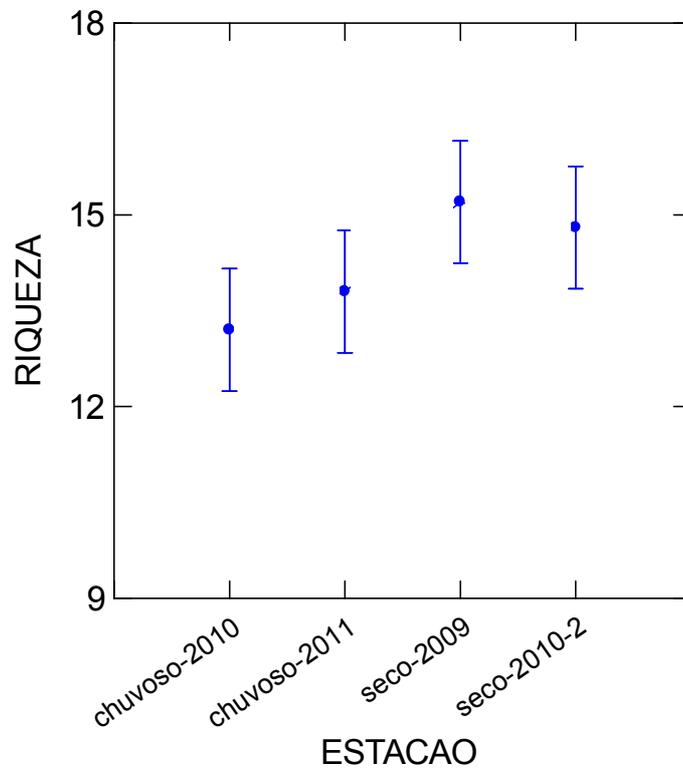


Figura 12: Média e desvio-padrão para a riqueza de espécies de formigas poneromorfas amostradas nas diferentes estações de coleta ($p = 0,456$; $F = 0,914$).

Os resultados da análise realizada para identificar a composição da fauna de formigas poneromorfas indicam não haver uma clara influência da sazonalidade na comunidade, sendo que as espécies de formigas que ocorreram na estação seca e na estação chuvosa não formam grupos distintos nas três áreas amostradas (Figura 13).

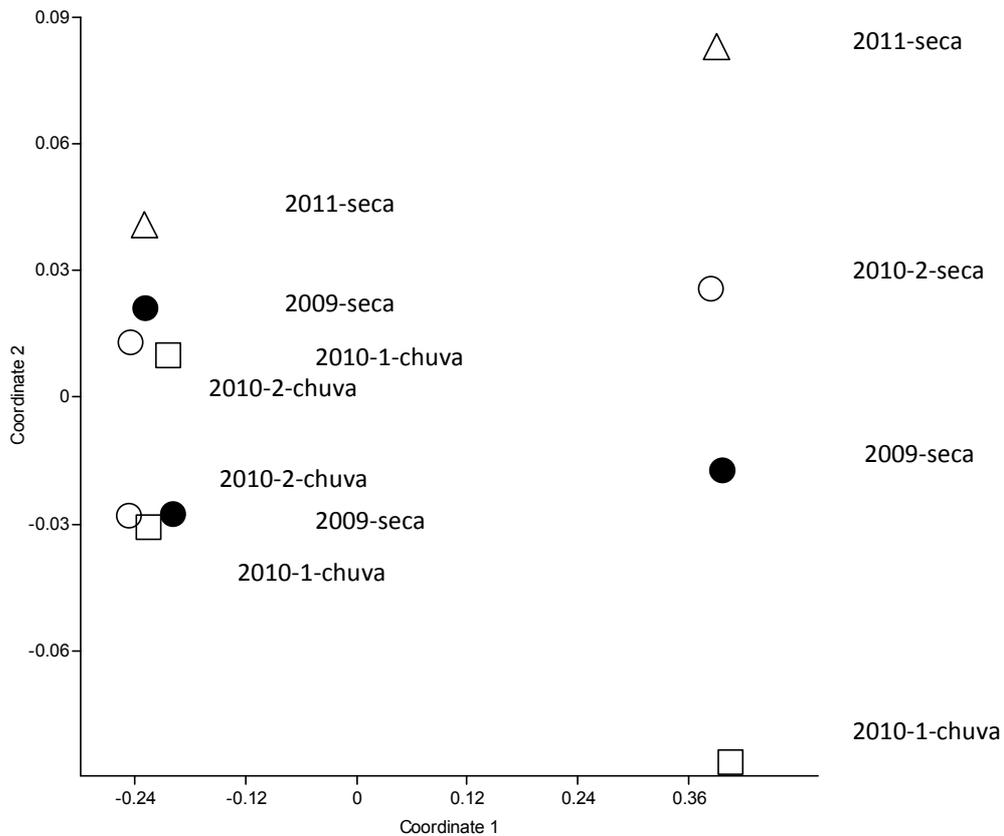


Figura 13: Ordenação das áreas estudadas e as respectivas estações de coleta na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA, pelo MDS através da similaridade de Bray-curtis (Stress = 0,12). Círculos pretos = 2009 (estação seca); Círculos brancos = 2010-1 (estação chuvosa); Quadrados = 2010-2 (estação seca); Triângulos = 2011 (estação chuvosa).

A aplicação de técnicas diferenciadas resultou em coletas distintas da mirmecofauna. Já para as diferentes estações de coleta não houve distinção na composição da mirmecofauna entre as estações seca e chuvosa. Dessa forma, a análise de similaridade evidenciou um agrupamento da fauna de acordo com a técnica de amostragem, ou seja, a composição de formigas poneromorfas é diferente para isca no solo, na vegetação e pitfall (Figura 14).

