



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS**  
**UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE IPAMERI**  
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal



**DIVERSIDADE DE FORMIGAS EPIGÉICAS EM  
FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL  
SEMIDECIDUAL E AGROECOSSISTEMAS ADJACENTES  
DE MILHO E SOJA, NO MUNICÍPIO DE IPAMERI-GO**

**ARETHA MEDEIROS SILVA**

**M  
E  
S  
T  
R  
A  
D  
O**

**Ipameri-GO  
2014**

**ARETHA MEDEIROS SILVA**

**DIVERSIDADE DE FORMIGAS EPIGÉICAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E AGROECOSSISTEMAS ADJACENTES DE MILHO E SOJA, NO MUNICÍPIO DE IPAMERI-GO**

Orientador: Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri  
2014

Silva, Medeiros Aretha.

Diversidade de formigas epigéicas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e agroecossistemas adjacentes de milho e soja, no município de Ipameri-GO / Aretha Medeiros Silva. - 2014.

40 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo.

Dissertação (Mestrado) – Unidade Universitária de Ipameri, 2014.

Bibliografia.

1. Ciências Agrárias. 2. Agronomia. 3. Produção Vegetal. I. Título Diversidade de formigas epigéicas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e agroecossistemas adjacentes de milho e soja, no município de Ipameri-GO



Unidade Universitária de Ipameri  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal  
Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, 75780-000 Ipameri-GO  
www.ppgpv.ueg.br e-mail: ppgpv.ipameri@gmail.com  
Fone: (64)3491-5219



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** “DIVERSIDADE DE FORMIGAS EPIGÉICAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E AGROECOSSISTEMAS ADJACENTES DE MILHO E SOJA, NO MUNICÍPIO DE IPAMERI-GO”

**AUTORA:** Aretha Medeiros Silva

**ORIENTADOR:** Márcio da Silva Araújo

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo  
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Prof. Dr. Ednaldo Cândido Rocha  
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Profa. Dra. Camila Alves Rodrigues  
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Data da realização: 28 de fevereiro de 2014.

Ao meu pai;  
minha mãe;  
e amigos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pelo sustento e sabedoria em todas as adversidades, e por permitir a conclusão de mais esta etapa.

A Pós-graduação em Produção Vegetal, Unidade Universitária de Ipameri-GO.

Ao Dr. Márcio da Silva Araújo pela orientação da pesquisa.

À FAPEG, pela bolsa concedida, para elaboração da pesquisa.

Ao professor Ismael Martins Pereira pelo apoio e orientação na escolha das áreas estudadas.

Ao professor Ednaldo Candido Rocha, pela dedicação e todo apoio na parte estatística da pesquisa.

Aos professores Márcio da Silva Araújo, Flávio Gonçalves de Jesus e Ednaldo Cândido Rocha, pela disponibilidade de estarem no exame de qualificação e contribuírem de forma significativa para a melhoria e lapidação do trabalho final da dissertação.

Agradeço por toda ajuda de campo e pela amizade formada à Larissa, Hilton Júnior, Denise e Rogério.

Aos funcionários da UnU-Ipameri pela colaboração e disponibilização de todo o material solicitado para a realização de toda a pesquisa: Maria, Josy, Geraldo e Thiago.

Aos demais funcionários, pelo carinho e solucionar todos os imprevistos em especial: Sandra, Renata, Aparecida, Janaíne e Wilson.

Ao GPEC do ILES/ULBRA Itumbiara-GO, pelo apoio e auxílio nas atividades de triagem e identificação do material coletado na pesquisa: Ana Caruline, Márcia e Gardênia.

À Denise, Camila e Daniela pelo apoio e companheirismo.

Ao Dono da fazenda e seu filho, por disponibilizar às áreas estudadas e colaborar com as coletas realizadas nas áreas de cultivo.

À Narcisa Silva Soares, Carlos André Gonçalves, Aline Joyce e José Eduardo Neto de Sousa, pela grande amizade, pelo companheirismo, orientação e pelas palavras amigas durante os momentos de alegria e de dificuldades.

A Fabíola, Daniel, Aline e Elda pela amizade, apoio, cuidado e hospedagens quando necessário.

À minha prima Patrícia Vieira que sempre me incentivou a fazer o mestrado.

Agradeço em especial, à Narcisa Soares, Thiago Alves pela revisão do texto, pela amizade, dedicação e competência com a qual realiza seu trabalho.

Agradeço aos membros da Banca Examinadora pelas sugestões e contribuição na melhoria do trabalho.

Agradeço principalmente aos meus pais Dilson Domingos Silva e Delminda Bicalho Medeiros Silva, por todo apoio e incentivo que tem me dado nesta caminhada árdua ao longo dos anos.

Aos meus tios Maurilho e Maria Eliza pelo carinho e amizade e por estarem sempre me apoiando.

## SUMÁRIO

|                                                             | Página |
|-------------------------------------------------------------|--------|
| RESUMO.....                                                 | vi     |
| ABSTRACT.....                                               | vii    |
| 1. INTRODUÇÃO.....                                          | 1      |
| 1.1. Bioma Cerrado.....                                     | 2      |
| 1.2. Floresta Estacional Semidecidual.....                  | 3      |
| 1.3. Fragmentação e suas implicações.....                   | 4      |
| 1.4. Indicadores ambientais.....                            | 6      |
| 1.5. O uso das formigas como bioindicadores ambientais..... | 7      |
| 2. OBJETIVOS.....                                           | 8      |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS.....                                  | 10     |
| 3.1. Localização e descrição das áreas de estudo.....       | 10     |
| 3.2. Coleta dos formicídeos.....                            | 11     |
| 3.3. Análise dos dados.....                                 | 13     |
| 4. RESULTADOS.....                                          | 14     |
| 5. DISCUSSÃO.....                                           | 20     |
| 6. CONCLUSÕES.....                                          | 24     |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                          | 25     |



## RESUMO

A crescente expansão das atividades agrícola e pecuária na região centro-oeste do Brasil tem promovido a fragmentação acelerada de suas florestas nativas. Assim, o que se observa nos dias atuais, na região de sudeste do Estado de Goiás, é uma paisagem composta por mosaicos de remanescentes florestais em meio a extensas áreas de monoculturas de soja e milho em rotação. Inferir sobre a qualidade ambiental do que restou destes ambientes fragmentados e, como as áreas de entorno com culturas agrícolas afetam a biodiversidade desses locais, é de fundamental importância para proposição de medidas de sua preservação, bem como servir de proposição para preservação de áreas consideravelmente maiores. Neste trabalho, como bioindicador de qualidade ambiental, analisamos a estrutura da comunidade de formigas epigéicas presentes em três fragmentos de Florestal Estacional Semidecidual e, também, no entorno desses mesmos fragmentos, em uma área tradicionalmente agrícola, localizada no município de Ipameri, GO. A amostragem dos formicídeos foi realizada em dois momentos distintos, um, quando a área matriz de entorno do fragmento era ocupada pela cultura da soja e, o outro, quando essa mesma área matriz de entorno era ocupada por cultura do milho em rotação. Para cada uma dessas situações, foram realizadas duas coletas. Os formicídeos foram capturados na região mais interna do fragmento (*core*), na área de cultura agrícola e, na região de transição desses ambientes (ecótono). As armadilhas de captura foram as de solo, tipo *pitfall*, distribuídas ao longo de dois transecto paralelos, a uma distância entre si de 25 m e, cada armadilha espaçada 25 m uma da outra. Para cada ambiente amostrado (*core*, área de cultura agrícola e ecótono), utilizaram-se 16 armadilhas. No total, foram capturadas 46 espécies de formigas, pertencentes a 14 gêneros. Os gêneros predominantemente capturados foram *Pheidole* e *Camponotus*. O tamanho de fragmento não influenciou na riqueza de espécies de formigas, independentemente se o fragmento tivesse no seu entorno, cultura de milho ou soja. De forma similar, para o conjunto (*core*, ecótono e matriz de entorno – milho ou soja) de cada fragmento, também não se observa diferença na riqueza de formicídeos para os três distintos fragmentos avaliados. Como regra, a riqueza de formigas foi distinta para *core*, ecótono e matriz de entorno para os três fragmentos e entornos. Entretanto, no fragmento de FES de menor tamanho, áreas de *core* são semelhantes em riqueza de formigas.

**Palavras-chave:** Formicidae; Armadilha de solo; Fragmentos; Monocultivo.

## ABSTRACT

The increasing expansion of agricultural and livestock activities in the midwestern region of Brazil has promoted the rapid fragmentation of its native forests. Thus, what is observed today, in the region of southeastern state of Goiás, is a landscape composed of mosaics of forest patches amidst large areas of monoculture soybean and corn in rotation. Infer the environmental quality of the remainder of these fragmented landscapes and as the surrounding areas with agricultural crops threaten biodiversity of these sites is of fundamental importance to propose measures for its preservation, as well as serve as a proposition to preserve considerably larger areas. In our work as bioindicator of environmental quality, we analyzed the structure of the community epigeic ants present in three fragments of semideciduous forest and also in the vicinity of those fragments, in a traditionally agricultural area, located in the municipality of Ipameri, GO. Sampling of formicídeos was performed at two different times, one when the surrounding matrix of fragment area was occupied by soybeans and the next, when this same matrix surrounding area was occupied by corn in rotation. For each of these situations, two collections were performed. The formicídeos were captured in the innermost region of the fragment (core) in the area of crop and, in the transition region of these environments (ecotono). The traps were the soil, pitfall type, distributed along two parallel transect each other at a distance of 25 m, 25 m each trap spaced apart from one another. For each sampled environment (core area of agricultural ecotono and culture), we used 16 traps. In total, 46 species of ants belonging to 14 genera were captured. The genera were captured predominantly *Pheidole* and *Camponotus*. The fragment size did not influence the species richness of ants, regardless of whether the fragment had in his surroundings, a maize or soybean. Similarly, for the whole (core, ecotono and surrounding matrix - corn or soybeans) of each fragment, also does not difference in wealth formicídeos for three distinct fragments reviews notes. As a rule, the richness of ants was different for core and matrix ecotono around for the three fragments and environs. However, the FES fragment size smaller areas rich core are similar in ants.

**Key-words:** Formicidae; Pitfall trap ; Fragments; Monoculture.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior área florestal do mundo, e também é o país com maior biodiversidade distribuída em toda a extensão de seu território. Dentre os biomas que compõem o território brasileiro destacam-se pela grande diversidade biológica o Cerrado e a Mata Atlântica, os quais estão posicionados no *ranking* mundial entre as cinco primeiras regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta (SANTANA, 2013; OLIVEIRA, 2008).

Dentre as regiões florestais que compõem a região Centro-oeste, a Floresta Estacional Semidecidual encontra-se presente, mesmo pertencendo a fitofisionomia da Mata Atlântica. A mesma possui duas estações bem definidas, uma com intensas chuvas e outra seca com inverno intenso, fato que conseqüentemente ocasiona perda de parte da sua folhagem durante um período do ano (HOLANDA, 2010).

Porém a ruptura das áreas de florestas contínuas se dá por meio da expansão das fronteiras agrícolas causando assim a perda de hábitat naturais, resultando em fragmentos menores, mais isolados entre si. Em decorrência destas fragmentações é realizada a formação de bordas nestes remanescentes, borda é o ecótono (zona de transição) entre o fragmento e seu entorno, matriz de entorno que é o agroecossistema ou áreas de pastagens em volta ao remanescente (BAGLIANO, 2013; SILVA, 2012).

A borda em formação tem características distintas do *core* (interior do fragmento) proporcionando um micro clima e interações diferenciadas, permitindo assim uma diversidade de animais dependentes destes micros habitats maior ou menor sendo possível a presença de animais que se adaptem melhor às modificações antrópicas ocorridas, já outras são mais sensíveis e não possuem uma alta plasticidade para estas modificações (LEITE, et al., 2013; CASTRO, 2008).

Um dos grupos mais utilizados para verificar se o grau de perturbação está agindo de forma severa as estruturas da fauna e flora em seu interior é a ordem Insecta, pertencente a este grupo as formigas são utilizadas para analisar a qualidade ambiental em diversos hábitats (BIEBER, 2012; CARETO, 2011).

Estas pertencem à família Formicidae e muitos trabalhos vêm sendo realizados, utilizando os formicídeos como bioindicadores ambientais, e às agrupando em guildas, das quais podem ser incorporados a grupos que desempenham funções ecológicas diferentes um do outro (BARBOSA, 2010; ANDERSEN, 1997).

