

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E  
CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS**

**CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO E DA  
ENTOMOFAUNA DE SOLO DE FRAGMENTOS DE  
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO SUL DE  
GOIÁS**

**NARCISA SILVA SOARES**

**2012**

**Narcisa Silva Soares**

**CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO E DA  
ENTOMOFAUNA DE SOLO DE FRAGMENTOS DE  
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO SUL DE  
GOIÁS**

Tese apresentada à Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito parcial para obtenção  
do título de Doutor em Ecologia e Conservação de  
Recursos Naturais.

**Orientadora**

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup> Cecília Lomônaco de Paula**

**Co-Orientador**

**Prof. Dr. Glein Monteiro Araújo**

**UBERLÂNDIA  
Fevereiro 2012**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- S676c      Soares, Narcisa Silva, 1981-  
2012      Caracterização da vegetação e da entomofauna de solo de  
            fragmentos de floresta estacional semidecidual no sul de Goiás  
            / Narcisa Silva Soares. -- 2012.  
            73 f. : il.
- Orientadora: Cecília Lomônaco de Paula.  
            Co-orientador: Glein Monteiro Araújo.  
            Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pro-  
            grama de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recur-  
            sos Naturais.  
            Inclui bibliografia.
1. Ecologia - Teses. 2. Fauna dos cerrados – Itumbiara(GO)  
            - Teses. 3. Plantas dos cerrados - Itumbiara(GO) - Teses. 4.  
            Cerrado - Teses. I. Paula, Cecília Lomônaco de. II. Araújo,  
            Glein Monteiro. III. Universidade Federal de Uberlândia. Pro-  
            grama de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recur-  
            sos Naturais. IV. Título.

---

CDU: 574

**Narcisa Silva Soares**

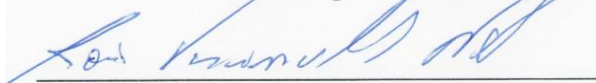
**CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO E DA ENTOMOFAUNA DE  
SOLO DE FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL  
SEMIDECIDUAL NO SUL DE GOIÁS**

Tese apresentada à Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito parcial para obtenção  
do Título de Doutor em Ecologia e Conservação de  
Recursos Naturais.

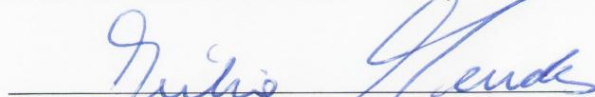
APROVADA EM 27/02/2012



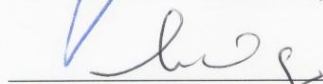
Prof. Dr. Carlos Henrique Marchiori (IF Goiano)



Prof. Dr. João Vasconcelos Neto (UNICAMP)



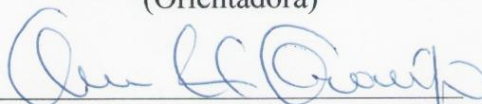
Prof. Dr. Júlio Mendes (UFU)



Prof. Dr. Malcon Antônio Brandeburgo Manfredi (UFU)



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Cecília Lomônaco de Paula (UFU)  
(Orientadora)



Prof. Dr. Glein Monteiro Araújo (UFU)  
(Co-Orientador)

UBERLÂNDIA  
Fevereiro 2012

*Dedico este trabalho a todos os meus  
entes queridos e amigos.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, por todas as bênçãos recebidas e ensinamentos adquiridos durante esses quatro anos.

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Cecília Lomônaco, pela oportunidade em ser sua orientanda de doutorado, pela confiança depositada em mim e por todos os ensinamentos profissionais e pessoais que aprendi durante todos os anos de convivência. Agradeço pelos conselhos, pelas “broncas”, pelo carinho, pela dedicação e por ser inspiração na profissão de docente e de pesquisadora.

Ao meu co-orientador, Prof. Glein Monteiro de Araújo, por me ensinar a ser uma pesquisadora de campo, transformando-me de uma “geneticista de laboratório a uma ecóloga mateira”. Agradeço por toda sua dedicação, orientação e colaboração no desenvolvimento deste trabalho e ainda, por ser inspiração de pesquisador incansável na busca do desenvolvimento da Ciência.

A Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, pelos recursos e oportunidades geradas para aquisição de novos conhecimentos.

A todos os professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, pelo aprendizado e auxílio recebido, em especial ao Prof. Dr. Ivan Schiavini, à Secretária Maria Angélica e à colega Dra. Renata Pacheco do Nascimento.

Ao Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-GO, da Universidade Luterana do Brasil (ILES/ULBRA), pelo apoio e estrutura disponibilizada para o desenvolvimento deste estudo no município de Itumbiara e, ainda, pelas bolsas de Iniciação Científica (IC), concedidas aos alunos de graduação que participaram da pesquisa. Agradeço a todos os colegas, funcionários e diretores, que nos incentivaram e apoiaram nesta trajetória.

Aos meus alunos de IC que foram imprescindíveis na execução desta pesquisa, em especial aos meus “três mosqueteiros”: Aretha, José Eduardo e Raíslia, que fazendo chuva ou sol, na saúde ou na doença, sempre me acompanharam nas coletas de campo e nas análises dos dados com alegria e entusiasmo de verdadeiros pesquisadores.

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

Aos amigos Eliza, Marcos Vinícius, Denise (DD), Danielle (Dani), Fernando (Fat), Adriano, Patrícia, Ana Carolina e Isabela (afilhadas), Jair Júnior, Daniela e Lucas, pela amizade, carinho e por todos os momentos de alegria que vocês proporcionaram diante das “tempestades” que tivemos que passar para chegar até aqui.

E, especialmente, aos meus familiares: pai, mãe, irmãos, sobrinhos, sogra, sogro, cunhadas, cunhado, tios e avós, pelo apoio, confiança e incentivo na construção de mais um degrau da minha história. Ao meu avô Aparício Ferreira, fica aqui meu carinho e reconhecimento, porque sem você eu não conseguiria ter realizado esta pesquisa, pois mesmo com seus 78 anos você “abriu” todas as matas para eu pudesse “passar”. E ao meu grande amor, Carlos André, pelo seu amor dedicado a mim e por todo apoio na elaboração e no desenvolvimento deste trabalho.

***Sinceramente Obrigada!***

## ÍNDICE

RESUMO GERAL.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5

## CAPÍTULO 1

<b>Abundância e Composição Florística de Quatro Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, Goiás.....</b>	<b>8</b>
---	----------

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
Área de estudo.....	12
Método de coleta.....	16
Análises estatísticas.....	17
RESULTADOS.....	18
Composição e abundância florística.....	18
Diversidade e similaridade entre os fragmentos.....	23
DISCUSSÃO.....	28
Caracterização florística dos fragmentos.....	28
Similaridade florística entre os fragmentos.....	29
Diversidade florística e tamanho dos fragmentos.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## CAPÍTULO 2

<b>Entomofauna de solo de Quatro Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO.....</b>	<b>35</b>
---	-----------

RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAL E MÉTODOS.....	39



Área de estudo.....	39
Coleta de dados.....	41
Análise dos dados.....	42
RESULTADOS.....	42
DISCUSSÃO.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

### CAPITULO 3

<b>Impacto da Fragmentação de Floresta Estacional Semidecidual no Tamanho e na Assimetria de <i>Pachycondyla</i> cf. <i>crassinoda</i> (Formicinae: Ponerinae).....</b>	<b>55</b>
---	-----------

RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	57
INTRODUÇÃO.....	58
MATERIAL E MÉTODOS.....	59
Área de estudo.....	59
Método de coleta.....	60
Espécie estudada.....	60
Caracteres morfológicos analisados.....	61
Análises estatísticas.....	61
RESULTADOS.....	62
DISCUSSÃO.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
CONCLUSÃO GERAL.....	73