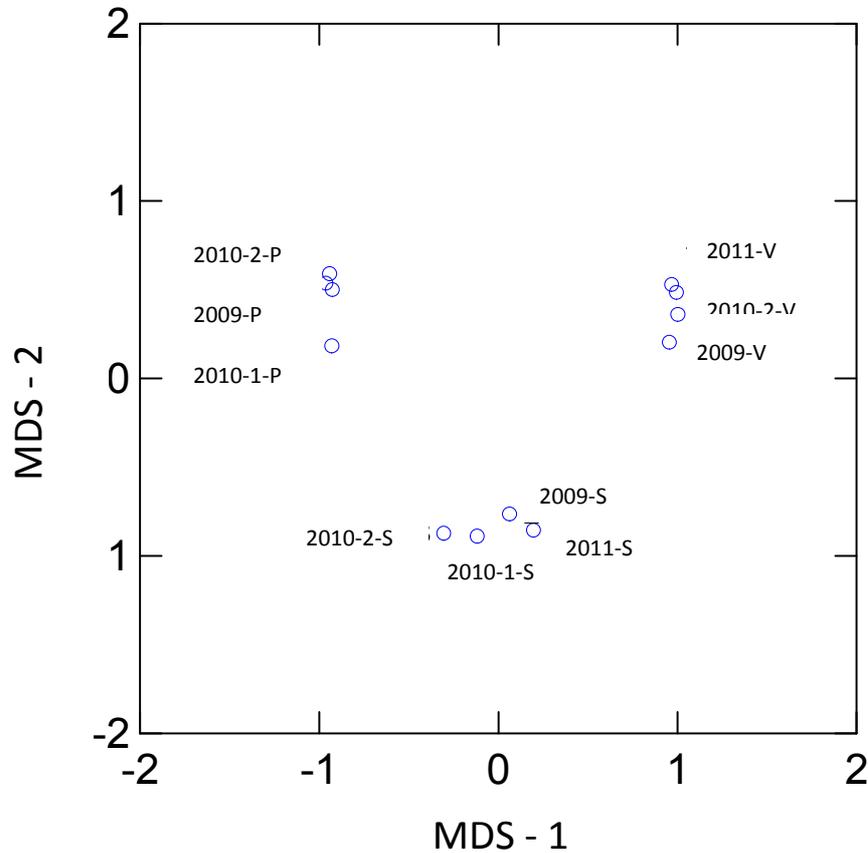


Figura 14: Ordenação das técnicas de amostragem e as diferentes estações de coleta (2009=Seca, 2010-1=Chuva, 2010-2=Seca, 2011=Chuva) na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA, pelo MDS através da similaridade de Bray-curtis (Stress = 0,018). P = pitfall; S = isca no solo; V = isca na vegetação.

A composição de espécies de formigas poneromorfas da estação chuvosa (2010-1 e 2011) não pode ser explicada pelas variáveis ambientais amostradas. O CAP (Figura 15) e a profundidade da serapilheira (Figura 16) não apresentaram relação direta com a variável dependente, representada pelo eixo DIM1 do MDS que expressa a composição de formigas poneromorfas, na análise de regressão linear simples.

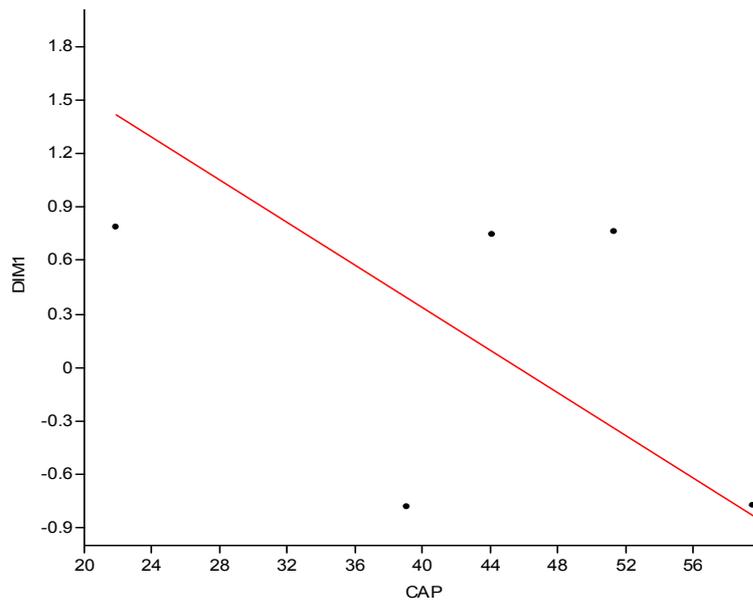


Figura 15: Relação entre circunferência a altura do peito (CAP) em centímetros e eixo DIM1 do MDS representando a composição das espécies de formigas poneromorfas na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA ($r = 0,161$; $p = 0,504$).

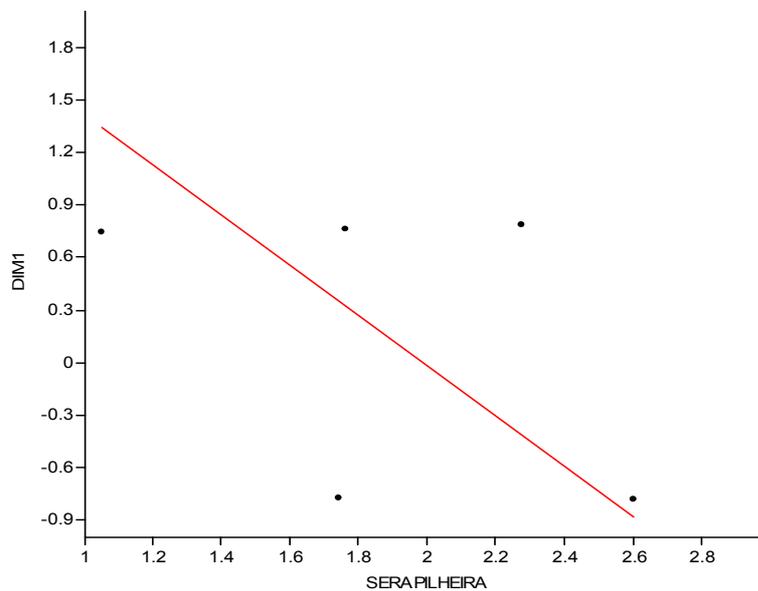


Figura 16: Relação entre profundidade da serapilheira em centímetros e eixo DIM1 do MDS representando a composição das espécies de formigas poneromorfas na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA ($r = 0,184$; $p = 0,471$).

A riqueza de formigas poneromorfas presente na estação chuvosa também não pode ser explicada pelas variáveis ambientais amostradas. O CAP (Figura 17) e a profundidade da serapilheira (Figura 18) não apresentaram relação direta com a riqueza.

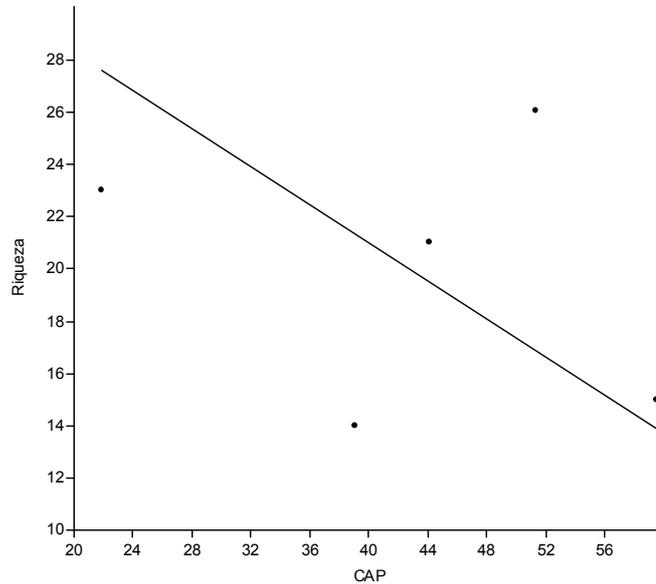


Figura 17: Relação entre circunferência a altura do peito (CAP) em centímetros e riqueza de formigas poneromorfas na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA ($r = 0.242$; $p = 0.693$).