Diante do exposto acima espera-se que existam grupos generalistas que já se adaptaram ao stress no ambiente e se adaptaram a borda e matriz de entrono, assim devido esta plasticidade de se adaptar, podem se tornar uma praga em potencial para as culturas (ARAÚJO et al., 2004; LOUZADA, 1997). Em contrapartida espécies predadoras capazes de auxiliar no controle de pragas ficam restritas ao ecótono não tão distante do fragmento devido aos fatores bióticos e abióticos.

Estudos sobre a composição das comunidades de formigas na região de Ipameri-GO são escassos, não havendo trabalhos que caracterizam a mirmecofauna presente em remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, para que se possa propor um plano de manejo e conservação dos remanescentes ainda existentes na região.

Portanto se faz necessário verificar se fragmentos possuem uma similaridade das comunidades de formigas presentes no *core*, no ecótono do remanescente de área nativa, em relação às presentes na matriz de entorno dos mesmos. Visto que florestas contínuas estão em constante redução de seu tamanho original, para dar lugar a outras atividades antrópicas, estas modificações causam uma redução da qualidade do hábitat interferindo diretamente na sobrevivência das espécies especialistas, e perpetuando condições ideais para espécies exóticas, invasoras e generalistas.

## 1.1 Bioma Cerrado

O tipo de vegetação do Cerrado encontra-se sob diferentes formas na América do Sul, África e também na Austrália, sendo a principal conhecida como savanas. A caracterização da vegetação baseia-se mais na fisionomia do que nos aspectos florísticos ou ecológicos (SILVESTRE, 2000; VELOSO et al., 1991).

Com as interações bióticas e abióticas, e as atividades antrópicas, as características da vegetação presente no bioma Cerrado, não é homogênea quanto a sua fitossociologia, diante disse pode ser visto uma vegetação em mosaicos a qual permite o desenvolvimento de diversas formações florestais o qual é composto por: Florestas Caducifólias Tropicais, Campo Limpo, Caatinga, Floresta Pluvial Tropical Perenifólia e Semicaducifólia, Floresta Pluvial Estacional Tropical (CEZARE e FERREIRA, 2013; SOUDERS et al., 1991).

A vegetação característica do Cerrado é encontrada de forma contínua, ou fragmentada na forma de mosaicos ou ilhas, espalhadas no território brasileiro nos estados de Goiás, Tocantins,

Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Amapá, Roraima, Amazonas, Pará, São Paulo e Paraná (SILVESTRE, 2000).

O Cerrado Planalto Central apresenta uma estação chuvosa típica de verão com estiagem no inverno, sendo classificada como tipo Aw na classificação de Köppen. A precipitação média anual é entorno de 1300 a 1600 mm e a temperatura média em torno de 20°C (GOMES et al. 2004).

A biodiversidade mundial é um assunto que sempre está em pauta em diversas discussões nas esferas políticas e científicas. E verifica-se a necessidade de se proteger e conservar as Florestas tendo o cuidado e observando sempre para a redução e desaparecimento de vários biomas, bem como a fauna e flora (HANSEN et al., 2010; ALONSO et al., 2000). Em estudos realizados por Abreu et al. (2003), alertam sobre a diversidade biológica em Florestas Secas que podem conter 18% mais gêneros e espécies que as encontradas na Planície Amazônica a qual abriga uma porção maior de grupos endêmicos, calcula-se que o Cerrado contém 53% mais espécies endêmicas.

Myers *et al.* (2000) apresentou o Cerrado entre os 25 *hotspots*<sup>1</sup> de biodiversidade distribuídos no planeta, em 2010 houve uma extensa revisão mundial no *ranking* que de 25 *hotspots* passou-se para 34 regiões, e de acordo com o documento Conservation International (2010), o Cerrado e a Mata Atlântica estão as cinco primeiras do *ranking* a qual é composto por 34 regiões denominadas *hotspots* (GODINHO, 2013).

## 1.2 Floresta Estacional Semidecidual

O conceito ecológico da Floresta Estacional Semidecidual (FES), se estabelece em função da ocorrência de clima estacional a qual determina semideciduidade da folhagem da cobertura florestal. Na zona tropical, a região é marcada por acentuada seca hibernal e por intensas chuvas de verão, a região da zona subtropical apresenta-se com clima sem período seco, porém com inverno muito intenso com temperaturas médias inferiores a 15°C. A seca fisiológica causada pelo frio intenso causa a perda parcial das folhas individualmente compondo entre 20 a 50% (IBGE, 2012; SANTOS, 2003).

A Floresta Estacional Semidecidual pertence à fitofisionomia da Mata Atlântica, a qual se adaptou as características de sazonalidade e geografia no centro-oeste, tal floresta é composta por um bosque e subosque muito denso com árvores que chegam a 40 m de altura e copas muito densas,

---

<sup>1</sup> *Hotspots* se refere às regiões biologicamente mais ricas (fauna e flora), e ameaçadas do planeta e com grande relevância para a conservação da natureza.

não possuem cascas muito espcas em seu tronco e nem tronco tortuosos tais características pertencentes às plantas do Cerrado, algumas espécies como, por exemplo: *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.), *Standley* (pau-d`arco-amarelo), *Cordia* sp. (freijó), *Plathymenia foliolosa* Benth. (amarelo), *Tabebuia avellanadae* Lorentz ex Griseb (pau-d`arco-roxo), *Pithecolobium polycephalum* Benth. (camondongo) e *Caesalpiniae chinata* Lam. (pau-brasil) são encontradas nestas florestas (SOARES, 2012; AGEITEC, 2011).

Há quatro formações que foram delimitadas no País sendo: Aluvial, Terras Baixas, Submontana e Montana. Sendo a encontrada no sul Goiás a Estacional Semidecidual Submontana que se desenvolve em solos mais secos, em regiões abaixo das montanhas e das FES Montana, nas encostas interioranas das Serras. São encontradas nas regiões: desde o estado do Espírito Santo e sul da Bahia, no Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, norte e sudoeste do Paraná, sul do Mato Grosso do Sul, sul de Goiás, Mato Grosso e Rondônia, entremeada a formações savânicas principalmente na Região Centro-Oeste (IBGE, 2012; GANDOLFI, 2000).

O estudo para entender como estas florestas, se constituem e qual o papel delas no ecossistema é de fundamental importância, visto que a partir do conhecimento de sua estrutura, pode se construir um plano de ação para conservação dos recursos genéticos, a conservação de áreas similares e a recuperação de áreas degradadas ou fragmentadas contribuindo para o manejo consciente. Vários estudos mostram que as FES apresentam alta taxa de heterogeneidade entre seus diferentes fragmentos (PRADO JÚNIOR et al., 2010; MARANGON et al., 2007).

### **1.3 Fragmentação e suas implicações**

O desmatamento não é um fenômeno atual, e existem evidências de que em tempos remotos já estavam em ritmo acelerado em todo mundo. Em meados do séc. XVIII, início da revolução industrial, grande parte das florestas temperadas do hemisfério norte já tinham sido eliminadas e no séc. XX esse desmatamento também se acelerou nas regiões tropicais, como no Brasil (ARRAES et al., 2012; ANDERSEN, 1992).

As paisagens da região Centro-Oeste do Brasil apresentam-se, em sua maioria, como mosaicos de agroecossistemas e áreas de vegetação nativa em vários estágios, de conservação, formatos e tamanhos (IBGE, 2006). A conservação da biodiversidade em uma área vasta do Brasil é dependente das interações que ocorre entre as áreas de mata nativa fragmentada e a matriz

circundante a estas, a qual irá permitir ou não a persistência das espécies em longo prazo nestes ambientes (COUTO et al., 2010a).

A fragmentação de um hábitat é o processo em que a extensão de área nativa contínua é transformada em uma série de pequenas porções, com sua área total, reduzidas e isoladas entre si por matrizes diferentes do hábitat natural, composto por agricultura e pastagens (GENELETTI, 2004; RICKLEFS, 2003). Tal fragmentação colabora para a redução da diversidade ecológica, devido à perda de hábitat, sendo mais bem compreendido os seus efeitos pelo modelo da Teoria de Biogeografia de Ilhas, que diz que áreas maiores, próximas e contínuas, possuem maior riqueza de espécies do que áreas fragmentadas (MORAES et al., 2012; BARROSO, 2002).

Desde 1970 são realizados estudos sobre a fragmentação da paisagem e suas consequências, visando melhorar a qualidade ambiental. Neste sentido a análise da estrutura da paisagem é fundamental para designar a sua configuração, que compõe o mosaico e suas unidades, a qual permite dar subsídio à compreensão dos impactos das alterações antrópicas (GOERL et al., 2011; BANCROFT et al., 2008).

Um dos agravantes para o crescente desmatamento e redução de áreas nativas, é que as mesmas encontram-se em propriedades privadas, muitas das vezes registradas como reserva legal, porém são estabelecidas sem nenhum estudo para posterior planejamento e conservação das áreas, necessitando assim de se conhecer a biodiversidade local para avaliar o impacto que a matriz de entorno causa na borda do remanescente e em seu interior (HOLANDA, et al. 2010; Dias et al. 2008).

Conhecer os processos que ocorrem devido à fragmentação de hábitats, bem como a formação e criação de bordas dos fragmentos, é fundamental o conhecimento da estrutura da borda para que possa elaborar estratégias de recuperação e conservação dos fragmentos (HOLANDA, et al., 2010). Segundo Rodrigues e Nascimento (2006), uma borda recém-criada, é diferente em sua composição com o *core* do remanescente, causando assim em efeito de borda que interfere direta e indiretamente com as condições micro climáticas do fragmento. A borda propicia a entrada de luz, umidade, intensidade de ventos no interior do fragmento, tendo assim micro clima que propicia a presença de espécies diferentes em seu gradiente do gradiente de ecótono para o core (CASTRO, 2008).

## 1.4 Indicadores Ambientais

Atividades antrópicas geram impactos ambientais, com variado grau de perturbação no hábitat, tais distúrbios levam à perda da biodiversidade, a qual causam alterações na estrutura e nos processos do dolo, mudanças na sucessão vegetal e por sua vez nas interações entre as espécies (QUEIROZ, 2013; GRANDOLFO et al., 2013). Conseqüentemente uma das atividades mais ameaçadas com os distúrbios é a atividade de forrageio dos animais (busca pelo alimento). Tal comportamento é de fundamental importância na evolução da etologia, bioquímica e morfologia dos seres vivos, assim o forrageio tem a função de custo – benefício envolvida da relação de comportamento (FAGUNDES et al., 2009; CHUSHMAN, 2006).

Para estimarem-se quais os efeitos dos distúrbios ambientais causados por atividades antrópicas e a verificação da restauração das áreas ecológicas, é realizado por meio da utilização de indicadores ambientais (HOLFMANN e ANDERSEN, 2003; ANDERSEN, 1991). Esses indicadores auxiliam o diagnóstico de forma rápida e na maioria das vezes preciso sobre as condições do ambiente. Nos últimos anos, pesquisas vêm sendo realizadas utilizando bioindicadores ambientais, obtendo-se resultados positivos (QUEIROZ, 2013; PAOLUCCI et al., 2009).

Para Junqueira et al. (2012) bioindicadores são espécies que tenha uma estreita relação com o meio onde se encontram, e quando presentes, podem apresentar uma condição ambiental particular ou estabelecida aos fatores ecológicos do mesmo. Diversos grupos de invertebrados são utilizados como indicadores, por serem sensíveis e preciso às condições ambientais, hábitats aparentemente iguais quando observados a diversidade e a composição das comunidades de vertebrados, podem se revelar similares, diferentemente quando analisado internamente entre eles a partir de sua biota invertebrada, se revelam muito diferentes (BARBOSA, 2011; DIEHL et al., 2006).

Dentre o grupo dos invertebrados os insetos compõem 75% de toda a fauna do planeta, sendo, portanto os mais eficientes para estudos de conservação, pois possuem uma ampla distribuição geográfica, ciclo de vida curto, são sensíveis às mudanças ambientais, possuem papéis ecológicos de estreita relação com o habitat onde estão presentes (JUNQUEIRA et al., 2012). As formigas constituem uma porção cerca de 10% da fauna de insetos encontrados em florestas tropicais (MIRANDA et al., 2013a; ALVES, 2011). A ordem Hymenoptera é dividida em três famílias que compõem das abelhas, vespas e formigas, as formigas pertencem a uma única família Formicidae. Atualmente são descritas 15.680 espécies de acordo com ANTWEB (2014).