## ÍNDICE DE TABELAS

### Capítulo 1

<b>TABELA 1</b> – Distâncias entre os quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no município em Itumbiara-GO.....	12
---	----

<b>TABELA 2</b> – Composição e abundância florísticas dos estratos arbóreo e subarbóreo de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO. Densidade absoluta das espécies arbóreas em 0,52 ha e arbustivas e arvoretas em 0,13 ha. (Arb.: arbóreos; Sub.: arbustos e arvoretas).....	18
--	----

<b>TABELA 3</b> – Grau de dominância (dado em número de espécies nos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO. Categorização feita considerando intervalos para os valores percentuais de abundância de cada espécie em relação a maior abundância encontrada em cada fragmento por estrato vegetativo).....	23
---	----

<b>TABELA 4</b> – Área e características vegetacionais dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO. (Arb.: arbóreo; Sub.: subarbóreo - arbustos e arvoretas. Letras diferentes na mesma coluna da tabela designam diferenças significativas no teste t de Hutcheson para H', feita aos pares, entre os fragmentos considerando valor crítico determinado por erro de 2% como forma de correção para as comparações múltiplas.).....	23
---	----

<b>TABELA 5</b> - Correlação de Pearson para o estrato arbóreo e subarbóreo (arvoreta e arbustos), relativos ao tamanho da área do fragmento com a diversidade (H'), riqueza e abundância (valor significativo em negrito).....	24
---	----

### Capítulo 2

<b>TABELA 1</b> – Frequência absoluta das ordens dos insetos coletados em quatro fragmentos (F1, F2, F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO, no período de outubro de 2009 a agosto de 2010.....	43
---	----

<b>TABELA 2</b> – Correlação entre o tamanho do fragmento e a abundância total e das ordens mais frequentes coletadas em quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO.....	44
--	----

<b>TABELA 3-</b> Correlação entre as variações mensais de abundância das ordens mais frequentes com os fatores climáticos: temperatura média (T°C), pluviosidade e umidade relativa (UR%) e com a biomassa seca da serapilheira dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO. (Valores de probabilidade corrigidos por Bonferoni e valores significativos em negrito).....	47
--	----

### Capítulo 3

<b>TABELA 1.</b> Primeiros Componentes Principais da matriz de correlação entre medidas de indivíduos adultos de <i>Pachycondyla</i> cf. <i>crassinoda</i> (n=240) nos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO.....	62
<b>TABELA 2.</b> Teste da assimetria, antissimetria e assimetria flutuante correlacionada ao comprimento de dois caracteres analisados em <i>P. cf. crassinoda</i> .....	64
<b>TABELA 3.</b> Análise de Variância (ANOVA para dois fatores: fragmento e período de coleta) relativa às flutuações na assimetria (AF) de medidas morfométricas da tíbia (comprimento) e da mandíbula (comprimento) dos indivíduos de <i>P. cf. crassinoda</i> (valor significativo em negrito).....	65
<b>TABELA 4-</b> Correlação genotípica entre o Tamanho Médio e a Assimetria Flutuante (AF <sub>(R)</sub> ) das formigas com a área, densidade populacional e com a biomassa seca da serapilheira dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO. (valor significativo em negrito).....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 1

<b>FIGURA 1</b> – Localização dos quatro fragmentos (F1, F2, F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual no município de Itumbiara-GO. Imagem de satélite a 7,74 Km de altura obtida por meio do programa Google <sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009).....	13
<b>FIGURA 2</b> – Vista aérea do fragmento 1 e de sua região de entorno (cana de açúcar delimitando as bordas norte, sul e oeste e pastagem delimitando a borda leste). Imagem de satélite a 2,37 km de altura obtida pelo programa Google <sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009).	14
<b>FIGURA 3</b> – Vista aérea do fragmento 2 e de sua região de entorno (cana de açúcar delimitando todas as bordas). Imagem de satélite a 1,5 km de altura obtida pelo programa Google <sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009).....	14
<b>FIGURA 4</b> – Vista aérea do fragmento 3 e de sua região de entorno (cana de açúcar delimitando as bordas leste e sul, soja na borda oeste e pastagem na borda norte). Imagem de satélite a 1,67 km de altura obtida pelo programa Google <sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009).....	15
<b>FIGURA 5</b> – Vista aérea do fragmento 4 e de sua região de entorno (cana de açúcar delimitando a borda sudoeste, soja na borda sudeste e pastagem nas demais bordas). Imagem de satélite a 1,35 km de altura obtida pelo programa Google <sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009).....	16
<b>FIGURA 6</b> – Curvas de acumulação de espécies vegetais amostradas em quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara. A – arbóreo; B – subarbóreo.....	22
<b>FIGURA 7</b> - Dendrograma do índice de similaridade florística de Sørensen entre as áreas fragmentadas de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO; A – estrato arbóreo; B – estrato subarbóreo (arbustos e arvoretas). ....	24
<b>FIGURA 8</b> – Ordenação das 52 parcelas amostradas no estrato arbóreo dos quatros fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO, a partir do primeiro (horizontal) e do segundo (vertical) eixos de uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA). ....	25
<b>FIGURA 9</b> – Ordenação das 52 parcelas amostradas no estrato subarbóreo dos quatros fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO, a partir do primeiro (horizontal) e do segundo (vertical) eixos de uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA).....	26
<b>FIGURA 10</b> – Grupos de parcelas de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO, resultante da análise por TWINSpan. (— = primeiro nível de divisão; **** = níveis inferiores de divisão; modelo de FIGURA baseado em Durigan <i>et al.</i> (2008), sendo elaborada a partir da sobreposição de imagem de satélite a 7,74 Km de altura obtida por meio do programa Google <sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009)).....	27

## Capítulo 2

- FIGURA 1** – Localização dos quatro fragmentos (F1, F2, F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual no município em Itumbiara-GO. Imagem de satélite a 7,74 Km de altura obtida por meio do programa Google<sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009)..... 40
- FIGURA 2** - Dendrograma do índice de similaridade de Bray Curtis para a abundância da entomofauna entre quatro áreas fragmentadas de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO, em coletas realizadas entre outubro de 2009 a agosto de 2010..... 44
- FIGURA 3** – Variações climáticas (temperatura média, pluviosidade e umidade relativa) entre outubro de 2009 e agosto de 2010 no município de Itumbiara, GO..... 45
- FIGURA 4** – Frequência das ordens de insetos mais abundantes, coletados bimestralmente em quatro fragmentos (F1; F2; F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO, entre outubro de 2009 e agosto de 2010..... 46
- FIGURA 5** - Média da biomassa seca de serapilheira acumulada dos quatro fragmentos (F1, F2, F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO, realizado entre outubro de 2009 a agosto de 2010. Linhas com letras iguais não diferem a nível de 5% pelo teste de Tukey..... 47

## Capítulo 3

- FIGURA 1** – Operária de *Pachycondyla crassinoda*. A- vista lateral; B – cabeça; C- ferrão (fonte: Wild 2002)..... 60
- FIGURA 2**- Tamanho das formigas nos quatro fragmentos estudados e nas estações seca e úmida. Letras iguais indicam tamanhos que não diferem a nível de 5 % de acordo com o teste de Tukey-Type. .... 63
- FIGURA 3**. Número de *P. cf. crassinoda* amostrados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO, durante a estação úmida (outubro de 2009 a fevereiro de 2010) e seca (abril a agosto de 2010)..... 65
- FIGURA 4** - Assimetria Flutuante ( $AF_{(R)}$ ) do comprimento da tíbia em *P. cf. crassinoda* de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes períodos de coleta (cor cinza – estação úmida; cor preta – estação seca)..... 65
- FIGURA 5** – Reta regressão entre os tamanhos médio das formigas e a área dos fragmentos em que foram coletadas.  $b \neq 0$  ( $F = 22, 866$ ;  $P = 0,041$ )..... 66

## RESUMO GERAL

Soares, N. S. 2012. Caracterização da Vegetação e da Entomofauna de solo de Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Sul de Goiás. Tese de Doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG. 73p.