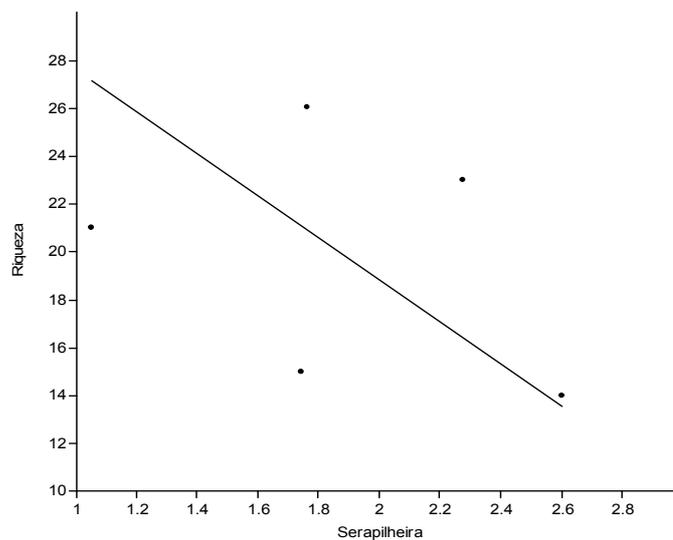


Figura 18: Relação entre profundidade de serapilheira em centímetros e riqueza de formigas poneromorfas na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA ($r = 0.326$; $p = 0.592$).

5. DISCUSSÃO

A lista de espécies praticamente completa é uma importante contribuição desse trabalho porque permite comparações com outros estudos além do fato de permitir identificar hábitos e comportamentos específicos das espécies e assim associar com padrões ecológicos encontrados. Moura (2006) obteve respostas mais objetivas em relação ao padrão de distribuição das formigas dos gêneros *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* na Amazônia Central a partir da resolução taxonômica mais alta (nível de espécie).

As listas de espécies integram grande parte dos trabalhos de conservação, desde inventários até trabalhos de ecologia de comunidades (PRIMACK & RODRIGUES, 2002) visto que é fundamental conhecer as espécies de uma região para se determinar as prioridades de conservação (SANTOS, 2003). Scotland *et al.* (2003) ressaltam a importância da divulgação de inventários e revisões taxonômicas para confirmação de registro de espécies. Phillips *et al.* (2003) afirmam que as pesquisas devem obter o máximo de informação associada a baixos custos visto que os recursos financeiros destinados a estudos de biodiversidade são limitados em relação a extensa área de floresta amazônica. É importante destacar que há sérios problemas em tentar avaliar a diversidade e riqueza de espécies pela comparação de listas de localidades de inventários na Amazônia, bem como em todo o neotrópico visto que os esforços de pesquisas em cada local variam, bem como os métodos e técnicas utilizadas, que precisam ser bem descritos.

A espécie *Ectatomma lugens* Emery, 1894 foi a que apresentou maior frequência de ocorrência ao longo de toda amostragem. Essa espécie possui ampla distribuição em regiões de floresta tropical e hábitos generalistas (FERNANDÉZ, 1991), o que pode explicar o fato de sua maior ocorrência em relação as outras espécies de formigas poneromorfas. O gênero *Ectatomma* é composto por formigas muito conspicuas e abundantes (LATTKE, 2003), que geralmente forrageiam e nidificam no solo, no entanto, algumas espécies podem ser encontradas na vegetação (VASCONCELOS & VILHENA, 2006).

Já as espécies *Gnamptogenys striatula* Mayr, 1883 e *Pachycondyla unidentata* (Mayr, 1862) foram encontradas apenas nas iscas sobre a vegetação embora isso não signifique que essas espécies são exclusivamente arborícolas. Camargo (2011) coletou a espécie *Gnamptogenys striatula* Mayr, 1883 com o uso de pitfall na serapilheira em mata de galeria. Já *Pachycondyla unidentata* (Mayr, 1862) é citada por Lattke (2003) como pertencente ao extrato arbóreo, inclusive sendo mimetizada por aranhas.

Gnamptogenys haenschi Emery, 1902 possui hábito de forragear sobre troncos caídos e também sobre o solo e liteira (LATTKE, 1995). *Gnamptogenys concinna* (Fr.

Smith, 1858) é geralmente encontrada no estrato arbóreo (LATTKE, 2003) embora nesse estudo tenha sido coletada na serapilheira. Latke (1995) associou espécies desse gênero a matas úmidas. Já os ninhos de *Pachycondyla striata* Fr. Smith, 1858 são geralmente localizados em áreas sombreadas e com grande quantidade de folhigo (MEDEIROS, 1997), descrição que em termos gerais se encaixa nas áreas amostradas.

O fato de algumas espécies terem sido encontradas uma única vez ou possuírem baixa frequência de ocorrência é comum em trabalhos envolvendo comunidades de formigas como também observado nos estudos de Braga *et al.* (2010), Vargas (2011) e Coelho (2011). Esse resultado pode estar relacionado a padrões ecológicos mais gerais de estrutura de comunidades tropicais visto que o grande número de espécies muito raras ou muito comuns é amplamente relatado para a fauna de formigas em regiões tropicais, principalmente na serapilheira (HOLLDOBLER & WILSON, 1990; OLSON, 1991; PARR & CHOWN, 2001; SCHOEREDER *et al.*, 2004). Outra questão a ser ressaltada é que a utilização de mais técnicas de amostragem, como extrator de Winkler, poderiam contribuir para a diminuição do número de espécies raras visto que as técnicas utilizadas podem apresentar limitações para coletar determinadas espécies.

Em relação as técnicas de amostragem utilizadas, o pitfall se apresentou bastante eficiente e seria suficiente para amostrar a comunidade de formigas poneromorfas do solo não sendo necessário o uso de iscas atrativas na serapilheira. O uso de iscas atrativas sobre a vegetação se mostrou necessário visto que duas espécies foram amostradas exclusivamente através do uso dessa técnica. Longino & Colwell (1997) estudaram metodologias para realização de inventários de formigas em florestas neotropicais, sugerindo que sejam realizadas amostragens tanto da região de serapilheira e/ou solo como da vegetação, visando obter um maior número possível de espécies do local. O uso do pitfall, embora tenha amostrado de forma mais eficiente a comunidade de formigas poneromorfas, apresenta como desvantagem a necessidade de maior tempo em campo visto que a armadilha deve permanecer 48 horas ativa depois de instalada. No presente estudo, havia tempo hábil para o uso dessa técnica mas isso nem sempre é possível. Nesses casos, a isca atrativa na serapilheira tem se mostrado uma alternativa viável para estudos de comunidades de formigas (BESTELMEYER *et al.*, 2000; RAMOS *et al.*, 2003) visto que a logística para seu uso é mais fácil de ser empregada já que permanece apenas uma hora em campo.