Em estudos realizados por PEREIRA et al. (2007), ANDERSEN et al. (2002), MAJER et al. (1984), utilizaram formigas como bioindicadores em reabilitação de áreas degradadas pelas atividades de mineração. Elas ainda desempenham papéis indispensáveis para a qualidade do hábitat, como por exemplo, ciclagem de nutrientes, revolvimento do solo, dispersão de sementes, detritívoras, se alimentam de produtos vegetais, predadoras de outros artrópodes (MIRANDA, et al., 2013b; SANTOS, et al., 2012; CARETO, 2008).

Deste modo o aumento de determinadas espécies de forma desordena pode causar uma destruição significativa no hábitat agrícola, por sua vez, no hábitat natural o mesmo não ocorre, pois é um local mais heterogêneo e promove o equilíbrio entre as espécies ali presentes por meio de parasitas, competidores, predadores e inibidores químicos (MACIEL, et al., 2011; COUTO et al., 2010b).

### **1.5 O uso das formigas como bioindicadores ambientais**

As formigas são insetos eusociais mais notáveis e importantes que há em sua diversidade, abundância e especializações comportamentais, o fazem delas um excelente sistema de modelo e exemplo para diversas análises comportamentais, divisão de trabalho dentre outros. Com várias especializações se faz necessário o ajuntam em todas espécies que são similares de alguma forma a quais se formarão grupos com características semelhantes (CARETO, 2011; FITTKAU e KLINGE, 1973).

Estas são utilizadas como bioindicadores por terem uma alta diversidade e serem abundantes nos mais diversos hábitats, serem sensíveis às mudanças no ambiente, podem ser encontradas durante todo o ano, elas merecem destaque ainda, por possuírem táxons especializados, são de fácil amostragem, relativamente fácil identificação e para as quais há certo nível avançado de conhecimento científico, são fundamentais na manutenção do solo, a qual desempenham atividades como ciclagem dos nutrientes, aeração do solo, dispersoras de sementes, coprófagas, predadoras, auxiliam na quebra de dormência de algumas sementes (FRÖHLICH et al., 2011; FERNÁNDEZ, 2003).

Para o estudo destas características, se faz necessário realizar análises que respondam à grupos funcionais, estando este acima das identidades das espécies de formigas e assim permite a comparação entre elas. Com esta abordagem funcional Barbosa (2011) propõe que guildas possam

ser usadas em avaliação ambiental, não utilizando uma única espécie, porém o conjunto de espécies como indicador, mas que sejam ecologicamente equivalentes. Na Ecologia o termo guilda refere-se a grupo de espécies que provém seu sustento pelos mesmos tipos de recursos e que usam as mesmas estratégias na ocupação de seus nichos (SILVESTRE, 2000).

Muitos autores confundem grupos funcionais e guildas, embora parecidos seus significados na prática se diferem e pode fazer uma diferença significativa na avaliação a agrupamento das funções das espécies estudadas, guilda é o agrupamento de espécies mais refinado que os grupos funcionais, porém um grupo funcional pode ser estabelecido com representantes de mais de uma guilda, já a guilda não pode ser formado por mais de um grupo funcional (VALE, et al., 2009; CARETO, 2008). Um exemplo é a formação do grupo funcional de espécies dominantes, por sua vez esta formação constitui de espécies dominantes arbóreas e dominantes de serapilheira, a qual é separada em guildas distintas por pertencerem a estratos diferentes (SILVESTRE, 2000; SILVA e BRANDÃO, 1999).

A adaptação das formigas em meio antropizado irá depender do grau de perturbação que se encontra o habitat em que estão inseridas, há espécies de formigas que se adaptam muito rápido e de forma extraordinária a estas mudanças, porém há espécies que já não possuem uma alta plasticidade às estas modificações (ALVES, 2011; ALONSO e AGOSTI, 2000). Espécies do gênero *Formica* podem sobreviver por mais de 14 dias submersas na água em estágio de hibernação, consumindo de 5 a 20% de oxigênio que seria utilizado em situação normal (MORAES e DIEDHL, 2009; GRYLLENBERG e ROSENGREN, 1984).

Silvestre (2000) descreve alguns grupos de guildas como, por exemplo: a) predadoras grandes: constituem os gêneros *Pachycondyla*, *Ectatomma*, *Odontomachus* e *Gnamptogenys*; b) patrulheiras: o gênero *Componotus*; c) crípticas de serapilheira: os gêneros *Anochetus*, *Pheidole* e *Solenopsis*; d) desfolhadoras: os gêneros *Atta*, *Acromyrmex* e *Trachymyrmex*; e) cultivadoras de fungo: algumas espécies do gênero *Attini*; e) mirmicíneas generalistas: os gêneros *Solenopsis*, *Magalomyrmex* e algumas espécies de *Pheidole*; f) nômades: o gênero *Leptogenys*.

## 2. OBJETIVOS

### Geral

Analisar a composição de comunidades de formicídeos em agrossistemas e fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual na região de Ipameri-GO.

**Específicos**

- ✓ Conhecer a comunidade de formigas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES), da Área de Transição (AT) e da Matriz de Entorno (AG) dos fragmentos;
- ✓ Comparar as morfoespécies de formigas presentes: a) fragmentos de FES com as da Área de Transição; b) fragmentos de FES com os Agroecossistemas; c) Área de transição com o Agroecossistema circundante aos fragmentos;
- ✓ Verificar a composição faunística em cada local de estudo comparando com as culturas adjacentes

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

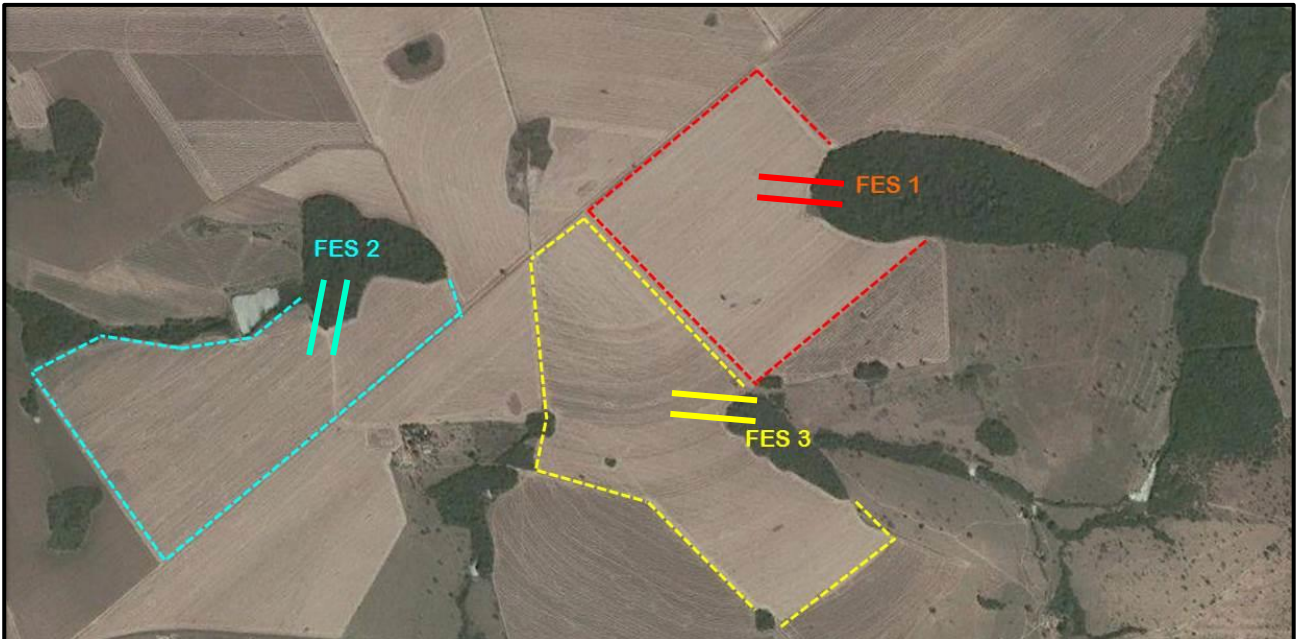
#### 3.1 Localização e descrição das áreas de estudo

O presente estudo foi realizado em uma propriedade privada, a qual mantém algumas áreas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, e realizam a rotação de culturas perenes como milho e soja, o plantio é realizado com o método do plantio direto. A fazenda está situada na região de Ipameri-GO, localizada entre os municípios de Ipameri e Urutaí. Encontra-se à 15 km da cidade de Ipameri, as coordenadas geográficas da fazenda são: latitude 17°43'19"S, longitude 48°09'35"O e 800 m de altitude. Tal encontra-se localizado no sudeste de Goiás, ocupando um território de aproximadamente 4.691 Km<sup>2</sup> (Google Earth, 2013).

Os solos predominantes na região são Latossolos Vermelho Amarelo, seu clima regional é classificado como Cwa-Mesotérmico Úmido, com precipitação anual de 1.750 mm e temperatura média de 21,9°C. A região possui áreas de mata nativa como Cerradão, Mata de Galeria e Florestas Estacional Semidecidual, porém devido o crescimento agropecuária e silvicultura, as áreas de mata sofreram uma redução no seu tamanho original ao que é visto hoje apenas um mosaico de remanescentes de florestas em meio a áreas de agropecuária (MORAIS JÚNIOR, et al., 2012; SÁVIO, et al., 2011).

Foram selecionados três fragmentos de FES sendo: F1, F2 e F3 com diferentes tamanhos em suas áreas sendo seu perímetro de: F1 4.356 m; F2 2.490,70 m e F3 969,42 m. A distância entre cada área foi de FES1 e FES 2 era de 1860 m, entre FES 1 e FES 3 era de 804 m e, entre FES 2 e FES 3 era de 1547 m; as matrizes de entorno foram denominadas de AG1, AG2 e AG3; a localização das áreas e delimitação dos transectos para o estudo podem ser observados na figura 1 (GOOGLE, 2013).

A escolha dos fragmentos se deu pela similaridade em sua composição vegetal, sendo próximos porém distantes, mantendo à independência das amostras a serem estudadas. A denominação da vegetação encontrada foi confirmada pelo Professor Dr. Ismael Martins Pereira (especialista em plantas arbóreas da região, professor da UEG). Apresentando conseqüentemente que a sequência de plantio e os tratos culturais fossem os mesmos para todas as matrizes de entorno adjacentes.

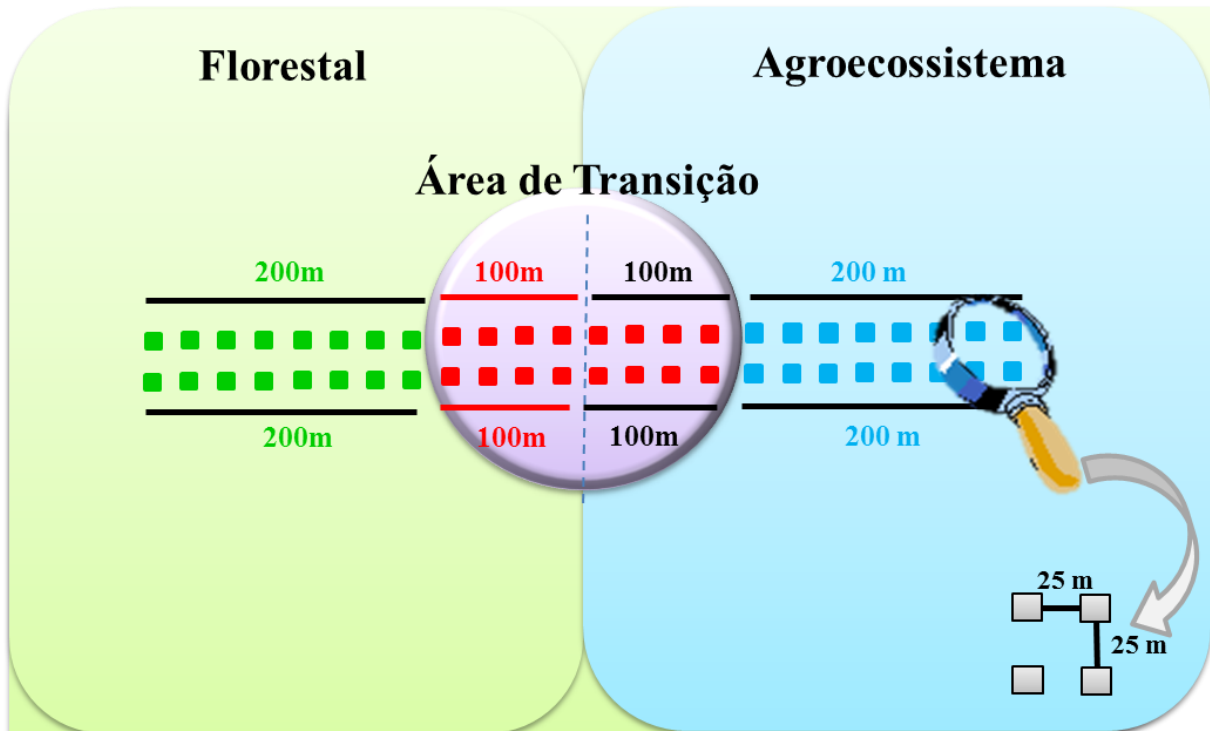


**Figura 1.** Vista aérea dos três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES) investigados em nosso estudo. As linhas marcadas no mapa mostram a orientação do transectos usado para a captura dos formicídeos. As áreas mais claras no entorno dos fragmentos de FES representam as áreas de cultivo agrícola (17°36'55,14" S e 48°11'43.26"O, altitude 896m) (GOOGLE EARTH, 2013) Ipameri, GO, Brasil.