A expansão agrícola sobre áreas com vegetação nativa tem provocado a fragmentação de habitat nos principais biomas brasileiros. Foram caracterizadas a vegetação e a entomofauna de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, que representam remanescentes de floresta de Mata Atlântica, inseridos em área de Cerrado, assim como a abundância, o tamanho e a simetria da formiga *Pachycondyla* cf. *crassinoda* (Ponerinae) nestes fragmentos. A área de estudo localiza-se no município de Itumbiara, GO, situado no vale do rio Paranaíba. Esta região se apresenta intensa atividade agrícola, o que tem acelerado o processo de desmatamento das paisagens naturais. Foram testadas as seguintes hipóteses: 1) os remanescentes próximos geograficamente são floristicamente mais semelhantes e o tamanho do fragmento tem relação direta com sua diversidade florística, 2) o tamanho do fragmento e sua composição florística influenciam a estrutura comunitária da entomofauna em termos de riqueza e abundância, 3) o tamanho do fragmento afeta a abundância e os níveis de assimetria flutuante (AF) em uma população de formigas e o tamanho corporal dos indivíduos. Foi também investigado nesta população de formigas se existe correlação entre o tamanho e o grau de simetria corpórea, a abundância de indivíduos e as condições climáticas. A composição florística, o tamanho corporal e a AF de *Pachycondyla* cf. *crassinoda* foram influenciados pelo tamanho do fragmento. Fragmentos menores foram mais similares floristicamente entre si, apesar de não estarem geograficamente próximos e a similaridade da entomofauna entre fragmentos foi independentemente de seu tamanho. A diversidade da vegetação não interferiu significativamente na abundância dos insetos, mas o índice de pluviosidade foi fator influenciador da densidade populacional, do tamanho e da AF de *P.* cf. *crassinoda*. Todos os fragmentos remanescentes no bioma estudado são importantes para conservação de sua diversidade biológica, independente de seu tamanho. Na avaliação dos impactos da fragmentação de florestas deve-se considerar a conjugação de diversos fatores, como o tamanho do fragmento, a matriz de entorno, o grau de isolamento e fatores bióticos e abióticos locais.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica, Cerrado, índice de diversidade, similaridade, tamanho corporal, assimetria flutuante, *Pachycondyla* cf. *crassinoda*

## ABSTRACT

Soares, N. S. 2012. Characterization of Vegetation and Soil Entomofauna of Forest Fragments Semideciduous in southern Goiás, Brazil. Doctoral Thesis in Ecology and Conservation of Natural Resources. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. 73p.

The agriculture expansion over native vegetation has provoked habitat fragmentation in main Brazilian biomes. It was described the vegetation and the entomofauna of four semi deciduous forest fragments, which represent remnants of the Atlantic Rainforest, inserted in the Cerrado domain, as well as the abundance and the body size and symmetry of the ant *Pachycondyla* cf. *crassinoda* (Ponerinae) in these fragments. The study area is located at the Itumbiara, state of Goiás, Brazil, situated in the Paranaíba river valley. This area has intensive agricultural activity that has been accelerating the deforestation of natural process. The following hypotheses were tested: 1) the remnants that are geographically closer tend to be floristically more similar and the fragment size is directly related to its biological diversity, 2) fragment size and floristic composition influence the entomofauna community structure in terms of richness and abundance, 3) the fragment size affects the abundance and the fluctuating asymmetry (FA) population levels of a formicinae population and the size of their individuals. It was also investigated in this ant population whether there are correlations between body's size and symmetry with the individual's abundance and the climatic conditions. The floristic composition, the body's size and FA of *Pachycondyla* cf. *crassinoda* were influenced by the fragment size. Smaller fragments were floristically more similar to each other, despite not being geographically close and the entomofauna similarity between fragments was independent of the fragment size. The vegetation diversity did not linearly interfered with the insects abundance, but the rainfall significantly affected the density, the size and the FA of *P. cf. crassinoda*. All studied forest remnants are important for conservation of the local biological diversity, regardless of their size. The evaluation of forest fragmentation impact should considered a combination of several factors such as the size of the area, the surrounding matrix, the degree of isolation and the local biotic and abiotic factors.

**Keywords:** Atlantic rainforest, Cerrado, diversity index, similarity, body size, fluctuating asymmetry, *Pachycondyla* cf. *crassinoda*.

## INTRODUÇÃO GERAL

Esta tese de doutoramento discorre sobre as condições ambientais atuais em que se encontram os remanescentes de fragmentos de Mata Atlântica interioranos localizados no sul de Goiás numa região de domínio do bioma Cerrado. Verifica ainda o impacto da área desses fragmentos na vegetação e na entomofauna. Os fragmentos estudados são caracterizados como Floresta Estacional Semidecidual e estão situados no município de Itumbiara, GO, que possui 43% de sua área classificada como Mata Atlântica, restando atualmente apenas cerca de 4.459 ha de área natural (SOS Mata Atlântica & INPE 2010).

Entende-se por fragmentação de habitat o processo em que a extensão do habitat é transformada numa série de pequenas porções, com área total menor e isoladas uma das outras por uma matriz diferente do habitat original (Primack & Rodrigues 2001; Ricklefs 2003).

A fragmentação de habitat é um dos principais fatores que contribuem para a redução da diversidade ecológica, ocasionada pela perda de habitat e restrição do fluxo gênico. A compreensão dos seus efeitos é usualmente baseada no modelo da Teoria de Biogeografia de Ilhas, que prediz que áreas maiores e mais próximas entre si possuem maior riqueza de espécies (MacArthur & Wilson 1967). Além das predições deste modelo, outros fatores podem também influenciar a diversidade biológica, tais como o efeito de borda e a matriz de entorno (Laurance 2008).

Entretanto, a fragmentação não é um processo aleatório, pois ocorre preferencialmente em áreas onde as atividades da agricultura se tornam mais rentáveis (Baldi *et al.* 2006) e estão aliadas às condições locais do clima, do solo, da topografia e da disponibilidade de água. Neste contexto, o município de Itumbiara se destaca por apresentar condições geográficas de relevo que favorecem a alta produtividade para monoculturas e facilitam o escoamento da safra. Essas características favorecem o desmatamento das paisagens naturais e sua transformação em pequenos fragmentos circundados por lavouras, neste município atualmente, principalmente, por cana-de-açúcar.

Além disso, os remanescentes locais de florestas estão localizados em propriedades privadas, registradas como reserva legal e são estabelecidos sem nenhum planejamento estratégico de conservação (Tabanez *et al.* 1997, Galinkin 2003; Carvalho *et al.* 2009). Como sua biodiversidade é pouco conhecida e necessita ser mensurada para avaliação do impacto do uso agrícola adjacente, esta pesquisa fornecerá subsídios para mudanças na prática aplicada



pelos agricultores, além de contribuir com dados para futuras pesquisas e projetos de conservação desses fragmentos florestais.

Desde modo foram realizados levantamentos sobre a composição florística destes remanescentes para a obtenção de dados sobre a organização estrutural das populações de espécies arbóreas e arbustivas. Análises univariadas e multivariadas, para ordenação dos dados foram aplicadas para testar a similaridade entre os fragmentos (Durigan *et al.* 2008; Silva & Araujo 2009).