Devido ao hábito de caçar das formigas poneromorfas, esse grupo é mais encontrado na serapilheira, onde há maior oferta de alimento, e poucas espécies nidificam ou forrageam sobre a vegetação embora haja espécies de formigas poneromorfas

especializadas em viverem nesse ambiente que se alimentam da excreção de homópteros e de nectários extraflorais (LATTKE, 2003). Davidson & Fischer (1991) registraram um caso raro de formigas poneromorfas nidificando em árvores ao constatarem que *Pachycondyla luteola* construía seus ninhos em *Cecropia spp.*

Assim como no presente estudo, Delabie (2003) verificou que o número de espécies de formigas encontrado na serapilheira é superior ao encontrado sobre a vegetação. É comum que os trabalhos sobre comunidade de formigas abordem apenas um tipo de hábitat devido a dificuldades logísticas para se amostrar diferentes estratos do ambiente que exigem técnicas variadas, seja serapilheira (MARINHO *et al.*, 2002), estrato arbóreo (PIC, 2001), dossel (BATTIROLA *et al.*, 2005) e fauna hipogéica (SCHMIDT & SOLAR, 2007), embora seja recomendável a integração de técnicas de amostragem.

Em relação ao grande esforço amostral realizado nesse trabalho, o uso de 300 amostras em cada período de coleta teria sido suficiente para amostrar toda a fauna de formigas poneromorfas visto que a curva de acumulação de espécies ficou praticamente estável ao atingir esse número. Silva & Silvestre (2000) afirmam que como as formigas são um grupo de insetos muito diverso, normalmente é necessário um grande esforço amostral para que a assíntota da curva de acumulação de espécies seja atingida. O fato de muitas espécies de formigas serem raras no ambiente também contribui para a necessidade de se utilizar um grande esforço amostral. O uso de 540 amostras por período de coleta, com exceção da coleta de 2011 em que foram utilizadas 300 amostras, é um número grande que se mostrou superior ao necessário para caracterizar essa comunidade. Entretanto, Ferreira (1986) argumenta que devido ao grande número de espécies acidentais é necessário um alto número de amostras e ainda adverte que espécies nesta condição podem desaparecer devido a qualquer agravamento das condições bióticas ou abióticas locais.

No geral, o índice de diversidade de Shannon-Wiener não apresentou grande alteração nas estações seca e chuvosa. Esse índice é um dos melhores para comparações entre comunidades porque apresenta a vantagem de ser relativamente independente do tamanho da amostra e pode ser usado com amostras de tamanhos diferentes (ODUM, 1988).

No entanto, VARGAS *et al.* (2007) encontraram uma importante variação entre as épocas de coleta (seca e chuvosa) com a utilização do índice de Shannon-Wiener em ambiente de restinga. Além disso, estes autores obtiveram maior abundância e densidade de espécies de formigas na época mais quente e úmida, indicando que esses resultados podem ser decorrentes de temperaturas mais elevadas na estação chuvosa. Em relação as formigas arborícolas, o índice de diversidade de Shannon-Wiener também foi maior na estação

chuvosa que na estação seca em estudo realizado em fragmentos de Mata Atlântica por COELHO (2011). Uma vez que o esforço amostral foi o mesmo em ambas estações, os resultados também podem ser decorrentes de temperaturas mais elevadas na estação chuvosa.

As condições climáticas afetam as atividades de forrageamento das colônias de formigas, que aumentam a atividade sob temperaturas mais altas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Na região onde o presente estudo foi realizado não há grande variação climática ao longo do ano, visto que a temperatura se mantém em média entre 24,3°C e 26,9 °C (EMBRAPA, 2011). Isso pode ajudar a explicar o fato da diversidade, riqueza e composição permanecer praticamente a mesma nas estações seca e chuvosa.

Já em relação a precipitação média anual, esses valores variam bastante ao longo do ano, sendo que na época seca pode chegar a 17 mm e na época chuvosa a 387 mm (EMPRABA, 2011). No entanto, mesmo com tamanha variação na precipitação, a comunidade de formigas poneromorfas amostradas na época chuvosa e na seca não apresentou variação em termos de diversidade, riqueza e composição. Isso pode ser reflexo de uma homogeneidade, em termos gerais, do grupo em relação aos hábitos e comportamento (LATTKE, 2003).

Levings (1983) constatou que a umidade também é um fator que pode explicar as diferenças na abundância de insetos tropicais nas diferentes épocas do ano. Kaspari (2000) relata que as comunidades de formigas podem ser influenciadas pela disponibilidade de recursos alimentares ou locais para nidificação, por interações competitivas entre as espécies e pelos fatores climáticos, principalmente por temperatura e umidade.

As 15 espécies com maior frequência de ocorrência (utilizada como medida de abundância) foram mais frequentes na estação seca. Isso pode estar relacionado à disponibilidade de alimento visto que alguns insetos permanecem em estado inativo na estação chuvosa (WOLDA, 1988) e alguns desses insetos podem servir de alimento para as formigas que são mais comuns no ambiente. Vários trabalhos evidenciaram que a baixa disponibilidade dos recursos pode gerar uma maior taxa de competição interespecífica e exclusão, o que é um dos principais reguladores da estrutura das comunidades de formigas (BERNSTEIN, 1975; LACH, 2005; CARPINTERO & REYES-LÓPEZ, 2008).

Nesse sentido, uma dificuldade encontrada é o fato de haver poucos estudos envolvendo a biologia e o comportamento de insetos que não tenham interesse econômico, principalmente em regiões tropicais. Wolda (1988) ressalta a importância de trabalhos de

descrição de ciclo de vida de insetos para que questões de sazonalidade possam ser melhor compreendidas.

Em relação as variáveis ambientais amostradas, circunferência à altura do peito e profundidade de serapilheira, não foi possível estabelecer uma relação com a composição da comunidade, tampouco com a riqueza. Vários estudos (BENSON & HARADA, 1988; MATOS *et al.*, 1994; OLIVEIRA *et al.*, 1995; SILVA, 2006) relatam variação na diversidade de formigas influenciadas pelas características do ambiente, verificando que quanto maior a complexidade, maior será a diversidade de espécies. Dessa forma, a estrutura da comunidade de espécies animais pode refletir as características de seus habitats e em alguns casos ser indicadora de alterações no ambiente (HILL & HAMER, 1998). O que pode ter acontecido é que as variáveis ambientais amostradas não são capazes de refletirem a complexidade ambiental da área de estudo. Além disso, também deve ser considerado que essas áreas formavam um contínuo florestal até pouco tempo atrás e as clareiras abertas entre elas são recentes.