### 3.2 Coleta dos formicídeos

Foram realizadas quatro coletas de formigas epgéicas no ano de 2012. Duas quando os fragmentos de FES eram margeados por milho (março e dezembro) e, duas quando os mesmos eram margeados por soja (outubro e dezembro).

A partir de um ponto limítrofe entre o fragmento de FES e a área de cultura agrícola, estabeleceram-se dois transectos paralelos de 300 metros, distantes entre si por 25 m e em cada um deles, a uma distância de 25 m, foi instalada uma armadilha de solo para captura de formigas. Para efeitos de análises, consideraram-se os formicídeos capturados na faixa dos 100 m entre a área com cultura e o fragmento de FES como área de transição, conforme esquema apresentado na figura 2. Em cada coleta de formicídeos foram instaladas e amostradas 48 armadilhas, 16 delas para cada ambiente investigado.



**Figura 2:** Croqui de uma das áreas experimentais, mostrando a disposição das armadilhas de captura dos formicídeos.

A armadilha utilizada foi a de solo, tipo *pitfall*, composta por um copo de plástico (tipo pet) de 9 cm de diâmetro e 10 cm de altura (Figura 3a). Como atrativo para a mirmecofauna, utilizou-se uma mistura de óleo de sardinha e azeite de dendê, passado na borda do recipiente da armadilha e como fixador foi utilizado 100 mL de solução álcool e glicerol. As armadilhas foram enterradas na altura do solo (Figura 3b) e permaneceram no campo por sete dias (NASCIMENTO 2005; BESTELMEYER et al., 2000).



**Figura 3:** Esquema da armadilha e localização no solo (A), instalando a armadilha pitfall-iscada no local de estudo (B).

Após cada coleta, os conteúdos das armadilhas foram acondicionados em recipientes individuais com álcool 70% com o objetivo de conservar os formicídeos coletados, para posterior triagem e identificação dos espécimes. A identificação da mirmecofauna foi realizada com auxílio

de chaves de identificação propostas por Fernández (2003) e AntWeb (2013) e consulta à coleção de referência da UEG, UnU Ipameri, GO.

### **3.3 Análise dos dados**

A indicação do esforço amostral para cada uma das situações de coleta de formicídeos foi realizada por meio da curva de saturação de espécies, a qual realiza uma associação entre a riqueza observada e a riqueza estimada (SOUZA, 2013).

Para verificar possível diferença na riqueza de espécies de formicídeos quando se amostraram os insetos em área de estudo (A1, A2 e A3), e em cada local de estudo FES x AT x AG, foi usado o estimador Jackknife1, ambos sem avaliar qual cultura estava na matriz de entorno.

Para verificar a diferença entre os ambientes de FES x AT x AG, levando em consideração quando a matriz de entorno era composta por milho ou soja, por meio do Chi-quadrado.

As análises supracitadas foram realizadas para cada fragmento isoladamente e também comparadas a estrutura da comunidade de formicídeos nos diferentes fragmentos, com o auxílio dos softwares Estimat S e STATISTCA.

#### 4. RESULTADOS

O total de formicídeos capturado nas áreas de fragmentos de FES e respectivos entornos com culturas (milho e soja) nas quatro coletas foi de 54.922 indivíduos, distribuídos em 14 gêneros e 46 morfoespécies. Sua distribuição em subfamílias foi a seguinte: Myrmicinae (cinco gêneros); Ponerinae (cinco gêneros); Ectocinae (um gênero); Ectatominae (um gênero) e Formicinae (um gênero). Na tabela 1 são apresentadas a abundância de cada táxon e a riqueza encontrada nas áreas dos fragmentos de FES, agroecossistemas ocupados por milho ou soja (AG) e áreas de transição (AT). As subfamílias que apresentaram maior riqueza foram Myrmicinae e Ponerinae, ambas com cinco gêneros.

O gênero *Camponotus* foi o segundo gênero com maior abundância nos três locais de estudo 3.712 espécimes (FES), 2.252 espécimes (AT) e 3.268 espécimes (AG). O gênero *Solenopsis* apresentou apenas dois indivíduos em cada ambiente FES e AT, não tendo nenhuma ocorrência no AG. *Peidole* foi a mais abundante em todos os locais estudados e conjuntamente maior riqueza 23.517 espécimes (FES), 11.905 (AT) e 6.438 espécimes (AG). Os gêneros *Atta*, *Acromyrmex* e *Trachymyrmex*, não foram abundantes no ambiente de cultivo 1.155 / 613 / 1 espécimes (FES, *Atta*, *Acromyrmex* e *Trachymyrmex*), 390 / 116 / 71 espécimes (AT) e 22 / 0 / 0 espécimes (AG).

*Labidus* e *Leptogenys* foram coletados um indivíduo de cada gênero no ambiente com mais oferta de alimento no FES, na AT não houve captura e no AG apenas o gênero *Labidus* obteve-se 49 espécimes coletados. O gênero *Anochetus* apresentou captura semelhante a *Trachymyrmex*, sendo coletada no ambiente de FES (118 indivíduos), AT (33 indivíduos) e AG não foi coletada nenhum espécime.

Os gêneros *Ectatomma*, *Gnamptogenys*, *Odontomachus* e *Pacycondyla* foram mais expressivos em número de indivíduos no interior do fragmento e na área de transição, apresentando pouco ou nenhum indivíduo na matriz de entorno no *core* a abundância foi 610, 27, 80, 748 respectivamente, no ecótono 164, 7, 39, 367 já na matriz de entorno 3, 2, 1, 0.

As curvas de acumulação de espécies de formicídeos para cada ambiente de FES e entorno da mirmecofauna são apresentadas na figura 4. A comparação de riqueza de formicídeos obtida pelo estimador Jackknife para cada área é apresentada na figura 5. Os valores de riqueza estimados para cada área foram muito próximos, 49,95 para o maior fragmento (FES 1), 50,94 para o fragmento com área intermediária (FES 2) e, 46,95 para o fragmento menor (FES 3). As barras mostrando o



intervalo de confiança mostrados na mesma figura indicam não ter havido diferenças significativas na riqueza da comunidade de formigas para os três ambientes (Figura 5).

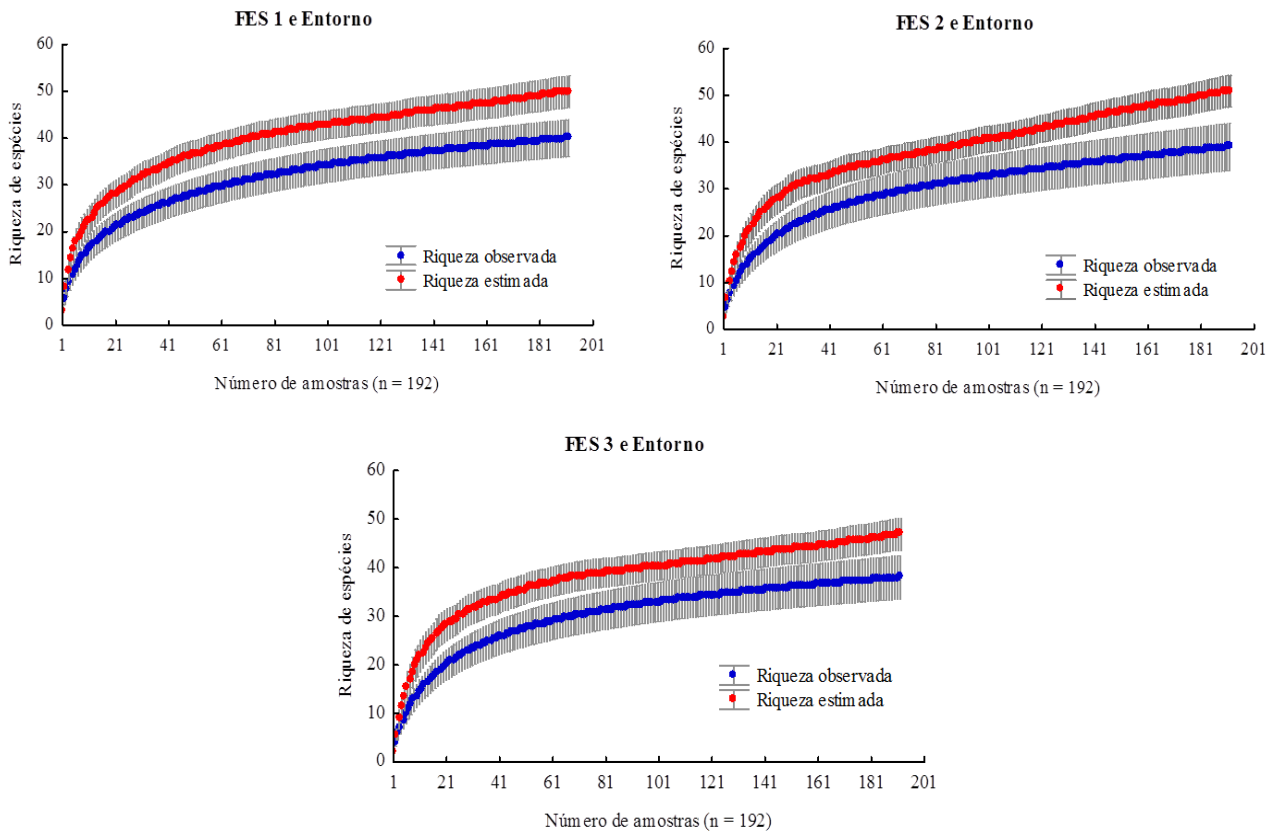
Quando estimada a riqueza de espécies para cada fragmento de FES e seu entorno isoladamente, nota-se pequena variação de riqueza de espécies no interior do fragmento (*core*), 42,80 para FES 1, 41,84 para FES 2 e, 40,88 para o FES 3 (Figura 6). Como valores de riqueza menor, mas não diferindo significativamente (Jackknife1) do *core* do fragmento de FES 2, as áreas de transição (AT) apresentaram as seguintes riquezas estimadas: AT 1 com 32,92 espécies, AT 2 com 32,91 espécies e, AT 3, com 34,88 espécies.

Com valores relativamente próximos, independentemente do tamanho do fragmento de FES, as matrizes (AG) de entorno dos fragmentos apresentaram os seguintes valores de riqueza: AG 1 com 14,92, AG 2 com 15,94 e, AG 3 com 19,55. Os intervalos de confiança mostraram menor riqueza nestes ambientes, diferentes do ambiente de transição (AT) e interior do fragmento de FES.

Não foi verificada diferença significativa na riqueza de formicídeos entre os *cores* e os ecótonos quando os fragmentos de FES eram margeados por milho ( $\chi^2 = 9,91$ ;  $p < 0,07$ ) porém foram significativos quando eram margeados por soja ( $\chi^2 = 4,20$ ;  $p < 0,012$ ).