A diversidade da vegetação dos fragmentos também foi correlacionada com a diversidade da entomofauna, uma vez que, insetos são potenciais bioindicadores de avaliação de impacto ambiental e são facilmente influenciados pelos efeitos da fragmentação de habitat (Leidner *et al.* 2010; Ferraz *et al.* 2010). Análises envolvendo a biomassa da serapilheira acumulada e as variações do clima local foram realizadas para testar a similaridade entre áreas e o impacto da fragmentação na diversidade e na abundância nos grupos dos insetos mais frequentes.

Para verificar se o efeito da fragmentação atua como um agente estressor nos organismos, testou-se ainda a hipótese de que o tamanho dos fragmentos estudados influenciaria o tamanho e simetria corpórea das formigas. Para tanto, foram utilizadas análises multivariadas e estatísticas para medições e exames da forma de corpo (Pimentel 1979).

As formigas e insetos em geral são considerados excelentes modelos para análises biométricas, pois o seu desenvolvimento depende das condições ambientais, o que afeta diretamente nas dimensões e formas de seus exoesqueletos (Alpatov 1929). Além disso, as formigas estão presentes tanto nos habitats intactos quanto nos perturbados, são sensíveis e respondem rapidamente às variações ambientais (Majer 1983; Andersen 1990; Andersen 1991; Andersen 1993; Hoffman *et al.* 2000).

Os dados obtidos para elaboração desta tese foram agrupados em três capítulos, redigidos no formato de artigos científicos, seguidos por uma conclusão geral. O primeiro capítulo teve como objetivo determinar a composição florística e a abundância dos componentes arbóreos e arbustivos de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no município de Itumbiara-GO. Investigou-se ainda, se os remanescentes próximos geograficamente são floristicamente mais semelhantes e se a área do fragmento apresenta relação direta com sua diversidade florística.

No segundo capítulo caracterizou-se a riqueza de ordens e a abundância da entomofauna dos quatro fragmentos supracitados. Foram ainda investigadas as relações entre a diversidade das ordens e a abundância da entomofauna com a área do fragmento e o índice

de diversidade de sua vegetação. A influência do clima e da serapilheira acumulada na abundância dos insetos também foi avaliada.

No terceiro capítulo foi verificado se o tamanho dos fragmentos estudados, a biomassa de serapilheira acumulada e as variações climáticas afetam o tamanho corporal e a assimetria flutuante de *Pachycondyla* cf. *crassinoda* Latreille, 1802 (Formicidae: Ponerinae).

## REVISÃO DA LITERATURA

A grande expansão da agricultura no Cerrado tem sido apontada como uma das principais responsáveis pela fragmentação desse bioma, assim como em outros ecossistemas brasileiros (Tabanez *et al.* 1997). Além de causar prejuízos diretos à biodiversidade das espécies nativas, a agricultura pode proporcionar prejuízos indiretos através da introdução de espécies exóticas, poluição por pesticidas e erosão do solo. Essas consequências de manipulação dos ambientes tropicais ocorrem também em nível de fragmentos florestais (Turner 1996). A fragmentação florestal está presente em todas as etapas da expansão agrícola, desde as mais antigas, na Mata Atlântica até as mais recentes nos cerrados do Centro Oeste e nas florestas da Amazônia (Viana *et al.* 1992).

A fragmentação florestal pode ser definida como um processo no quais áreas contínuas são subdivididas em áreas de tamanho reduzido devido a destruição do habitat, constituindo áreas de vegetação natural, interrompidas por barreiras antrópicas ou naturais, ou seja, ilhas do ecossistema original inseridos em uma matriz com diferentes ecossistemas, onde maior parte deles encontra-se abandonada e em acelerado processo de degradação (Primack & Rodrigues 2001; Ricklefs 2003; Galinkin 2003; Carvalho *et al.* 2009)

A fragmentação da vegetação impede o fluxo de material genético (fluxo gênico) e a movimentação do conjunto de seres vivos animais e vegetais (biota), resultando no isolamento de populações e até extinção de espécies, além de favorecer a invasão e a dispersão de espécies exóticas (Bierregaard *et al.* 1992; Laurance 2008). A maioria das Unidades de Conservação constitui um fragmento isolado por atividades agrícolas ou pela expansão urbana, com uma fauna habitante sujeita a atropelamentos, mudança de hábitos, dieta e contaminação por agrotóxicos (Vilela 2005).

Os fragmentos florestais, segundo Viana *et al.* (1992), devem ser vistos como resultado de diferentes histórias de perturbação da vegetação, no qual inúmeros fatores interagiram ao

longo do tempo. Para se entender a estrutura e a dinâmica atual de um determinado fragmento, é importante reconstruir ao máximo a história da vegetação local. A criação de fragmentos implica na criação de uma borda, ou seja, uma região de contato entre a área ocupada com agricultura e o fragmento de floresta (Laurance *et al.* 2011).

Segundo Laurance (2008) os efeitos de borda são divididos em dois tipos: abióticos ou físicos e os biológicos diretos e indiretos. Os efeitos abióticos envolvem mudanças nos fatores climáticos ambientais, como a umidade, a radiação solar e o vento. Os efeitos biológicos diretos envolvem mudanças na abundância e na distribuição de espécies provocadas pelos fatores abióticos nas proximidades das bordas, como por exemplo, o aumento da densidade de plantas devido ao aumento da radiação solar. Os efeitos indiretos envolvem mudanças na interação entre as espécies, influenciando a predação, o parasitismo, a herbivoria, a competição, a dispersão de sementes e a polinização.

Alguns estudos têm indicado que vários táxons de insetos podem potencialmente ser utilizados como bioindicadores de avaliação de impacto ambiental e de efeitos de fragmentação florestal (Silveira-Neto *et al.* 1995; Ribas *et al.* 2005; Leidner *et al.* 2010; Ferraz *et al.* 2010), pois, apresentam ampla distribuição geográfica, são localmente abundantes, possuem importância funcional nos variados níveis tróficos, são facilmente identificados em morfo-espécies e, por ocuparem nichos diversificados no ecossistema, podem ser classificadas em grupos funcionais (Osborn *et al.* 1999; Silvestre & Silva 2001).