Por último, a relevância do tema abordado torna-se evidente principalmente no caso da escolha de grupos de insetos-chave para monitoramento e avaliação de sistemas florestais perturbados. Os mais importantes são aqueles capazes de provocar mudanças físicas em seu ambiente e regular a disponibilidade de recurso para outras espécies, tais como polinizadores, predadores de sementes, parasitóides e decompositores (DIDHAM *et al.*, 1996). Vários estudos têm mostrado que as formigas podem participar ativamente na composição da vegetação (MORAIS & BENSON, 1988; OLIVEIRA *et al.*, 1995) e algumas espécies atuam como dispersoras de sementes, carregando-as inclusive para áreas degradadas (MOUTINHO *et al.*, 1983). Dessa forma, as formigas são citadas como possível grupo indicador de biodiversidade e de perturbação ambiental (ARMBRECHT & ULLOA, 1997).

6. CONCLUSÃO

A identificação das espécies encontradas tem especial relevância pelo fato de contribuir para a consolidação do conhecimento da biodiversidade de formigas poneromorfas na Floresta Amazônica e permitir estudos comparativos com outras regiões de floresta tropical.

Os resultados obtidos evidenciam uma homogeneidade da comunidade de formigas poneromorfas amostradas entre 2009 e 2011 na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí, PA em relação aos parâmetros ecológicos de distribuição, riqueza e composição da comunidade. Apenas para as 15 espécies com maior frequência de ocorrência foi possível identificar que essas espécies ocorreram com maior frequência na estação seca (2009 e 2010-2). Também foi possível encontrar grupos de espécies de acordo com os diferentes métodos de amostragem (isca no solo, na vegetação e pitfall).

A sazonalidade foi uma variável sem relevância para a identificação de padrões de distribuição, riqueza e composição da comunidade de formigas poneromorfas dentro do contexto estudado. Sendo assim, é importante continuar pesquisando o tema na busca de outros fatores como interações competitivas e história evolutiva que possam auxiliar na compreensão dos processos ecológicos que possuem maior importância para esse grupo.

Os resultados encontrados na análise entre variáveis ambientais (profundidade da serapilheira e a circunferência a altura do peito) em relação a composição e riqueza da comunidade de formigas poneromorfas demonstram a pouca influência dessas variáveis sobre o padrão de ocorrência das formigas poneromorfas nas estação chuvosa. Outras variáveis ambientais como densidade do sub-bosque e composição de espécies vegetais da área estudada podem estar atuando nesse sistema e influenciando a dinâmica da composição de espécies de formigas poneromorfas, por isso novos estudos abordando outras variáveis ambientais podem trazer uma grande compreensão sobre que fatores influenciam as formigas poneromorfas em ambientes perturbados na Amazônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTI, D. & JOHNSON, N. F. Editors. **Antbase**. World Wide Web electronic publication., version (05/2005). Disponível em: <http:// antbase.org >. Acesso em: 26/06/2012.

ALONSO, L. E. **Ants as indicators of diversity**. 2000. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. eds. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution, pp. 80-88.

ALONSO, L. E. & AGOSTI, D. **Biodiversity studies, monitoring and ants: an overview**. 2000. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. eds. *Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution, pp. 1-8.

ANDERSEN, A. N. & MAJER, J. D. 2004. Ants show the way Down Under: invertebrates as bioindicators in land management. **Frontiers Ecology Environment**. v. 2, n. 6, pp. 291-298.

ARCILA, C. A. & LOZANO-ZAMBRANO, F. H. 2003. **Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo**. *In*: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. pp 159-166.

ARMBRECHT, I.; CHACÓN, P. C.; GALLEGO, M. C. & RIVERA, L. 2005. Efecto de la intensificación del cultivo de café sobre poneromorfos de Risaralda. **V Coloquio de insectos sociales IUSI - Sección Bolivariana**. pp 96.

ARMBRECHT, I. & ULLOA, P. C. 1997. Composición y diversidad de hormigas em bosques secos relictuales y sus alrededores, em el Valle del Cauca, Colombia. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 23, n. ½, pp.45-50.

BASSET, Y.; CHARLES, E. & HAMMOND, D. S. 2001. Short-term effects of canopy openness on insect herbivores in a rain forest in Guyana. **Journal of applied ecology**. n. 38, pp. 1045-1058.

BATTIROLA, L. D.; MARQUES, I. M.; ADIS, J & DELABIE, J. H. C. 2005. Composição da comunidade de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) em copas de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 49, n. 1, pp. 107-117.

BENSON, W.W. & BRANDÃO, C.R.F. 1987. **Pheidole diversity in the humid Tropics: a survey from Serra dos Carajas, Para, Brazil**. *In*: EDER J. & REMBOLD, H. (eds). *Chemistry and Biology of Social Insects*, München, Verlag J. Peperny, pp. 593–594.

BENSON, W. W. & HARADA, A. Y. 1988. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera:Formicidae). **Acta Amazonica**. Manaus, n. 18, pp. 275-289.

BERNSTEIN, R.A. 1975. Foraging strategies of ants in response to variable food density. **Ecology**. v. 56, pp. 213-219.

BESTELMEYER, B. T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L. E.; BRANDÃO, R. F.; BROWN, W. L. JR.; DELABIE, J. H. C. & SILVESTRE, R. 2000. **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. (Eds). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington. pp. 122-144.

BÖHLKE, J. E.; WEITZMAN, S. H. & MENEZES, N. A. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. **Acta Amazônica**. v. 8, n. 4, pp. 657-677.

BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. 1994. Massachusetts: Harvard University Press. 222 p.

BOLTON, B. 1995. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History**. v. 29. p. 1037-1056.

BOLTON, B. 2003. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**. n. 71, pp. 1-370.

BOTERO, M.; RIVERA, L. & ARMBRECHT, I. 2005. Hormigas de suelo como indicadores ecológicos en siete usos de la tierra en fincas ganaderas del Quindío, Colombia. **V Coloquio de insectos sociales IUSSI - Sección Bolivariana**. pp 30-45.

BRADY, S.G.; SCHULTZ, T.R.; FISHER, B.L. & WARD, P.S. 2006. Evaluating alternative hypothesis for the early evolution and diversification of ants. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. n. 103(48), pp. 18172-18177.

BRAGA, D. L.; LOUZADA, J. N. C. ZANETTI, R. & DELABIE, J. 2010. Avaliação rápida da diversidade de formigas em sistemas de uso do solo no sul da Bahia. **Neotropical Entomolgy**. v. 39, n. 4, pp 464-468.

BRANDÃO, C. R. F. 2008. Prólogo. In: JIMÉNEZ, E.; FERNÁNDEZ, F.; ARIAS, T.M. & LOZANO-ZAMBRANO, F. H. (Eds.). **Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. pp. 09-10.

BRASIL. 2008. **Plano Amazônia Sustentável: Diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia brasileira**. Brasília: MMA.