Entretanto, a riqueza de formicídeos foi significativamente diferente quando se comparava *cores* com áreas de culturas agrícolas (milho:  $\chi^2 = 119,40$ ;  $p < 0,0000$  e, soja:  $\chi^2 = 50,02$ ;  $p < 0,0000$ ). Da mesma forma, foi verificada diferença significativa na riqueza de formicídeos entre as áreas de ecótonos e áreas de culturas (milho:  $\chi^2 = 47,29$ ;  $p = 0,0000$  e, soja:  $\chi^2 = 18,39$ ;  $p < 0,0001$ ).

As espécies coletadas nos fragmentos não diferiram entre si em morfoespécies, tendo FES 1 (22/25 morfoespécies (spp.)), FES 2 (25/25 spp.), FES3 (33/35 spp.), mesmo quando as matrizes eram distintas (milho/ soja) respectivamente. Já as morfoespécies encontradas no ecótono houve um aumento quando a matriz de entorno era soja sendo AT 1 (19/19 spp.), AT 2 (17/20 spp.) e AT 3 (18/22 spp.). Na matriz de entorno foram encontradas morfoespécies tanto na cultura de milho quanto na de soja, sendo que no monocultivo de soja há um acréscimo das morfoespécies coletadas AG 1 (6/11 spp.), AG 2 (8/10) e AG 3 (9/16).



**Figura 4:** Curva de saturação de espécies da mirmecofauna para número de amostras (armadilhas). Área de coleta compreendeu Interior do fragmento (*core*), área de cultura (milho e soja) e área de transição entre os citados ambientes. Ipameri, GO, 2012.

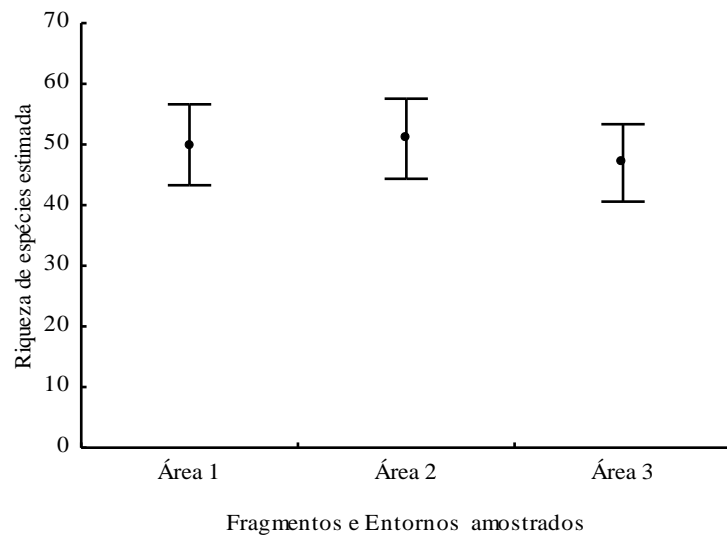
**Tabela 1:** Abundância e riqueza de morfoespécies de formigas capturadas quando a área de cultura do entorno do fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (FES) era ocupada por milho e soja. Ipameri, GO, 2012.

| Taxa                                        | Fragmentos de FES margeados por cultura de milho |      |     |                        |     |     |                |     |     | Fragmentos de FES margeada por cultura de soja |     |     |                        |     |     |               |     |     |  |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|-----|------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|------------------------------------------------|-----|-----|------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|--|
|                                             | FES                                              |      |     | Área de transição (AT) |     |     | Área com milho |     |     | FES                                            |     |     | Área de transição (AT) |     |     | Área com soja |     |     |  |
|                                             | 1                                                | 2    | 3   | 1                      | 2   | 3   | 1              | 2   | 3   | 1                                              | 2   | 3   | 1                      | 2   | 3   | 1             | 2   | 3   |  |
| <b>Ecitocininae</b>                         |                                                  |      |     |                        |     |     |                |     |     |                                                |     |     |                        |     |     |               |     |     |  |
| <i>Labidussp.</i> F. Smith, 1858            | 0                                                | 0    | 1   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 0                                              | 0   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0             | 49  | 0   |  |
| <b>Ectatomminae</b>                         |                                                  |      |     |                        |     |     |                |     |     |                                                |     |     |                        |     |     |               |     |     |  |
| <i>Ectatommapermagnum</i> Forel, 1908       | 90                                               | 149  | 11  | 28                     | 38  | 0   | 0              | 1   | 0   | 148                                            | 211 | 1   | 50                     | 47  | 1   | 0             | 0   | 2   |  |
| <b>Formicinae</b>                           |                                                  |      |     |                        |     |     |                |     |     |                                                |     |     |                        |     |     |               |     |     |  |
| <i>Camponotusatriceps</i> F. Smith, 1858    | 603                                              | 0    | 1   | 194                    | 0   | 0   | 0              | 6   | 0   | 130                                            | 20  | 0   | 80                     | 0   | 0   | 28            | 0   | 5   |  |
| <i>Camponotuscrassus</i> Mary, 1862         | 0                                                | 42   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 0                                              | 1   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 16            | 0   | 0   |  |
| <i>Camponotusmelanoticus</i> Emery, 1894    | 0                                                | 52   | 6   | 0                      | 0   | 1   | 0              | 0   | 1   | 7                                              | 5   | 4   | 2                      | 25  | 0   | 0             | 0   | 1   |  |
| <i>CamponotusMyrmaphaenuspilicornis</i>     | 4                                                | 5    | 2   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 1   | 2                                              | 5   | 0   | 0                      | 8   | 0   | 0             | 0   | 1   |  |
| <i>Camponotusrufipes</i> Fabricius, 1775    | 0                                                | 4    | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 0                                              | 0   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0             | 0   | 0   |  |
| <i>CamponotusMyrmaphaenusvittatus</i>       | 0                                                | 0    | 1   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 0                                              | 1   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0             | 0   | 0   |  |
| <i>CamponotusMyrmaphaenus</i> ssp. 1        | 1                                                | 0    | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 0                                              | 0   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0             | 0   | 0   |  |
| <i>CamponotusMyrmaphaenus</i> ssp. 2        | 0                                                | 1    | 3   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 4                                              | 36  | 2   | 62                     | 0   | 0   | 0             | 0   | 0   |  |
| <i>CamponotusMyrmaphaenus</i> ssp. 3        | 10                                               | 1054 | 166 | 171                    | 357 | 395 | 254            | 297 | 468 | 951                                            | 498 | 69  | 284                    | 143 | 265 | 511           | 653 | 554 |  |
| <i>CamponotusMyrmaphaenus</i> ssp. 4        | 0                                                | 8    | 5   | 182                    | 0   | 6   | 222            | 36  | 113 | 2                                              | 0   | 1   | 64                     | 12  | 1   | 58            | 19  | 24  |  |
| <i>CamponotusMyrmaphaenus</i> ssp. 5        | 0                                                | 0    | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 6                                              | 0   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0             | 0   | 0   |  |
| <b>Myrmicinae</b>                           |                                                  |      |     |                        |     |     |                |     |     |                                                |     |     |                        |     |     |               |     |     |  |
| <i>Acromyrmexsubterraneus</i> Forel, 1893   | 4                                                | 10   | 3   | 9                      | 0   | 20  | 0              | 0   | 0   | 44                                             | 13  | 63  | 26                     | 2   | 59  | 0             | 0   | 0   |  |
| <i>Acromyrmex</i> F. Smith, 1858 sp.1       | 0                                                | 0    | 1   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 0                                              | 0   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0             | 0   | 0   |  |
| <i>Acromyrmex</i> F. Smith, 1858 sp. 2      | 0                                                | 3    | 3   | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 3                                              | 0   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0             | 0   | 0   |  |
| <i>Acromyrmex</i> F. Smith, 1858 sp. 3      | 11                                               | 202  | 251 | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 2                                              | 0   | 0   | 0                      | 0   | 0   | 0             | 0   | 0   |  |
| <i>Atta laevigata</i> Forel, 1908           | 0                                                | 3    | 3   | 3                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 0                                              | 163 | 51  | 2                      | 2   | 94  | 0             | 0   | 5   |  |
| <i>Atta sexdens</i> Forel, 1908             | 11                                               | 202  | 251 | 6                      | 23  | 15  | 0              | 0   | 1   | 0                                              | 370 | 101 | 2                      | 4   | 239 | 0             | 0   | 16  |  |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 <i>fimbriata</i> | 0                                                | 0    | 14  | 0                      | 0   | 0   | 0              | 0   | 0   | 84                                             | 16  | 134 | 17                     | 24  | 18  | 0             | 0   | 0   |  |

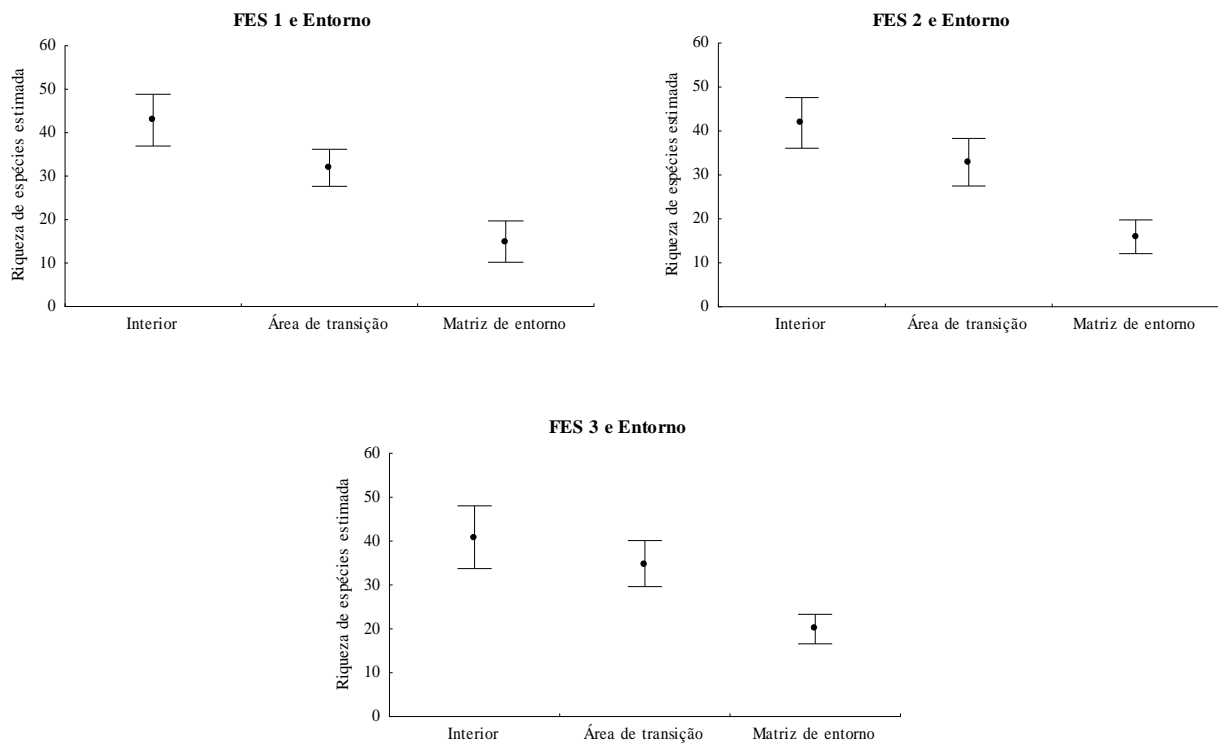
...continua...