Thomazini & Thomazini (2000); Ribas *et al.* (2005); Leidner *et al.* (2010) e Ferraz *et al.* (2010) sugerem, para trabalhos de levantamento e monitoramento da biodiversidade de insetos em fragmentos florestais, a utilização de lepidópteros, coleópteros (principalmente pertencentes às famílias Scarabaeidae e Carabidae), himenópteros (Formicidae e abelhas da subfamília Euglossinae) e cupins. Afirmam, ainda, que as alterações na diversidade de insetos em função de fragmentação são influenciadas por muitos fatores, tais como a conversão aleatória de hábitat, que relaciona o tamanho do fragmento com sua composição de espécies, o efeito de borda e da matriz do entorno. Em alguns casos, por exemplo, a fragmentação provocou a redução da biodiversidade e, em outros casos, contrariamente, o seu aumento. Esses dados mostram que não se podem fazer generalizações, sendo necessário a realização de estudos nas diferentes regiões de interesse na conservação da biodiversidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpatov, W. W. 1929 Biometrical studies on variation and races of the honey bee (*Apis mellifera*). **The Quarterly Review of Biology** **4**: 1-58.
- Andersen, A. N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. **Proceedings of the Ecological Society of Australia** **16**: 347-357.
- Andersen, A. N. 1991. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Australia. **Biotropica** **23**: 575-585.
- Andersen, A. N. 1993. Ants as indicators of restoration success at a uranium mine in tropical Australia. **Restoration Ecology** **1**: 156-167.
- Baldi, G.; Guerschman, J. P. & Paruelo, J. M. 2006. Characterizing fragmentation in temperate South America grasslands. **Agriculture, Ecosystems & Environment** **116**: 197-208.
- Bierregaard, R. O., Lovejoy, T. E., Kapos, V. & Santos, A. A., Hutchings, W. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioSciences** **42**: 859-866.
- Carvalho, F., De Marco Júnior, P. & Ferreira, L. 2009. The Cerrado into-pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation** **142**: 1392-1403.
- Durigan, G., Bernacci, L. C., Franco, G. A. D. C. F., Arbocz, G. de F., Metzger, J. P. & Catharino, E. L. M. 2008. Estádio sucessional e fatores geográficos como determinantes da similaridade florística entre comunidades florestais no Planalto Atlântico, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **22** (1): 51-62.
- Ferraz, A. C. P.; Gadelha, B. Q.; Queiroz, M. M. C., Moya-Borja, G. E. & Aguiar-Coelho, V. M. 2010. Effects of forest fragmentation on dipterofauna (Calliphoridae) at the Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, RJ. **Brazilian Journal Biology** **70** (1): 55-63.
- Galinkin, M. (Ed). 2003. **GeoGoiás**. Goiânia, Agência Ambiental de Goiás. Fundação CEBRAC, PNUMA, SEMARH.
- Hoffmann, B. D.; Griffiths, A. D. & Andersen, A. N. 2000. Responses of ant communities to dry sulfur deposition from mining emissions in semi-arid tropical Australia, with implications for the use of functional groups. **Austral Ecology** **25**: 653-663.
- Laurence, W. F. 2008. Theory meets reality: how habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. **Biological Conservation** **141**: 1731-1744.
- Laurance, W. F.; Camargo, J. L. C.; Luizão, R. C. C.; Laurance, S. G.; Pimm, S. L. P.; Bruna, E. M.; Stouffer, P. C.; Bruce Williamson, G.; Benítez-Malvido, J.; Vasconcelos, H. L.; Van Houtan, K. S.; Zartaman, C. E.; Boyle, S. A.; Didham, R. K. Andrade, A. & Lovejoy,

- T. E. 2011. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation (Review). **Biological Conservation** **144**: 56-67.
- Leidner, A. K; Haddad, N. M. & Lovejoy, T. E. 2010. Does Tropical Forest Fragmentation Increase Long-Term Variability of Butterfly Communities? **PLoS ONE** **5** (3): e9534. doi:10.1371/journal.pone.0009534.
- MacArthur, R. H. & Wilson, E.O. 1967. **The theory of island biogeography**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Majer, J. D. 1983. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmental Management** **7**: 375–385.
- Osborn, F, Goitia, W., Cabrera, M. & Jaffé, K. 1999. Ants, plants and butterflies as diversity indicators: Comparisons between at six forest sites in Venezuela. **Studies of Neotropical Fauna and Environment** **34**: 59-64.
- Pimentel, A. 1979. **Morphometrics**. Debuque, Kendal/Hunt.
- Primack, R.B.; Rodrigues, E. 2001. **Biologia da conservação**. Londrina, Midiograf.
- Ribas, C. R. Sobrinho, T. G, Schoereder, J. H. Sperber, C. F., Lopes-Andrade, C. & Soares, S. M. 2005. How large is large enough for insects? Forest fragmentation effects at three spatial scales. **Acta Oecologica** **27**: 31–41.
- Ricklefs, R. E. 2003. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.
- S.O.S. Mata Atlântica & INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica Período de 2008-2010**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica & INPE.
- Silva, M. R. & Araujo, G. M. 2009. Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta semidecidual em Uberlândia, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **23** (1): 49-56.
- Silveira-Neto, S., Monteiro, R. C., Zucchi, R. A & Moraes, R. C. B. 1995. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agrícola** **52** (1): 9-15.
- Silvestre, R. & Silva, R. R. 2001. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luis Antônio – SP – sugestões para aplicação de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas** **14** (1): 37-69.
- Tabanez, A. A. J.; Viana, V. M. & Dias, A. S. 1997. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de Floresta de Planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia** **57** (1): 47-60.
- Turner, I. M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology** **33**: 200-209.

- Thomazini, M. J. & Thomazini, A. P. B. W. 2000. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: Embrapa Acre (Embrapa Acre. Documentos, 57).
- Viana, V. M., Tabanez, A., A., J. & Martinez, J. L. 1992. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. 400-407p. *In: II Congresso Nacional sobre Essências Nativas*. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, v.4, parte 2, 1272 p.
- Vilela, M de F. **Interferência do homem no bioma Cerrado**. Agência de Informação Embrapa, 2005. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_70\\_911200585234.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_70_911200585234.html). Acesso em: 17/jun/2008

## **CAPÍTULO 1**

### **Abundância e Composição Florística de Quatro Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, Goiás**

---

## RESUMO

**(Abundância e composição florística de quatro fragmentos de floresta estacional semidecidual em Itumbiara, Goiás).** A fragmentação das florestas tropicais tem sido apontada como a principal causa da redução de sua biodiversidade. Este processo está ocorrendo intensamente no sul de Goiás, onde ainda são escassas as informações sobre flora e fauna remanescentes. Este estudo objetivou determinar a composição florística e a abundância dos componentes arbóreos e arbustivos de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Os dados obtidos indicam que a diversidade florística dos fragmentos é influenciada pelo sua área, uma vez que fragmentos maiores possuem maior diversidade. Entretanto, a proximidade dos fragmentos não implica em similaridade na composição florística. Registraram-se 126 espécies pertencentes a 91 gêneros distribuídos em 43 famílias, com dominância de *Siparuna guianensis* Aubl. em todos os fragmentos. Mais da metade das espécies encontradas no estrato arbóreo não foi registrada no estrato subarbóreo, havendo também espécies exclusivas desse estrato. Em cada fragmento foi registrado um alto número de espécies exclusivas, o que demonstra a importância da conservação desses remanescentes, independente do seu tamanho e sugere a necessidade de criação de um plano manejo para promover a conectividade entre as áreas.

**Palavras-chave:** diversidade, Cerrado, Mata Atlântica, similaridade florística



## ABSTRACT

**(Abundance and species composition of four semideciduous forest fragments in Itumbiara, Goiás).** The fragmentation of tropical forests has been identified as the main reason for their biodiversity reduction. This process is extensively occurring in the south of Goiás, Brazil, where there still are insufficient information about the remaining flora and fauna. This study aimed to determine the floristic composition and the abundance of the arboreal and subarboreal components of four semideciduous forest fragments. The data indicate that the fragment floristic diversity is influenced by its area, since larger fragments have higher diversity. However, the proximity of the fragments has no implications with its floristic composition. It was registered 126 species belonging to 91 genera distributed in 43 families, with the dominance of *Siparuna guianensis* Aubl. in all fragments. More than half of all founded species in the arboreal stratum was not recorded in the subarboreal stratum, and there are also exclusive species of this stratum. A high number of unique species was also recorded on each fragment, which demonstrates the importance of conservation of these remnants, regardless of their size and the need to create a management plan to promote connectivity between these fragmented areas.

**Keywords:** diversity, Cerrado, Mata Atlantica, floristic similarity

## INTRODUÇÃO

A fragmentação das florestas tropicais tem sido apontada como uma das principais causas da diminuição da diversidade biológica, afetando também a estrutura e a dinâmica de populações diversas. Estudos mostram que há relação direta entre o decréscimo do número de espécies e a redução da área e o aumento do isolamento da área fragmentada (Bierregaard *et al.* 1992, Turner 1996, Laurance & Bierregaard 1997).

No Brasil, a fragmentação de florestas nativas está associada ao processo de expansão da fronteira agrícola, tendo recebido maior atenção a partir da década de 90, quando foram registradas elevadas taxas de desmatamento e percebidas as conseqüências negativas deste tipo de impacto (Viana *et al.* 1997).