BROWN, W. L. Jr. 1992. Two news species of *Gnamptogenys*, and an account of millipede predation by one of them. **Psyche**. n. 99, pp. 275- 289.

BRUNA, E. M.; VASCONCELOS, H. L. & HEREDIA, S. 2005. The effect of habitat fragmentation on communities of mutualists: Amazonian ants and their host plants. **Biological Conservation**. n. 124, pp. 209–216.

CAMARGO, K. S. 2011. **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. 80 p.

CAPOBIANCO, J.P.R., A. VERÍSSIMO, A. MOREIRA, I. DOS SANTOS, L.P. PINTO & D. SAWYER (eds.). 2001. **Biodiversidade na Amazônia brasileira – avaliação e ações prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios**. Editora Estação Liberdade e Instituto Socioambiental, São Paulo. Disponível em <<http://www.isa.org.br/bio/index.htm>>. 544 p.

CARPINTERO, S. & REYES-LÓPEZ, J. 2008. The role of competitive dominance in the invasive ability of the Argentine ant (*Linepithema humile*). **Biological Invasions**. v. 10, pp.25-35.

COELHO, R. C. S. 2011. **Comunidades de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) do Estrato Arbustivo-Arbóreo em Fragmentos Florestais de Mata Atlântica no Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 59 p.

COLWELL, R. K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 8.0. homepage: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Acesso em 12/2011.

DAVIDSON, D.W. & FISHER, B. L. 1991. **Symbiosis of ants with *Cecropia* as a function of light regime**. In: HUXLEY, C. R. & CUTLER, D. F. (Eds.). *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford. pp. 289-309.

DECAËNS, T & ROSSI, J. P. 2001. Spatio-temporal structure of earthworm community an soil heterogeneity in a tropical pasture. **Ecography**. n. 24, pp. 671-682.

DELABIE, J. H. C. 2003. Comunidades de formigas das árvores nas formações florestais da América do Sul, com ênfase no sudeste da Bahia. **Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia**. UFSC, Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. n. 1, pp. 109-114.

DIDHAM, R. K.; GHAZOUL, J.; STORK, N. E. & DAVIS, A. J. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. **Tree**, v. 11, n. 6, pp. 255-260.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2011. **Banco de dados climáticos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/index.php?UF=pa>>. Acesso em: 17/11/2011.

FEARNSIDE, P. M. 2003. **A floresta amazônica nas mudanças globais**. Manaus: INPA, 134 p.

FEARNSIDE, P. M. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1.

FERNÁNDEZ, F. 1991. Las hormigas cazadoras del género *Ectatomma* (Formicidae: Ponerinae) en Colombia. **Caldasia**, v. 16, n. 79, pp. 551-564.

FERNÁNDEZ, F. & ARIAS-PENNA, T. M. 2008. **Las hormigas cazadoras en la región Neotropical**, p. 3-39. *In*: LOZANO-ZAMBRANO, F.; FERNÁNDEZ, F.; JIMÉNEZ, E. & ARIAS, T. (Eds). Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. pp 3-39.

FERNÁNDEZ, F. & SENDOYA, S. 2004. List of Neotropical Ants. **Biota Colombiana**, 5(1): 3-88.

FERREIRA, M. F. B. 1986. **Análise faunística de Formicidae (Insecta: Hymenoptera) em ecossistemas naturais e agroecossistemas na região de Botucatu, SP**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, SP. 73 p.

FITTKAU, E. J. & H. KLINGE. 1973. On Biomass and Trophic Structure of the Central Amazonian Rain Forest Ecosystem. **Biotropica** 5(1):2-14.

FOWLER, H. G.; DELABIE, J. H. C.; BRANDÃO, C. R. F.; FORTE, L. C. & VASCONCELOS, H. L. 1991. **Ecologia nutricional de formigas**. *In*: PANIZZI, A. R. & PARRA, J. R. P. eds. Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Rio de Janeiro, Manole/CNPQ. pp.131-209.

FREITAS A. V. L; FRANCINI R. B & BROWNJR K. S. 2003. **Insetos como indicadores ambientais**. *In*: CULLEN JR. L; VALLADARES-PÁDUA C.; RUDRAN R. (eds) Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Editora da UFPR, Curitiba, Brasil, pp. 125-151.

GILIOME, J. H. Insect diversity in the Cape Floristic Region. 2003. **African Journal of Ecology**, n. 41, pp. 237-244.

GOMES, C. B.; SOUZA, J. L. P. & CHILSON, E. F. 2010. Avaliação do esforço amostral e relações com variáveis ambientais de poneromorfos (Hymenoptera; Formicidae) na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM. **Anais XIX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM**. 4 p.

GOTWALD, W. H. 1995. **Army Ants: The Biology of Social Predation**. London, Cornell University Press, 302p.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. 2001. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. Ver. 2.04. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past/>>. Acesso em: 09/12/2011.

HILL, J. K. & HAMER, K. C. 1998. Using species abundance models as indicators of habitat disturbance in tropical forests. **Journal of Applied Ecology**. v. 35, pp. 458-460.

HOFFMAN, B. & ANDERSEN, A. N. 2004. Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. **Austral Ecology**. n. 28, pp. 444 - 446.

HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. 1990. **The ants**. Cambridge, Harvard University. 732p.

HOPKINS, M. J. G. 2005. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia**. n. 56, v. 86, pp. 9-25.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2004. **Mapa de vegetação do Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm/>>. Acesso em: 27/11/2011.

IUCN- THE WORLD CONSERVATION UNION. 2004. **Red list of threatened species - A global species assessment**. BAILLIE, J. E. M.; HILTON-TAYLOR, C. & STUART, S. N. (Eds). Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 191 p.

JIMÉNEZ, E.; LOZANO- ZAMBRANO, F. H.; RODRÍGUEZ, J. & RAMÍREZ, D. P. 2008. **Conservación de hormigas cazadoras: rareza y endemismo**. In: JIMÉNEZ, E.; FERNÁNDEZ, F.; ARIAS, T.M. & LOZANO-ZAMBRANO, F. H. (Eds.). Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. pp. 407-421.

KASPARI, M. **A primer on ant ecology**. 2000. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (Eds.) *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington. pp. 9-24.

KASPARI, M. & MAJER, J. D. 2000. **Using ants to monitor environmental change**. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. (Eds.) *Ants: standard*

methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press, Washington. pp. 89-98.

LACH, L. 2005. Interference and exploitation competition of three nectar-thieving invasive species. **Insectes Sociaux**. v.52, pp.257-262.

LATTKE, J. E. 1990. Revisión del género *Gnamptogenys* Mayr para Venezuela. **Acta Terramaris**. n. 2, pp. 1-47.

LATTKE, J. E. 1995. Revision of the ant genus *Gnamptogenys* in the New World (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Hymenoptera Research**. n. 4, pp. 137-193.