Tabela 1, Cont.

|                                                    |             |             |             |             |             |             |             |             |            |             |             |             |             |             |             |            |             |             |
|----------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 <i>oxyops</i>           | 459         | 16          | 94          | 273         | 47          | 10          | 22          | 46          | 0          | 130         | 466         | 127         | 40          | 0           | 89          | 32         | 11          | 515         |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 1                   | 251         | 122         | 278         | 266         | 256         | 116         | 182         | 373         | 124        | 3091        | 1605        | 1715        | 279         | 1996        | 1.030       | 32         | 573         | 997         |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 2                   | 6           | 14          | 23          | 323         | 0           | 44          | 2           | 26          | 2          | 34          | 33          | 180         | 121         | 66          | 9           | 4          | 11          | 96          |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 3                   | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 3           | 0           | 0           | 0           | 0           | 2           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 4                   | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 300         | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 65          | 0           | 0           | 0           | 29         | 0           | 11          |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 5                   | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 3           |             | 2          | 0           | 0           |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 6                   | 661         | 1040        | 777         | 656         | 620         | 558         | 375         | 891         | 236        | 909         | 574         | 34          | 0           | 636         | 815         | 69         | 194         | 1.201       |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 7                   | 0           | 0           | 9           | 3           | 51          | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 8                   | 1020        | 0           | 3035        | 817         | 262         | 0           | 0           | 0           | 53         | 2399        | 1518        | 2406        | 282         | 1318        | 22          | 42         | 96          | 26          |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 9                   | 154         | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 536         | 0          | 131         | 34          |
| <i>Pheidole</i> Mary, 1868 sp. 10                  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 20          | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Solenopsis</i> F. Smith, 1855 sp. 1             | 0           | 0           | 2           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Solenopsis</i> F. Smith, 1855sp. 2              | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 2           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Trachymyrmex</i> <i>dichrous</i> Emery, 1894    | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 41          | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 30          | 0          | 0           | 0           |
| <b>Ponerinae</b>                                   |             |             |             |             |             |             |             |             |            |             |             |             |             |             |             |            |             |             |
| <i>Anochetus</i> Emery, 1894 sp. 1                 | 0           | 0           | 15          | 3           | 3           | 2           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Anochetus</i> Emery, 1894 sp. 2                 | 3           | 0           | 4           | 0           | 2           | 2           | 0           | 0           | 0          | 0           | 1           | 3           | 2           | 0           | 3           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Anochetus</i> Emery, 1894 sp. 3                 | 10          | 10          | 17          | 3           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0          | 25          | 8           | 22          | 2           | 0           | 8           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Gnamptogenys</i> <i>striatula</i> Mary, 1984    | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0          | 6           | 1           | 20          | 0           | 1           | 5           | 0          | 2           | 0           |
| <i>Leptogenys</i> sp.Maschiwz et al., 1989         | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Odontomachus</i> <i>bauri</i> Emery, 1892       | 5           | 1           | 8           | 11          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 5           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Odontomachus</i> <i>meinerti</i> Forel, 1905    | 1           | 3           | 4           | 1           | 1           | 3           | 0           | 0           | 0          | 3           | 7           | 6           | 4           | 0           | 3           | 0          | 0           | 1           |
| <i>Odontomachus</i> Forel, 1905 sp. 1              | 8           | 0           | 6           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0          | 2           | 0           | 1           | 0           | 2           | 0           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Odontomachus</i> Forel, 1905 sp. 2              | 7           | 2           | 6           | 0           | 10          | 1           | 0           | 0           | 0          | 2           | 1           | 1           | 0           | 2           | 0           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Odontomachus</i> Forel, 1905 sp. 3              | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Pachycondylac</i> <i>crassinoda</i> Forel, 1922 | 131         | 29          | 6           | 32          | 18          | 1           | 0           | 0           | 0          | 150         | 43          | 100         | 93          | 38          | 1           | 0          | 0           | 0           |
| <i>Pachycondylac</i> <i>verena</i> eForel, 1922    | 133         | 28          | 8           | 123         | 21          | 2           | 0           | 0           | 0          | 94          | 13          | 12          | 21          | 11          | 6           | 0          | 0           | 0           |
| <b>Densidade total</b>                             | <b>3572</b> | <b>2798</b> | <b>4761</b> | <b>3104</b> | <b>1712</b> | <b>1516</b> | <b>1054</b> | <b>1679</b> | <b>699</b> | <b>8231</b> | <b>5610</b> | <b>5143</b> | <b>1433</b> | <b>4341</b> | <b>3238</b> | <b>823</b> | <b>1721</b> | <b>3490</b> |
| <b>Riqueza</b>                                     | <b>21</b>   | <b>23</b>   | <b>31</b>   | <b>19</b>   | <b>17</b>   | <b>18</b>   | <b>6</b>    | <b>8</b>    | <b>9</b>   | <b>25</b>   | <b>25</b>   | <b>25</b>   | <b>19</b>   | <b>19</b>   | <b>22</b>   | <b>11</b>  | <b>9</b>    | <b>17</b>   |



**Figura 5:** Riqueza de espécies de formicídeos, obtida pelo estimador Jackknife1. Cada área representa a soma de espécies no interior (*core*), área de cultura milho e soja e, transição do referido fragmento de FES. Área 1 refere-se FES 1, área 2 a FES 2 e, área 3.



**Figura 6:** Riqueza de espécies obtidas pelo estimador Jackknife1 nos três fragmentos e seus entornos (Inteiro do fragmento ou *core*, área de transição e matriz de entorno (culturas de milho e soja). As barras representam o intervalo de confiança a  $p < 0,05$ .

## 5. DISCUSSÃO

Na região neotropical, o destaque de Myrmicinae das demais subfamílias, em termos de diversidade, não é exclusividade do nosso estudo. A predominância dessa subfamília em termos de densidade e abundância tem sido frequentemente relatada, como por exemplo, em Rodrigues et al. (2008), Morini et al. (2007), Silva e Silvestre (2004), Ramos et al. (2003a), Marinho et al. (2002), Couto et al. 2010b, Fowler et al. (1991). Isso se deve às características de seus representantes, que conseguem adaptar-se a diferentes condições ambientais e disponibilidade de recursos. Segundo Andersen (1992), fatores como quantidade, disponibilidade e heterogeneidade espacial de recursos, competição e condições microclimáticas podem ser importantes na determinação da riqueza local de formigas. Particularmente, para ambiente epigéico, como o caso do nosso estudo, Couto et al. (2010b), Ramos et al. (2003b) e Delabie et al. (2000) também confirmam essa subfamília como a mais abundante.

Dentre as subfamílias como um todo, em nosso estudo, independente se o fragmento apresentava no seu entorno cultura de milho ou soja, se a amostragem era feita no interior do fragmento (*core*), área de cultura ou área de transição (ecótono), mereceu destaque em termos de riqueza e abundância, os gêneros *Pheidole* e *Camponotus*. A maior diversidade desses gêneros é relatada por Wilson (2003), que destaca o fenômeno como hiperdiversidade.

As maiores abundância e riqueza de *Camponotus* foram verificadas no interior do fragmento, entretanto, esse gênero foi também frequentemente capturado na cultura (soja e milho) e ambiente de transição. Silvestre (2000) relata que muitas espécies desse gênero possuem alta capacidade de se adaptar às mudanças no ambiente. PELLI et al., 2013; LUTINSKI et al., 2013; SOARES et al., 2006 relataram a presença de indivíduos desse gênero presentes em ambientes extremamente antropizados como os urbanos, inclusive no próprio município de realização deste trabalho foram encontrados este formicídeos (informação verbal<sup>2</sup>)

De maneira geral, *Pheidole* teve maior frequência de captura quando os três fragmentos de FES tinham em seu entorno, a cultura da soja. Das 12 espécies capturadas, apenas cinco não foram constatadas nos três locais analisados (FES, AT, AG). Menor frequência de captura desse gênero foi observada quando os fragmentos apresentavam em seu entorno, a cultura de milho. Vale ressaltar, no entanto, que neste trabalho, não foi feita nenhuma caracterização do ambiente que pudessem, por

---

<sup>2</sup> Notícia fornecida por Márcio Araújo pela pesquisa em desenvolvimento.

exemplo, explicar a menor frequência de captura em ambiente de cultura de milho, que aparentemente é um ambiente mais complexo que cultura de soja (porte maior de planta, tempo de permanência no campo maior entre outros). Além disso, as próprias condições climáticas durante as épocas de coleta, possivelmente influenciaram nestes resultados. Assim, sugerem-se trabalhos futuros que possam esclarecer esses fatos.

Por possuírem grande diversidade dentro do gênero (mais de 300 espécies catalogadas), possuírem ninhos muito populosos, serem oportunistas, realizarem atividade de patrulhamento e, serem ativamente agressivas e competitivas (RAMOS, et al., 2003a; WILSON, 2003), são consideradas de elevado grau de plasticidade, assim, encontrados nos mais diversos habitats, inclusive naqueles largamente modificados por atividades antrópicas (MORINI et al., 2003). Deste modo este gênero quando presente e dominante pode ser considerado um bom bioindicador da qualidade ambiental local, para verificar se o habitat está degradado ou conservado (CONCEIÇÃO et al., 2006).

Algumas espécies foram predominantemente coletadas na região mais interior do fragmento e, menos acentuadamente, nas áreas de transição entre fragmento de FES e cultura agrícola, principalmente as Ponerinae. Formigas pertencentes a essa subfamília são predadoras (generalistas ou especialistas), constroem seus ninhos no interior de troncos em decomposição e também podem ser encontrados na serapilheira (QUIROZ-ROBELO e VALENZUELA-GONZÁLEZ, 2007; FERNÁNDEZ, 2003). O gênero *Anochetus* ilustra bem este caso. Foi encontrada no interior do fragmento e área de transição, não sendo encontrado em área de cultura de soja e milho. Possivelmente, o ambiente de agricultura não oferece locais adequados de abrigo para esses indivíduos. Essa situação parece ser a mesma para os demais Ponerinae como *Pachycondyla*, *Odontomachus* e *Leptogenys*. Assim, em nosso estudo, os Ponerinae indicam ambiente menos antropizado. Zhik e Kaspari (2010) fazem algumas inferências sobre qualidade ambiental mencionando *Anochetus* e outros gêneros.

Em estudos realizados por Gonçalves et al. (2013), o gênero *Gnamptogenys* esteve presente de forma constante e eudominante em ambiente florestal. Silvestre et al. (2003) classificam espécies deste gênero como formigas predadoras especializadas que são utilizadas com bioindicadores positivos da qualidade do ambiente. Em nosso estudo elas foram capturadas predominantemente no interior do fragmento, mas também localizadas até mesmo na área de cultura (AG). Uma das explicações para isso seria o menor tamanho do fragmento de FES, como o FSE 3, o que imporia a necessidade de forrageio fora da região central do fragmento florestal.

O gênero *Labidus* foi coletado em apenas duas armadilhas, uma no remanescente de FES e outra no AG. Essas formigas são comumente vistas invadindo ninhos de outras formigas, cupins, abelhas e vespas (PANIZZI e PARRA, 2009). Foi capturado somente um indivíduo em fragmento de FES, entretanto vários espécimes foram capturados em área de cultura de soja, bem distante do *core*. Esse grupo de formigas tem o hábito de deslocamento com recrutamento em massa, são predadoras muito agressivas e, podem mudar seu local de refúgio muito rapidamente (BOSCARDIN et al., 2013; BRANDÃO et al., 2009). Isso, possivelmente explica sua captura em grande número e somente numa única vez no ambiente de cultura (AG).

Os Attíneos *Atta* foram capturados nos três locais de estudo FES, AT e AG, e, os demais attíneos (*Acromyrmex* e *Trachymyrmex*) estavam presentes em FES e AT. Essas formigas epigéicas cultivadoras de fungo são frequentemente coletadas em armadilhas de solo tipo *pitfall*. O fato de elas serem coletadas nos diferentes ambientes, provavelmente se deu por forragearem a grandes distâncias (BOSCARDIN et al., 2013; DELLA LUCIA, 2011). Segundo Dáttiloet al. (2011), as formigas pertencentes a essa tribo, principalmente os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, aumentam suas populações a medida que se aproxima da borda dos fragmentos ou quanto os remanescentes de FES são reduzidos. HÖLLDOBLER e WILSON (1990) explicam que este comportamento se dá pelo fato de que nas bordas dos fragmentos ou quando muito reduzido sua área total, aumenta-se o crescimento de plantas pioneiras as quais alocam mais recursos em seu crescimento do que em defesa química contra seus predadores, facilitando, assim, a presença de herbívoros generalistas como, como é o caso dessas formigas (FARJI-BRENER, 2001). RAO (2000) atribui, ainda, o crescimento da população destas formigas a medida que se aproxima da borda, pela menor incidência de predadores e parasitóides das mesmas nessa localidade. Em nosso estudo foram mais frequentes em área interna do fragmento. Vale salientar aqui, que áreas de transição levaram em consideração, grandes áreas de cultura de milho ou soja, onde constantemente eram feitas intervenção de combate de pragas, inclusive especificamente para os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, o que certamente influenciaram na dinâmica de sua distribuição local.

Outro gênero coletado somente no *core* e área de transição foi *Solenopsis*. Espécies desse gênero apresentam operárias com tamanho médio a pequeno, dieta alimentar generalista e, geralmente, alta agressividade em interações interespecíficas (DELABIE et al., 2000; SILVESTRE, 2000). Além dessas características, apresentam grandes colônias com ampla distribuição geográfica. Essa plasticidade faz com se adaptem às mudanças de habitat, por isso, facilmente verificadas em ambientes mais antropizados (DIAS et al., 2008; FONSECA e DIEHL, 2004; SILVESTRE, 2000).