Em Goiás, a agricultura é uma constante ameaça à conservação da biodiversidade de sua vegetação. Áreas ocupadas pelo Cerrado tornaram-se um mosaico de paisagens, constituído por diferentes formas de utilizações da terra, uma vez que, as formações naturais, como o cerradão, o cerrado sentido restrito e as matas secas e de galerias representam apenas 10,71%, estando concentradas na região norte e ao longo do eixo hidrográfico (Galinkin 2003). A região sul do estado possui 3% (1.051.422 ha) do seu território ocupado por Mata Atlântica, dos quais 3,56% (37.488 ha) ainda são remanescentes florestais, estando cerca de 4.459 ha no município de Itumbiara (SOS Mata Atlântica & INPE 2010).

Carvalho *et al.* (2009) apontam que regiões dominadas por culturas agrícolas neste estado são mais fragmentadas do que as regiões dominadas por pastagens, sendo as áreas de monoculturas as que apresentam menor número de fragmentos, uma vez que sua ocorrência coincide com solos mais férteis e úmidos, que são mais visados pela agropecuária (Oliveira-Filho *et al.* 1994).

Segundo Pinto *et al.* (2007), estudos fitossociológicos e da composição florística da floresta, que fornecem dados sobre a organização estrutural das populações de espécies arbóreo-arbustivas, são a base para a elaboração de estratégias de manejo, conservação e restauração dos seus remanescentes (Toniato & Oliveira-Filho 2004, Silva *et al.* 2004, Haridasan & Araujo 2005, Pinto *et al.* 2007, Durigan *et al.* 2008, Silva & Araujo 2009).

Uma pesquisa realizada em floresta semidecidual da região do Triângulo Mineiro com divisa com o sudoeste de Goiás, demonstrou que, no intervalo de 14 anos, a fragmentação e o isolamento da vegetação interferiram na dinâmica da comunidade arbórea, promovendo mudanças na diversidade e no número de indivíduos ao longo do tempo (Silva & Araújo 2009). Entretanto, ainda são escassos, na região sul de Goiás, estudos sobre as conseqüências

da fragmentação da paisagem ou trabalhos que caracterizem a vegetação local e as semelhanças florísticas entre as áreas remanescentes na região (Garcia *et al.* 2011). Além disso, os remanescentes de floresta se encontram em propriedades privadas, sendo geralmente muito vulneráveis a contínuos distúrbios decorrentes principalmente de uso não sustentável. Nos últimos dois anos, por exemplo, houve uma taxa de 0,43% de desflorestamento da Mata Atlântica em Goiás (SOS Mata Atlântica & INPE 2010).

Este estudo teve como objetivo determinar a composição florística e a abundância dos componentes arbóreos e arbustivos de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Município de Itumbiara-GO. Foram testadas as seguintes hipóteses: 1) os remanescentes próximos geograficamente são floristicamente mais semelhantes e 2) a área do fragmento apresenta relação direta com sua diversidade florística.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Os fragmentos de floresta semidecidual analisados estão no município de Itumbiara, localizada no sul de Goiás (18° 25'12"S e a 49°13'04"O), altitudes entre 320 e 448 m) em áreas com Latossolo Roxo, caracterizado por alto teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, geralmente distrófico, com extensões eutróficas originadas de rochas basálticas de média a alta fertilidade (Resende *et al.* 1997, SEPLAN-GO 2005). A região é banhada pelos rios Paranaíba, dos Bois e Meia Ponte e apresenta clima com verões chuvosos (dezembro a março) e invernos secos (junho a setembro), quando o déficit hídrico é acentuado (Nishiyama 1989, SEPLAN-GO 2005).

Foram realizadas coletas em quatro fragmentos (F1, F2, F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual, localizados no vale do Rio Paranaíba, próximos ao Lago da Hidrelétrica de Furnas (FIGURA 1). As distâncias entre os fragmentos estão descritas na TABELA 1.

**TABELA 1** – Distâncias entre os quatros fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no município de Itumbiara-GO.

Distância (Km) dos fragmentos	F1	F2	F3	F4
F1		0,71	6,01	4,09
F2			6,11	4,19
F3				1,42
F4				



**FIGURA 1** – Localização dos quatro fragmentos (F1, F2, F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual no município de Itumbiara-GO. Imagem de satélite a 7,74 Km de altura obtida por meio do programa Google<sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009).

F1 ( $18^{\circ}20'51,80''\text{S}$  e  $49^{\circ}04'25,77''\text{O}$ ) caracteriza-se como o maior, apresentando um sub-bosque denso e bem conservado, com arbustos e arvoretas de altura média de 2,5 m e presença de serapilheira abundante durante todo o ano. Possui área total estimada em 57 ha ( $1,67 \times 0,34$  km), estando registrado como área de Reserva Legal da fazenda onde se situa. Segundo o proprietário, esse fragmento sofre o efeito ocasional do fogo em decorrência do cultivo de cana de açúcar, que já ocorre há 15 anos, embora a ocupação das áreas de entorno deste fragmento seja mutável, de acordo com o programa de rotação de cultura adotado (FIGURA 2).

F2 ( $18^{\circ}20'25,99''\text{S}$  e  $49^{\circ}03'37,65''\text{O}$ ) caracteriza-se como sub-bosque ralo e degradado pela ação antrópica de retirada de madeira, com presença de arvoretas de altura média de 1,8 m e baixa densidade de arbustos. Possui área total aproximada de 26 ha ( $0,45 \times 0,42$  km), tendo no entorno de toda a sua borda o cultivo de cana de açúcar (FIGURA 3). De acordo com o proprietário desta mata, esse fragmento é uma Reserva Legal e as terras no seu entorno foram arrendadas para uma usina canavieira, que há três anos as utilizam na plantação de cana de açúcar. No mês de novembro de 2008, houve incidência de fogo em uma das bordas deste fragmento.



**FIGURA 2** – Vista aérea do fragmento 1 e de sua região de entorno (cana de açúcar delimitando as bordas norte, sul e oeste e pastagem delimitando a borda leste). Imagem de satélite a 2,37 km de altura obtida pelo programa Google™ Earth (GOOGLE 2009).



**FIGURA 3** – Vista aérea do fragmento 2 e de sua região de entorno (cana de açúcar delimitando todas as bordas). Imagem de satélite a 1,5 km de altura obtida pelo programa Google™ Earth (GOOGLE 2009).

F3 (18°17'44,40"S e 49°05'54,56"O) caracteriza-se como sub-bosque denso, com arbustos e arvoretas de altura média de 3,5 m. Nota-se grande produção de serapilheira durante o ano todo e presença de clareiras ocasionadas pela queda de grandes árvores. Possui área total aproximada de 37 ha (1,08 x 0,27 km e 0,35 x 0,21 km), apresentando cerca de contenção e bom estado de conservação, apesar de ser observado, ocasionalmente, vestígio da presença de gado bovino. Segundo seu proprietário, essa área constitui-se em Reserva Legal e a estrada que divide parte do fragmento está desativada desde 2007. O fragmento possui em seu entorno o cultivo de cana de açúcar nas bordas leste e sul, cultivo de soja na borda oeste e pastagem na borda norte (FIGURA 4).

F4 (18°18'31,70"S e 49°05'14,85"O) caracteriza-se como sub-bosque pouco denso, com arvoretas de altura média de 2 m e arbustos pouco densos. Está em processo de recuperação do extrativismo de madeira e do pisoteio de gado bovino. O fragmento possui uma área total aproximada de 22 ha (0,45 x 0,30 km), tendo em seu entorno o cultivo de soja na borda sudeste, cana-de-açúcar na borda sudoeste e pastagens abandonadas nas outras bordas. Essa mata está registrada como Reserva Legal desde 2009, quando foi cercada para evitar ação antrópica. Próximo a este fragmento há remanescentes de outro fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (FIGURA 5).