LATTKE, J. E. 2003. Subfamilia Ponerinae. *In*: Fernández, F., (ed). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. pp. 261-281

LEVINGS, S.C. 1983. Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: Some causes of patchy distributions. **Ecological Monographs**. n. 53, pp. 435-455.

LEWINSOHN, T. M.; FREITAS, A. V. L. & PRADO, P. I. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, pp. 62-69.

LOBRY DE BRYUN, L. A. 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. n. 74, pp. 425-441.

LONGINO, J. T. & COLWELL, R. K. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. **Ecology Applications**. v. 7, n. 4, pp. 1263-1277.

LOZANO-ZAMBRANO, F. H. & FERNÁNDEZ, F. 2007. Aproximación al análisis zoogeográfico de las hormigas cazadoras (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. **Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle**. v.8, n. 1, pp. 22-31.

MAJER, J. D. 1983. Ants: bioindicators of mine site rehabilitation, land use and land conservation. **Environmental Management**. v. 7, pp. 375-383.

MAJER, J. D.; DELABIE, J. H.C. & MCKENZIE, N. L. 1997. Ant litter fauna of forest edges and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux**, v. 44, n. 3, p. 225-266.

MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; SCHILINDWEIN, M. N. & RAMOS, L. S. 2002. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**. v. 3, n. 2, pp. 187-195.

MARTÍN-PIERA, F. 1999. **Apuntes sobre Biodiversidad y Conservación de Insectos: Dilemas, Ficciones y ¿Soluciones?** Boletín electrónico de entomología - Sociedad Entomológica Aragonesa. 468 p.

MATOS, J. Z.; YAMANAKA, C. N.; CASTELLANI, T. T. & LOPES, B. C. 1994. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de *Pinus elliottii* com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**. v. 7, n. ½, pp.57-64.

MEDEIROS, F. N. S. 1997. **Ecologia comportamental da formiga *Pachycondyla striata* Fr. Smith, 1858 (Formicidae: Ponerinae) em uma floresta no sudeste do Brasil**. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 85 p.

MEIRELLES FILHO, J. C. 2006. **Livro de ouro da Amazônia**. Rio de Janeiro. Ed. Ediouro. 442 p.

MENEZES, N. A. Methods for assessing freshwater fish diversity. 1996. *In*: BICUDO, C. E. M & MENEZES, N. A. (eds.). **Biodiversity in Brazil: a first approach**. São Paulo, Brasil. pp. 289-96.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2002. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF. 404 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2006. **Plano de manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri**. Brasília: MMA/IBAMA. 453 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2009. **Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal**. Brasília: MMA. 170 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2011. **O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Brasília: MMA. 16 p.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; BROOKS, T. M.; PILGRIM, J. D.; KONSTANT, W. R.; FONSECA, G. A. B. & KORMOS, C. 2003. Wilderness and Biodiversity Conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 100(18), pp. 10309-10313.

MORAIS, H.C. & BENSON, W.W. 1988. Recolonização de vegetação de cerrado após queimada, por formigas arborícolas. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, n. 3, p. 459-466.

MOREAU, C.S.; BELL, C.D.; VILA, R.; ARCHIBALD, S.B. & PIERCE, N.E. 2006. Phylogeny of the ants: Diversification in the age of Angiosperms. **Science** 312:101-104.

MOURA, C. A. R. 2006. **Esforço amostral e ecologia de formigas de liteira, com ênfase em *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) em uma floresta de terra firme na Amazônia Oriental**. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais). INPA/UFAM. Manaus. 40 p.

MOUTINHO, P.R.S.; NEPSTAD, D.C.; ARAÚJO, K.; UHL, C. 1983. Formigas e floresta: estudo para a recuperação de áreas de pastagens. **Ciência Hoje**, v. 15, n. 88, p. 59-60.

MYERS, N. Florestas tropicais e suas espécies, sumindo, sumindo. . . ? 1997. *In*: WILSON, E. O.; PETER, F. M. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira. pp. 89-97.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (NAS). 2011. Disponível em: < www.nasonline.org/>. Acesso em: 03/11/2011.

OLIVEIRA, M. A.; DELLA LUCIA, T. M. C.; ARAUJO, M. S. & CRUZ, A. P. 1995. A fauna de formigas em povoamentos de Eucalipto e mata nativa no estado do Amapá. **Acta Amazônica**, 25 (1/2): p.117-126.

ODUM, E. P. **Ecologia**. 1988. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 434p.

OLSON, D. M. A. 1991. comparison of the efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera, Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica. **Biotropica**. v. 23, pp. 166-172.

OUELLETTE, G.; FISHER, B. L. & GIRMAN, D. K. 2006. Molecular systematics of basal subfamilies of ants using 28S rRNA (Hymenoptera: Formicidae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**. 40:359–369.

PARR, C. L. & CHOWN, S. L. 2001. Inventory and bioindicator sampling: testing pitfall and Winkler methods with ants in South African savanna. **Journal of Insect Conservation**. v. 5, pp. 27-36.

PASSOS, L. & OLIVEIRA, P. S. 2004. Interaction between ants and fruits of Guapira opposite (Nyctaginaceae) in a Brazilian sandy plain rainforest: ant effects on seeds and seedlings. **Oecologia**. n. 139, pp. 376-382.

PERES, C. & DOLMAN, P. M. 2000. Density Compensation in Neotropical Primate Communities: Evidence from 56 Hunted and Nonhunted Amazonian Forests of Varying Productivity. **Oecologia**, n. 122, pp. 175-185.

PERRY, D. **A vida na copa da floresta**. São Paulo: Editora Interação, 1991.

PHILLIPS, O. L.; MARTINEZ, R.V.; VARGAS, P. N.; MONTEAGUDO, A.L.; ZANS, M. E. C.; SÁNCHEZ, W.G.; CRUZ, A.P.; TIMANÁ, Y.-H. & ROSE, M. S. 2003. Efficient

plot-based floristic assessment of tropical forests. **Journal of Tropical Ecology**. n. 19, pp. 629-645.

PIC, M. 2001. **Fatores locais estruturadores da riqueza de espécies de formigas arborícolas em cerrado**. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 44 p.

PIZO, M. A. & P. S. OLIVEIRA. 1998. Interactions between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabrlea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic forest of south-east Brazil. **American Journal of Botany**. n. 85, pp. 669-674.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. 2002. **Biologia da conservação**. Londrina, Editora Planta. 328 p.

QUIROZ-ROBLEDO, L. N. & VALENZUELA- GONZÁLEZ, J. 2007. Distribution of Poneromorph Ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Mexican State of Morelos. **Florida Entomologist**. vol. 90, n. 4, pp. 609-615.

RADAMBRASIL. **Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Naturais**. 1974. Rio de Janeiro .v. 4, 370 p.

RAMOS, L. S.; MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C. & SCHLINDWEIN, M. N. 2003. Impacto de iscas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação. **Neotropical Entomology**. vol. 32, n. 2, pp. 231-237.