A baixa frequência de captura (somente 2 *especimens* em um *core* de FES 2 e, 2 *especimens* em uma área de ecótono – AT 3) impede-nos de inferir sobre qualidade ambiental.

As curvas de saturação de espécies observadas e esperadas tenderam à estabilização, indicando que o esforço amostral despendido para captura foi suficiente para caracterizar a riqueza de formicídeos dos fragmentos de FES e entornos. Tal procedimento tem sido largamente empregado quando se estuda formigas como bioindicador (BACARO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2008, GOLIAS, 2008; MIRANDA et al., 2006).

O tamanho do fragmento não influenciou na riqueza de espécies de formigas, independentemente se o fragmento tivesse no seu entorno, cultura de milho ou soja. Maior fragmento de FES não implicou necessariamente em maior riqueza de espécies de formigas. Resultado semelhante, já foram também retratados por Sugituru et al. (2013), Soares (2012), Laurance et al. (2011) e McIntyre et al. (2001). Segundo esses autores, além do tamanho do fragmento, outros aspectos relevantes devem ser considerados, como por exemplo, redução acentuada do tamanho original da área de habitat nativo, similaridade florística, formato da área, topografia e, distância entre as áreas.

Entretanto, quando se considera o conjunto (*core*, ecótono e matriz de entorno – milho ou soja) de cada fragmento, conforme figura 5, não observamos sobreposição entre os intervalos de confiança de um desses conjuntos com a riqueza média dos outros, mostrando relativa similaridade entre os fragmentos estudados. Isso, possivelmente ocorreu devido a não acentuada distância entre os fragmentos e certa similaridade de porte e composição das espécies florestais dos fragmentos. Assim, em trabalhos futuros, sugere-se melhor caracterização dos fragmentos florestais e, se possível, também, investigar fragmentos com características distintas.

De maneira geral, a riqueza de formigas foi distinta para *core*, ecótono e matriz de entorno para os três fragmentos e entornos. Somente foi observado sobreposição do intervalo de confiança com a média de riqueza, no menor fragmento (área 3), entre *core* e ecótono. Assim, podemos inferir que a maior heterogeneidade do ambiente propicia condições mais adequadas para manutenção da diversidade de formigas locais. A redução de riqueza de espécies devido ao maior grau de antropização do ambiente foi apresentado por Neves et al. (2006) e Soares et al. 2003. Corroborando com nossos dados, Marinho et al. (2002) mostraram que ambientes de monocultivo, mesmo que seja por maciços florestais apresentam significativa redução de riqueza de formigas quando comparado com matas nativas de cerrado.

## 6. CONCLUSÕES

A riqueza de formigas epigéicas coletadas nos fragmentos estudados na região de Ipameri-GO, não foi significativamente diferente avaliando seus distintos tamanhos.

Houve uma redução na riqueza de morfoespécies do interior do fragmento para a área de transição e matriz de entorno.

O sistema de plantio direto em rotação de cultura permitiu a instalação de algumas espécies de formigas no ambiente de agricultura. Sendo na cultura de soja um maior aumento de morfoespécies coletadas.

Sugere-se que os resultados obtidos foram semelhantes entre as áreas, pelo fato de ser semelhantes em suas características florestais, topografia e tamanho relativamente similar e os tratamentos culturais nas plantações serem as mesmas.

Para futuros trabalhos, podem ser utilizadas outras áreas de estudo com composição vegetal diferente da FES, tamanhos distintos mais significativos e ampliando o número de fragmentos, avaliação das comunidades de formigas em outros estratos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R. C. R. de; IGUATEMY, M. A.; RODIGUES, P. J. F. P. Espécies vegetais exóticas e invasoras: problemas e soluções. In: **VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**. v. 1, 2003, Fortaleza, 2003. p. 28-30.
- ALONSO, L. E.; AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring and ants: na overview, p. 1-8, 2000. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E.; Schultz, T. R. (eds) **Ants: standart methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, 280 p.
- ALVES, T. G. **Respostas de assembleias de formigas à perturbação antrópica na Mata Atlântica do sudeste do Brasil**. Dissertação (título de Mestre em Ecologia) f. 54, Campinas-SP, 2011.
- ANDERSEN, A. N. Regulation of “momentary” diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics. **American Naturalist**. v. 140, n. 3, p. 401-420, 1992.
- ANDERSEN, A. N. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Australia. **Biotropica**. v. 23, p. 575-585, 1991.
- ANDERSEN, A. N.; et al. Using ants as bioindicators in land mangement: simplifying assessment of ant community responses. **Journal of Applied Ecology**. v. 39, p. 8-17, 2002.
- ANTBASE. **Number of species recorded in Formicidae**. 2014. Disponível em: <<http://www.antbase.org/>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2014.
- ANTWEB, 2013. **Ant Web Statistics**. The California Acadernia Academyof Science. Disponível em: <<http://antweb.org/>>. Acesso em: 29 de dezembro de 2013.
- ARAÚJO, M. S.; et al. O fogo como agente de distúrbio em comunidades de formigas. **Ecologia Austral**. v. 14, p. 191-200, 2004.
- ARRAES, R. de A. E; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 50, n. 1, p. 119-140, 2012.
- BACCARO, F. B.; KETELHUT, S. M.; MORAIS, J. W. Efeitos da distância entre iscas nas estimativas de abundância e riqueza de formigas em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**. v. 41, n. 1, p. 115-122, 2011.
- BAGLIANO, R. V.; LUIZ, F. Fragmentação florestal retratado como perda da biodiversidade sobre os princípios científicos dos códigos florestais brasileiro. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v. 3, n. 2, p. 67-79, 2013.

BANCROFT, B. A.; BAKER, N. J.; BLAUSTEIN, A. R. A meta-analysis of the effects of ultraviolet B radiation and its synergistic interactions with pH, contaminants, and disease on amphibian survival. **Conservation Biology**. v. 22, p. 987-996, 2008.

BARBOSA, E. F. **Diversidade e composição da mirmecofauna como indicadora de regeneração de áreas ciliares em empreendimentos hidrelétricos**. Dissertação (título de Mestre em Ecologia) f. 44, Juiz de Fora-MG, 2011.

BARROSO, G. F. **Teoria de Biogeografia de Ilhas**. 2002. Disponível em: <[http://ucbweb2.castelobranco.br/webcaf/arquivos/12787/4787/Biogeografia\\_de\\_ILhas.pdf](http://ucbweb2.castelobranco.br/webcaf/arquivos/12787/4787/Biogeografia_de_ILhas.pdf)>. Acesso em: 29 de dezembro de 2013.

BESTELMEYER, B. T.; et al. **Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation**, p. 122-129. In: AGOSTI, D.; et al. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. – Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 2000.

BOSCARDIN, J.; et al. Método de captura para formigas em pré-plantio de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**. v. 20, n. 3, p. 361-370, 2013.

BRANDÃO, C. R. F.; et al. Formigas (Hymenoptera). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia e Nutrição de Insetos: base para o manejo integrado de pragas**, Embrapa Tecnológica, Brasília, 2009, 1164p.

CARETO, C. E. **Aspectos ecológicos da mirmecofauna em comunidades de restingas na ilha de Santa Catarina, sul do Brasil: composição, densidade de espécies e influência de fatores ambientais**. Dissertação (título de Mestre em Ecologia) f. 141, Florianópolis-SC, 2011.

CARETO, C. E. **Formigas em restinga na região da lagoa Pequena, Florianópolis, SC: levantamento taxonômico e aspectos ecológicos**. Monografia (grau de Bacharel em Ciências Biológicas) f. 95, Florianópolis-SC, 2008.

CASTRO, D. M. **Efeitos de borda em ecossistemas tropicais: síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmentos de Cerrado, na região nordeste do estado de São Paulo**. Dissertação (título de Mestre em Ciências, na Área de Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) f. 171, São Paulo-SP, 2008.

CEZARE, C. H. G.; FERREIRA, N.C. Mapeamento da vegetação nativa original em áreas antropizadas no estado de Goiás e Distrito Federal utilizando geoestatística. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 33, n. 1, p. 147-167, 2013.

CHUSHMAN, S. A. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. **Biological Conservation**. v. 128, p. 231-240, 2006.

CONCEIÇÃO, E. S.; et al. Assembléias de formicidae da serapilheira como bioindicadores da conservação de remanescentes de mata atlântica no extremo sul do estado da Bahia. **Sitientibus Serie Ciências Biológicas**. v. 6, n. 4, p. 296-305, 2006.

CONSERVATION INTERNATIONAL. **The Biodiversity Hotspots**. 2010. Disponível em: <<http://www.biodiversityhotspots.org/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 29 de dezembro de 2013.

CORRÊA, M. M.; FERNANDES, W. D.; LEAL, I. R. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em Capões do Pantanal do Sul Matogrossense: Relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. **Neotropical Entomology**. v. 35, n. 6, p. 724-730, 2006.

COUTO, M. S. D. da S. et al. Identificação de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e paisagens no estado de Goiás: métodos e cenários no contexto da bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 62, n. 2, p. 125-135, 2010a.

COUTO, P. H. M; et al. Formigas como bioindicadores da qualidade ambiental em diferentes sistemas de cultivo da soja. **Revista Agrotecnologia**. v. 1, n. 1, p. 11-20, 2010b.

DÁTTILO, W.; et al. Mirmecofauna em um fragmento de Floresta Atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. **Bioscienc Journul**. v. 27, n. 3, p. 494-504, 2011.

DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I. C. do Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: Agosti, D.; Majer, J.; Alonso, L.; Schultz, T. (eds) **Sampling ground-dwelling ants: case studies from the world's rain forest**. (S.I.): School of Environmental Biology, 2000.

DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas-cortadeiras: da Bioecologia ao Manejo**. Editora: UFV, Viçosa, 2011, 421p.

DIAS, N. S.; et al. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia, Série Zoológica**. v. 98, n. 1, p. 136-142, 2008.

DIEHL, E.; GÖTTERT, C. L.; FLORES, D. G. Comunidades de formigas em três espécies utilizadas na arborização urbana em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Bioikos**. v. 20, n. 1, p. 25-32, 2006.

FAGUNDES et al. Efeito das mudanças climáticas sazonais no forrageio de formigas em uma área de Mata Estacional Semidecidual Montana. In: **IX Congresso de Ecologia do Brasil**. 2009, São Lourenço-MG, 2009.

FARJI-BRENER, A. G. Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests? An evaluation of the palatable forage hypothesis. **Oikos**. v. 92, p. 169-177, 2001.

FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003.

FITTKAU, E. J.; KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest Ecosystem. **Biotropica**. v. 5, p. 2-14, 1973.

FONSECA, R. C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 48, p. 95-100, 2004.

FOWLER, H. G.; et al. Ecologia nutricional de formigas, p. 131-223, 1991. In: PANIZZI, A. P.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, 359p.

FRIZZO, T. L. M. **A intensificação da agricultura e o papel de árvores isoladas na conservação da fauna de formigas do cerrado fora de unidades de conservação**. Dissertação (título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) f. 41, Uberlândia-MG, 2011.

FRÖHLICH, F. R. da S., et al. Diversidade de formigas (Formicidae) em áreas de eucalipto e vegetação nativa no município de Capitão, Rio Grande do Sul. In: **Caderno Pedagógico**. v. 8, n. 2, p. 109-124, 2011.

GASCON, C.; LAURENCE, W. F.; LOVEJOY, T. E. Fragmentação florestal e biodiversidade na Amazônia Central. In: **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Garay, I & Dias, B., Editora Vozes, p. 174-189, 2001.

GENELETTI, D. Biodiversity impact assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. *Environmental Impact Assessment Review*. v. 23, p. 343-365. 2004.

GODINHO, T. F. **Análise genética de matrizes de *Caryocar brasiliense* utilizando marcadores moleculares microsatélite**. Dissertação (título de Mestre em Ciência Florestal) f. 43, Diamantina-MG, 2013.

GOERL, R. F. et al. Elaboração e aplicação de índices de fragmentação e conectividade da paisagens para análise de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 5, p. 1000-1012, 2011.

GOLIAS, H. C. **Diversidade de formigas epígeas em três ambientes no noroeste do Paraná – Brasil**. Dissertação (título de Mestre em Agronomia) f. 54, Londrina-PR, 2008.