**FIGURA 4** – Vista aérea do fragmento 3 e de sua região de entorno (cana de açúcar delimitando as bordas leste e sul, soja na borda oeste e pastagem na borda norte). Imagem de satélite a 1,67 km de altura obtida pelo programa Google<sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009).



**FIGURA 5** – Vista aérea do fragmento 4 e de sua região de entorno (cana de açúcar delimitando a borda sudoeste, soja na borda sudeste e pastagem nas demais bordas). Imagem de satélite a 1,35 km de altura obtida pelo programa Google<sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009).

### Método de coleta

A diversidade da vegetação nos fragmentos foi estimada a partir de um levantamento da composição e da densidade (considerada a abundância florística) de espécies arbóreas, arbustos e arvoretas. Uma área de 0,52 ha, localizada a 10 m de uma das bordas, foi escolhida para amostragem da vegetação. Em cada área foram estabelecidas 13 parcelas fixas de 20 m x 20 m, dispostas em cinco transectos distantes 10 m um do outro. Para verificar a adequação do esforço amostral foram construídas curvas de acumulação de espécies (Santos 2003) e calculados os coeficientes de variação do número de espécies por parcelas em cada fragmento.

Para caracterizar a estrutura da vegetação, em cada parcela foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com circunferência à altura do peito a 1,30 m do solo (CAP)  $\geq$  15 cm. Para amostragem de arbustos e arvoretas do estrato subarbóreo, estabeleceu-se, dentro de cada parcela, uma subparcela de 10 m x 10 m, onde todos os indivíduos com altura  $\geq$  1 m foram amostrados.

O material botânico coletado foi herborizado e as identificações foram feitas com auxílio da literatura especializada, consultas a especialistas e comparações com as coleções do



*Herbarium Uberlandensis* (HUFU). As espécies foram classificadas de acordo com W3 Trópicos (2010) e agrupadas nas famílias reconhecidas pelo Angiosperm Phylogeny Group III (Chase & Reveal 2009).

### Análises estatísticas

Para cada fragmento foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e de equidade de Pielou ( $J$ ), tanto para o estrato arbóreo quanto para o subarbóreo (Magurran 1989). Os índices de diversidade foram comparados entre si pelo teste  $t$  de Hutcheson, utilizando valores críticos de erro a 2%, como forma de correção para comparações múltiplas (Zar 1984). A similaridade florística foi avaliada entre os quatro fragmentos, utilizando-se o índice de Sørensen (Brower & Zar 1984), agrupados pelo UPGMA (Unweighted Pair-Group Average Method) utilizando o programa Fitopac 2.1.2 (Shepherd 2011).

Após verificar que os dados apresentavam distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, foi utilizado o teste de correlação simples de Pearson para averiguar se havia relação entre os índices de diversidade, a riqueza e a abundância dos estratos arbóreos e subarbóreo e as áreas dos fragmentos (Zar 1984).

As espécies foram categorizadas como raras, comuns, freqüentes e dominantes, segundo sua densidade absoluta em cada fragmento. O intervalo considerado para a determinação da amplitude de cada grupo foi calculado dividindo por quatro o valor da maior densidade absoluta específica encontrada em cada fragmento.

Foram efetuadas análises multivariadas, utilizando o Programa PC-ORD™ 5 (McCune & Mefford 2006), com os dados florísticos categóricos (presença e ausência) e quantitativos (densidade absoluta) das espécies arbóreas e das espécies arbustivas e arvoretas.

A ordenação dos dados por Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) (Hill & Gauch 1980) foi efetuada utilizando a matriz de densidade absoluta das espécies nas 52 parcelas em estudo. De forma complementar, para definir as espécies arbóreas indicadoras e preferenciais das amostras (parcelas), utilizou-se também a classificação hierárquica dicotômica por TWINSpan (Hill *et al.* 1975) a partir de uma matriz composta de 107 espécies arbóreas e de suas ocorrências nas parcelas. Todas as análises univariadas foram efetuadas com o uso do programa de estatística Systat® 10.2 (Systat 2002).



## RESULTADOS

### Composição e abundância florística

Nos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual foram registradas 126 espécies, (16 identificadas ao nível taxonômico de gênero e 110 ao nível de espécie), pertencentes a 91 gêneros e 43 famílias botânicas (TABELA 2). No estrato arbóreo houve maior riqueza de espécie (106), do que no estrato subarbóreo (76). As famílias com maior número de espécies foram: Fabaceae (23), Myrtaceae (10), Rubiaceae (11), Lauraceae (7) e Vochysiaceae (7). A família Siparunaceae apresentou uma única espécie *Siparuna guianensis* Aubl., que foi abundante e dominante nos fragmentos, tanto no estrato subarbóreo quanto no arbóreo. Oito espécies estiveram também presentes em todos os fragmentos e em ambos os estratos vegetativos, sendo elas: *Xylopia aromática* (Lam.) Mart., *Aspidosperma discolor* A. DC., *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, *Cheiloclinium cognatum* (Miers) A.C. Sm., *Emmotum nitens* (Benth.) Miers, *Ocotea corymbosa* (Meisn.) Mez., *Viola sebifera* Aubl. e *Siphoneugena densiflora* O. Berg.

**TABELA 2** – Composição e abundância florísticas dos estratos arbóreo e subarbóreo de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO. Densidade absoluta das espécies arbóreas em 0,52 ha e arbustivas e arvoretas em 0,13 ha. (Arb.: arbóreos; Sub.: arbustos e arvoretas)

FAMÍLIA Espécie	Fragmento 1		Fragmento 2		Fragmento 3		Fragmento 4	
	Arb	Sub.	Arb	Sub.	Arb	Sub.	Arb	Sub.
<b>ANACARDIACEAE</b>								
<i>Astronium nelson-rosae</i> Santin	1	10	3	6	1	0	2	4
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0	0	0	4	0	0	0
<b>ANNONACEAE</b>								
<i>Annona montana</i> Macfad.	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltldl.	3	6	3	1	0	0	1	8
<i>Unonopsis lindmanii</i> R.E. Fr.	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Xylopia aromática</i> (Lam.) Mart.	16	6	5	4	19	1	16	1
<b>APOCYNACEAE</b>								
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	0	0	0	0	2	1	0	1
<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.	18	23	42	5	13	13	16	22
<b>ARALIACEAE</b>								
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	40	0	7	0	2	0	14	0
<b>BIGNONIACEAE</b>								
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	1	2	0	0	0	0	0	0
<i>Tabebuia</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>BORAGINACEAE</b>								
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>BURSERACEAE</b>								
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	20	21	3	4	18	13	25	14

TABELA 2 CONT.