ROLIM, S. G.; COUTO, H. T. Z. Do; JESUS, R. M. & FRANÇA, J. T. 2006. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). **Acta Amazônica**. vol. 36, n.1, pp 107-114.

RYDER, K. T.; MERTL, A. L. & TRANIELLO, J. F. S. 2007. Biodiversity below ground: probing the subterranean ant fauna of Amazonia. **Naturwissenschaften**. n. 94, pp. 725–731.

SANABRIA-BLANDÓN, M. C. & ULLOA, P. C. 2011. Hormigas cazadoras en sistemas productivos del piedemonte amazónico colombiano: diversidad y especies indicadoras. **Acta Amazônica**. vol. 41, n. 4, pp. 503 – 512.

SANTOS, A. J. 2003. **Estimativas de riqueza em espécies**. In: CULLEN, L.; RUDRAN, R. & VALLADARES-PADUA, C. (Eds) Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Editora da UFPR, Curitiba, Brasil. pp. 19-41.

SAYRE, R.; JOSSE, C. & TOUVAL, J. 2008. **Terrestrial Ecosystems of South America**. In: The north America Land Cover Summit. Washington: American Association of Geographers.

- SCHMIDT, F. A. & SOLAR, R. R. C. 2007. É importante coletar formigas hipogéicas? Como coletá-las? **Biológico**. São Paulo. v. 69, n. 2, pp. 267-270.
- SCHOEREDER, J. H.; SOBRINHO, T. G.; RIBAS, C. R. & CAMPOS, R. B. F. 2004. The colonization and extinction of ant communities in a fragmented landscape. **Austral Ecology**. v. 29, pp. 391–398.
- SCOTLAND, R. W.; OLMSTEAD, R. G. & BENNETT, J. R. 2003. Phylogeny reconstruction: the role of morphology. **Systematic Biology**. n. 52. pp. 539-548.
- SCOTT-SANTOS, C. P.; ESTEVES, F. A. & BRANDÃO, C. R. F. 2008. Catalogue of “poneromorph” ant type specimens (Hymenoptera, Formicidae) deposited in the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Brazil. **Papéis avulsos de zoologia**. v. 48, n. 11, pp. 75-88.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Florestas do Brasil em resumo – 2010**. Brasília, 2010.
- SEKERCIOGLU, H. C. 2002. Forest fragmentation hits insectivorous birds hard. **Directions in Science**. n. 1, pp. 62-64.
- SILVA, R. R.; BRANDÃO, C. R. F. & SILVESTRE, R. 2004. Similarity between Cerrado localities in central and southeastern Brazil based on the dry season bait visitors ant fauna. **Studies on Neotropical fauna and environment**. n. 39, pp. 191-199.
- SILVA, R. R. & SILVESTRE, R. R. 2000. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, Oeste de Santa Catarina. **Biotemas**. v. 13, pp. 85-105.
- SILVA, L. B. A. 2006. **Composição, riqueza e raridade de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em povoamentos de eucaliptos e mata nativa na Reserva Biológica União/IBAMA, RJ**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 34 p.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. & NOVA, N.A.V. 1976. Manual of Insect Ecology. **Agronômica Ceres**. Piracicaba. 419 pp.
- SOUZA, J. L. P. 2009. **Avaliação do esforço amostral, captura de padrões ecológicos e utilização de taxa substitutos em formigas (Hymenoptera, Formicidae) de serrapilheira com três métodos de coleta na floresta amazônica, Brasil**. Tese (Doutorado em Ecologia). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 84 p.
- TERBORGH, J.; ROBINSON, S. K.; PARKER III, T. A.; MUNN, C. A. e PIERPOINT, N. 1990. Structure and Organization of an Amazonian Forest Bird Community. **Ecological Monographs**. n. 60, pp. 213-238.
- THIOLLAY, J. M. 1994. Structure, Density and Rarity in an Amazonian Rainforest Bird Community. **Journal of Tropical Ecology**. n. 10, pp. 449-481.

- VARGAS, A. B. 2011. **Diversidade de formigas em fragmentos florestais no vale do Paraíba, Vassouras, Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 79 p.
- VARGAS, A. B.; MAYHÉ-NUNES A. J.; QUEIROZ, J. M.; SOUZA, G. O.; RAMOS, E. F. 2007. Efeitos de Fatores Ambientais sobre a Mirmecofauna em Comunidade de Restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, V. 36, n. 1, p. 028-037.
- VASCONCELOS, H. L.; MACEDO, A. C. C. & VILHENA, J. M. S. 2003. Influence of Topography on the Distribution of Ground-Dwelling Ants in an Amazonian Forest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v. 38, n. 2, pp. 115–124.
- VASCONCELOS, H. L. & VILHENA, J. M. S. 2006. Species turnover and vertical partitioning of ant assemblages in the Brazilian Amazon: a comparison of forests and savannas. **Biotropica**, V. 38, n. 1, p. 100-106.
- VASCONCELOS, H. L.; LEITE, M. F.; VILHENA, J. M. S.; LIMA, A. P. & MAGNUSSON, W. E. 2008. Ant diversity in an Amazonian savanna: Relationship with vegetation structure, disturbance by fire, and dominant ants. **Austral Ecology**. n. 33, pp. 221–231.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- VERHAAGH, M. 1990. The Formicidae of the rain forest in Panguana, Peru: the most diverse local ant fauna ever recorded. *In*: Veeresh GK, Mallik B, Viraktamath CA (eds.). **Social Insects and the Environment**. New Delhi, Oxford & IBH Publ. Co., pp. 217–218.
- VIEIRA, I. C.G. 2006. **Programa de Ciência e Tecnologia para recuperação de áreas alteradas no arco do desmatamento da Amazônia**. SBPAC. Belém, Pará. 108 p.
- VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C. & TOLEDO, P. M. 2005. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos avançados**. vol.19, n. 54, pp. 153-164.
- VOSS, R. S. & EMMONS, L. H. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. 1996. **Bulletin of the American Museum of Natural History**. v. 230, 115 p.
- WILBY, A.; SHACHAK, M. & BOEKEN, B. 2001. Integration of ecosystem engineering and trophic effects of herbivores. **Oikos**. n. 92, pp. 436-444.
- WOLDA, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food, and abundance of tropical insects. **Journal of Animal Ecology**. n. 47, pp. 369-381.
- WOLDA, H. 1988. Insect Seasonality: Why? **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 19, pp. 1-18.
- WOODROFF, S. & MAJER, J. D. 1981. Colonization of ants on the exposed banks of the canning Dam reservoir. **Journal of the Australian Entomological Society**. v. 8, n. 4, pp. 41-46.

ZABALA, G. A.; GUTIÉRREZ, C. & CHACÓN DE ULLOA, P. 2003. Biogeografía provincial: ponerofauna del Valle del Cauca. **Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt**. n. 19, pp. 593-605.