GOMES, I. J. de M. T. **Efeito imediato da exclusão de espécies dominantes sobre a estrutura de comunidades de formigas que visitam iscas em savanas tropicais**. Dissertação (título de *Magister Scientiae* em Entomologia) f. 42, Viçosa-MG, 2012.

GONÇALVES, V. da R.; et al. Análise da mirmecofauna epígea (Hymenoptera: Formicidae) e seu potencial bioindicador num fragmento florestal do município de Augusto Pestana, RS. In: **XVIII Jornada de Pesquisa**. UNIJUÍ, 2013.

GOOGLE EARTH, 2012, **Cnes/Spot Image**, data S/O, NOAA, U.S Navy, NGA, GEBCO.

GRANDOLFO, V. A.; et al. Riqueza e abundância de Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em Parques Urbanos de Goiânia, Goiás. **Entomo Brasilis**. v. 6, n. 2, p. 126-131, 2013.

GRYLLENBERG, G.; ROSENGREN, R. The oxygen consumption of submerged *Formica* queens (Hymenoptera, Formicidae) as related to habitat and hydrochloric transport. **Annales Entomologici Fennici**. v. 50, n. 3, p. 76-80, 1984.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os Insetos: um resumo de entomologia**. Editora Rocca, São Paulo, 2008.

HANSEN, M. C.; STEHMAN, S. V.; POTAPOV, P. V. Quantification of global gross forest cover loss.2010. **PNAS Early Edition**. Disponível em: <[www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0912668107](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0912668107)>. Acesso em: 21 de setembro de 2013.

HOLANDA, A. C. de et al. Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**. v. 34, n. 1, p. 103-114, 2010.

HOLFMANN, B. D.; ANDERSENN, A. N. Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. **Austral Ecology**. v. 28, p. 444-446, 2003.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. 1 ed., Cambridge: Harvard University Press, 1990, 733p.

JUNQUEIRA, M. T.; POSSO, J. R.; BARRILLI, G. H. C. Entomofauna edáfica do parque ecológico Bagaçu de Araçatuba – SP. In: **VIII Fórum Ambiental da alta Paulista**. v. 8, n. 2, p. 395-406, 2012.

LAURENCE, W. F. et al. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation (Review). **Biological Conservation**. v. 144, p. 56-67, 2011.

LUTINSKI, J. A.; LOPES, B. C.; MORAIS, A. B. B. de Diversidade de formigas urbanas (Hymenoptera: Formicidae) de dez cidades do sul do Brasil. **Biota Neotropical**. v. 13, n. 3, p. 332-342, 2013.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton University Press, Princeton. 1967, 203p.

MACIEL, L.; et al. Inventário da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em ambiente de sucessão ecológica florística no município de União da Vitória, Paraná. **Biodiversidade Pampeana**. v. 9, n. 1, p. 38-43, 2011.

MAJER, J. D.; et al. Recolonization by ants in bauxite mines rehabilitated by a number of different methods. **Journal of Applied Ecology**. v.21, p. 355-375, 1984.

MARANGON et al. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Cerne**. v. 13, n. 2, p. 208-221, 2007.

MARINHO, C. G. S., et al. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**. v. 31, p. 187-195, 2002.

- MCINTYRE, N. E. J.; et al. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. **Landsc. Urban Plann.** v. 52, p. 257-274, 2001.
- MIRANDA, M.; et al. Mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) em fragmento urbano de mata mesófila semidecídua. **Revista Brasileira de Zoociências.** v. 8, n. 1, p. 49-54, 2006.
- MIRANDA, P. N. et al. A riqueza e composição de formigas como indicadores dos efeitos do manejo florestal de baixo impacto em Floresta Tropical no Estado do Acre. **Revista Árvore.** v. 37, n. 1, p. 163-173, 2013a.
- MIRANDA, T. A.; et al. Aspectos estruturais do ambiente e seus efeitos nas assembléias de formigas em ambientes de floresta e bosque. **Cadernos UniFOA.** v. 21, p. 63-72, 2013b.
- MORAES, A. B.; DIEDHL, E. Comunidades de formigas em dois ciclos de cultivo de arroz irrigado na planície costeira do Rio Grande do Sul. **Bioikos.** v. 23, n. 1, p. 29-37, 2009.
- MORAES, H. C.; BENSON, W. W. Recolonização de vegetação de cerrado após queimadas, por formigas arborícolas. **Revista Brasileira de Biologia.** v. 48, p. 459-466, 1998.
- MORAES, M. E. B. de; et al. Análise da paisagem da bacia hidrográfica do rio Almada (BA) com base na fragmentação da vegetação. **Caminhos de Geografia.** v. 13, n. 41, p. 159-169, 2012.
- MORAIS JÚNIOR, O. P. de; et al. Desempenho de cultivares de couve-flor de verão em Ipameri. **Ciência Rural.** v. 42, n. 11, p. 1923-1928, 2012.
- MORINI, M. S. C.; SILVA, R. R.; KATO, L. M. Non-specific Interaction between ants (Hymenoptera: formicidae) and fruits of *Syagrusro manzoffiana* (Aracaceae) in an area of the Brazilian Atlantic Forest. **Sociobiology.** v. 42, n. 3, p. 663-673, 2003.
- MORINI, M. S. de C.; et al. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. **Iheringia, Série Zoológica.** v. 97, n. 3, 2007.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature.** v. 403, p. 853-858, 2000.
- NASCIMENTO, R. P. de **Conservação de invertebrados em áreas urbanas:** um estudo de caso com formigas no Cerrado. Dissertação (título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) f. 64, Uberlândia-MG, 2005.
- NASCIMENTO, R. P. do **Estrutura de comunidades de formigas no cerrado:** diversidade, composição e atividade predatória em monoculturas e ecossistemas naturais. Tese (título de Doutora em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) f. 41, Uberlândia-MG, 2011.
- NEVES, F. de S.; BRAGA, R. F.; MADEIRA, B. G. Diversity of tree-dwelling ants on three successional stages of a seasonally tropical dry forest in northern Minas Gerais. **UNIMONTES Científica.** v. 8, n. 1, 2006.



- OLIVEIRA, D. A.; PIETRAFESA, J. P.; BARBALHO, M. G. S. Manutenção da biodiversidade e o *hotspots* Cerrado. **Caminhos da Geografia**. v. 9, n. 26, p. 101-114, 2008.
- OLIVEIRA, M. A.; et al. A fauna de formigas em povoamentos de eucalipto e mata nativa no Estado do Amapá. **Acta Amazonica**. v. 25, p. 117-126, 1995.
- OLIVEIRA, P. S.; BRANDÃO, C. R. F. The ant community associated with extra floral nectaries in the Brazil ancerrados. p. 198-212, 1991. In: HUXLEY, C. R. E.; CUTLER, D. F. **Ant-plant interactions**. Oxford University Press.
- PANIZZI A. R; PARRA J. R. R., **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- PAOLUCCI, L. N.; SOLAR, R. R. C.; SCHOEREDER, J. H. Resposta da comunidade de formigas de serapilheira a perturbação. In: **III Congresso Latino Americano de Ecologia**. 2009, São Lourenço-MG, 2009.
- PELLI, A.; TEIXEIRAI, M. M.; REIS, M. das G. Ocorrência de formigas em uma área urbana peri-hospitalar de Uberaba/Brasil. **Revista Saúde e Biologia**. v. 8, n. 1, p. 107-113, 2013.
- PEREIRA, M. P. dos S.; et al. Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de área de mineração reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. **Ciência Florestal**. v. 17, n. 3, p. 197-204, 2007.
- PÉRICO, E.; et al. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. v. 16, n. 21, Goiânia-GO, 2005, p. 2339-2346.
- PRADO JÚNIOR; et al. Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta estacional Semidecidual localizada na reserva legal da fazenda Iara, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**. v. 26, n. 4, p. 638-647, 2010.
- QUEIROZ, A. C. M. de **Formigas como indicadoras de impacto e reabilitação em áreas de mineração**. Dissertação (título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas) f. 132, Lavras-MG, 2013.
- QUIROZ-ROBELO, L. N.; VALENZUELA-GONZÁLEZ, J. Distribution of poneromorph ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Mexican State of Morelos. **Florida Entomologist**. v. 90, n. 4, p. 609-615, 2007.
- RAMOS, L. de S.; et al. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado “stricto sensu” em Minas Gerais. **Lundiana**. v. 4, n. 2, p. 95-102, 2003a.
- RAMOS, L. S.; et al. Dinâmica de forrageamento em condições naturais de *Cyphomyrmex transversus* Spinola. In: **Simpósio de Mirmecologia**. Florianópolis-SC, p. 281-284, 2003b.

RAO, M. Variation in leaf-cutter ant (*Atta* sp.) densities in forest isolates: the potential role of predation. **Tropical Ecology**. v. 16, p. 209-225, 2000.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2003, 546p.

RODRIGUES, C. A.; et al. Comunidade de formigas arborícolas associadas ao pequiheiro (*Caryocar brasiliense*) em fragmento de Cerrado goiano. **Pesquisa Florestal Brasileira**. n. 57, p. 39-44, 2008.

RODRIGUES, P. J. F. P.; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeito de borda. **Rodriguésia**. v.57, n.1, p.63-74, 2006.

SANTANA, H. M. de P. **Levantamento da produtividade e produção de capim dourado (*Syngonanthus nitens*) e sua relação com variáveis morfopedológicas nos campos limpos úmidos na região do Jalapão, Tocantins**. Tese (título de Doutora em Geoprocessamento e Análise Ambiental) f. 168, Brasília-DF, 2013.

SANTOS, S. R. Q. dos; et al. A riqueza de formigas relacionada aos períodos sazonais em Caxiuanã durante os anos de 2006 e 2008. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 27, n. 3, p. 307-314, 2012.

SÁVIO, F. L.; et al. Calagem e gessagem na nutrição e produção de soja em solo com pastagem degradada. **Revista Agrotecnologia**. v. 2, n. 1, p. 19-31, 2011.

SILVA, da R.R.; BRANDÃO, C. R. F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**. v. 12, n. 2, p. 55-73, 1999.

SILVA, M. **Diversidade de Neuroptera (Insecta) na Mata do Baú, Barroso, MG**. Dissertação (título de Mestre em Entomologia) f. 79, Lavras-MG, 2012.

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

SILVESTRE, R. **Estrutura de comunidades de formigas do Cerrado**. Tese (título de Doutor em Entomologia) f. 179, Ribeirão Preto-SP, 2000.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los grêmios del cerrado. **Introducion a lashormigas de laregion neotropical**. Bogotá, Colombia: Instituto de investigacion de recursos biológicos Alexander von Humboldt, p. 113-148, 2003.

SOARES, I. M. F.; et al. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em uma “ilha” de floresta ombrófila serrana em região da caatinga (BA, Brasil). **Acta Biologica Leopoldensia**. v. 25, n. 2, p. 197-204, 2003.

SOARES, N. S. **Caracterização da vegetação e da entomofauna de solo de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no sul de Goiás**. Tese (título de Doutora em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) f. 73, Uberlândia-MG, 2012.

- SOARES, N. S.; et al. Levantamento da diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**. v. 35, n. 3, p. 324-328, 2006.
- SOULDERS, D. A.; HOFFS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**. v. 5, p. 18-32, 1991.
- SOUZA, A. L. de; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa-MG, editora: UFV, 2013, 322 p.
- STATISTICA. 2005. **Analysis Software Sistem**. Version 7.1. STATISTICA Software.
- SUGUITURU, S. S.; et al. Diversidade e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em remanescentes de Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, SP. **Biota Neotrop**. v. 13, n. 2, p. 141-152, 2013.
- THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Embrapa Acre, Rio Branco, 2000, 21 p.
- VALE, V. S. do; et al. Grupos funcionais e sua importância ecológica em uma Floresta Estacional Decidual do Vale do Rio Araguari, Triângulo Mineiro, Brazil. In: **Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia**. 2009, São Lourenço-MG, 2009.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 1991.
- WILSON, E. O. **Pheidole in the New World, a dominant, hyperdiverse ant genus**. Massachusetts: Harvard University Press, 2003, 794p.
- ZHIK, J. Z.; KASPARI, M. More food, less habitat: how necromass and leaf litter decomposition combine to regulate a litter ant community. **Ecological Entomology**. v. 35, p. 1-8, 2010.