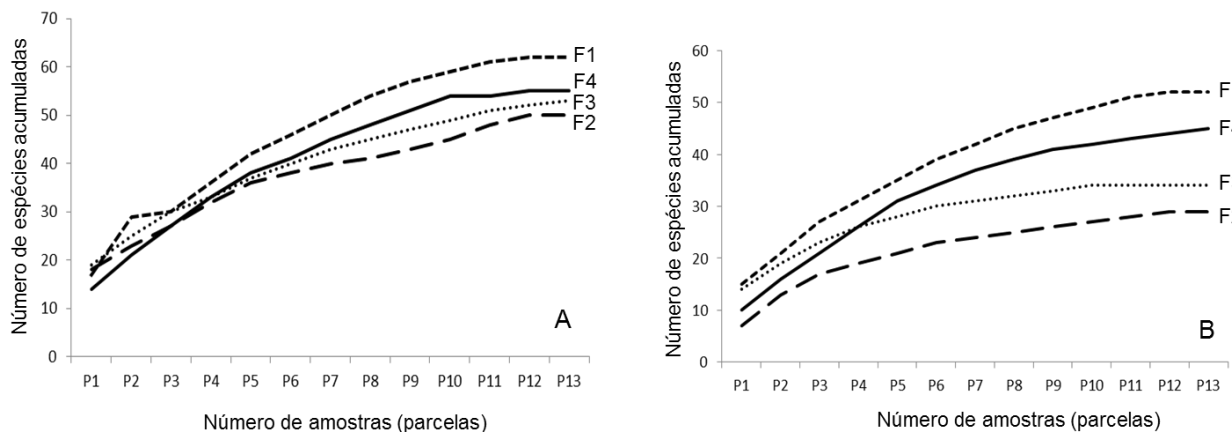




<i>Psychotriasp</i> 2	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Psychotria</i> sp 3	0	0	0	0	0	4	0	1
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Simira viridiflora</i> (Allemao & Saldanha) Steyerm.	0	0	0	0	0	0	1	0
SAPINDACEAE								
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0	3	0	1	0	2	0	5
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	2	11	1	1	2	0	3	3
SAPOTACEAE								
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	6	9	12	0	4	0	0	2
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	2	3	0	0	3	0	0	2
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	0	0	0	0	0	0	1	0
SIPARUNACEAE								
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	47	62	83	48	83	107	102	108
MALVACEAE								
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	2	0	1	0	1	0	4	1
STYRACACEAE								
<i>Styrax camporum</i> Pohl	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	0	0	5	0	0	0	0	0
SYMPLOCACEAE								
<i>Symplocos nitens</i> (Pohl) Benth.	0	1	0	0	0	0	0	0
ULMACEAE								
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	0	1	0	0	0	0	0	0
LAMIACEAE								
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	0	0	1	3	1	0	0	0
<i>Vitex polygama</i> Cham.	0	0	0	0	1	0	0	0
VOCHYSIACEAE								
<i>Callisthene major</i> Mart.	12	0	8	0	1	0	1	0
<i>Qualea dichotoma</i> (Mart.) Warm.	2	0	1	0	0	0	0	0
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	2	0	0	0	4	0	0	0
<i>Qualea jundiahy</i> Warm.	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.	4	1	1	0	50	3	2	2
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	0	0	0	0	2	0	1	0

As curvas de acumulação de espécies (FIGURA 6) mostraram que o esforço de coleta foi adequado para amostrar as espécies componentes da vegetação, uma vez que essas curvas atingiram um determinado número de espécies que pouco variou com o acréscimo de amostragem de parcelas, tendendo a estabilizar. Similarmente, os coeficientes de variação do número de espécies por parcela no estrato arbóreo em cada fragmento foram relativamente baixos (17,8% em F1; 25,8% em F2; 11,4% em F3 e 24,1% em F4).

Para o estrato subarbóreo, os coeficientes de variação do número de espécies por parcela foram relativamente maiores do que os do estrato arbóreo (20,1% em F1; 52,7% em F2; 29,7% em F3 e 18,4% em F4).



**FIGURA 6** – Curvas de acumulação de espécies vegetais amostradas em quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO A – arbóreo; B – subarbóreo.

Dentre as 106 espécies amostradas no estrato arbóreo, 61 não foram encontradas no estrato subarbóreo, como *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill. e *Callisthene major* Mart., que estavam presentes em todos os fragmentos.

Em contrapartida, foram amostradas 21 espécies exclusivas do estrato subarbóreo, como por exemplo, *Sorocea bonplandii* (Baill) W.C. Burger. Lanj. & Wess. Boer e *Cupania vernalis* Cambess., que estavam presentes nos quatro fragmentos e *Psychotria prunifolia* Kunth, presente em três áreas (F1, F3 e F4) com grande abundância de indivíduos (8, 85 e 15, respectivamente). Destacaram-se ainda as arbustivas *Psychotria* spp e *Erythroxylum subracemosum* Turcz.

A maioria das espécies não ocorreu simultaneamente em todos os fragmentos, sendo 21 exclusivas de F1 (11 no arbóreo, 9 no subarbóreo e 1 em ambos), 13 de F2 (10 no arbóreo, 2 no subarbóreo e 1 em ambos), 7 de F3 (5 no arbóreo, 1 subarbóreo e 1 em ambos) e 14 de F4 (10 no arbóreo, 3 no subarbóreo e 1 em ambos). Em F1 as espécies exclusivas mais abundantes foram a *Andira* sp (arbóreo) e *Miconia* sp (subarbóreo), em F2, *Unonopsis lindmanii* R.E. Fr. e *Styrax pohlii* A. DC. (arbóreo) e *Myrcia* sp1 (subarbóreo), em F3, *Bowdichia virgilioides* Kunth (arbóreo) e *Miconia albicans* (Sw.) Triana (subarbóreo) e em F4, *Nectandra* sp (arbóreo) e *Trichilia catigua* A. Juss. (subarbóreo).

A maioria das espécies de ambos os estratos vegetativos foi considerada rara, representando abaixo de 25% do valor da maior densidade absoluta específica amostrada em cada fragmento (TABELA 3). Entretanto, todos os fragmentos apresentaram uma única espécie dominante, exceto o estrato subarbóreo do fragmento 3. No estrato arbóreo, *Nectandra membranacea* (Sw.) Griseb. foi dominante em F2 e F4, representando cerca de 33% dos indivíduos, mas foi rara em F1 e F3. Em F1 houve a dominância de uma espécie do mesmo gênero, *N. megapotamica* (Spreng.) Mez com 20,2% que, contrariamente, foi rara nos demais fragmentos. *S. guianensis* foi dominante em F3, com uma frequência de 16,1%, embora tenha sido comum em F1, F2 e frequente em F4.

**TABELA3** – Grau de dominância (dado em número de espécies nos quatros fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO. Categorização feita considerando intervalos para os valores percentuais de abundância de cada espécie em relação a maior abundância encontrada em cada fragmento por estrato vegetativo).

Categorias (quantidade de indivíduos por espécies)	Arbóreo				Subarbóreo			
	F 1	F 2	F 3	F 4	F 1	F 2	F 3	F 4
Dominantes (> 75% )	1	1	1	1	1	1	2	1
Freqüentes (>50% e <75%)	-	-	3	2	2	-	-	-
Comuns (>25% e < 50%)	5	1	2	-	4	1	1	1
Raras (<25%)	56	48	47	53	45	27	31	43

No estrato subarbóreo houve o domínio de *S. guianensis* em todos os fragmentos, sendo que, em F3, *P. prunifolia* foi co-dominante. F1 apresentou as espécies *Cheiloclinium cognatum* (Miers) A.C. Sm. e *N. membranacea* como freqüentes, mas essas espécies foram comuns em F2 e F4.

#### Diversidade e Similaridade entre Fragmentos

Os índices de diversidade ( $H'$ ) estimados para o estrato arbóreo das áreas maiores (F1 e F3) foram significativamente maiores que os das demais. No estrato subarbóreo, o maior fragmento (F1) apresentou o maior índice de diversidade, seguido por F2 e F4, os dois menores fragmentos, que não diferiram significativamente entre si. Baixos valores de equidade ( $J$ ) de ambos os estratos vegetativos foram obtidos em todos os fragmentos, variando de 0,4 a 0,5 (TABELA 4).

**TABELA 4** – Área e características vegetacionais dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO. (Arb.: arbóreo; Sub.: subarbóreo - arbustos e arvoretas. Letras diferentes na mesma coluna da tabela designam diferenças significativas no teste t de Hutcheson para  $H'$ , feita aos pares, entre os fragmentos considerando valor crítico determinado por erro de 2% como forma de correção para as comparações múltiplas.)

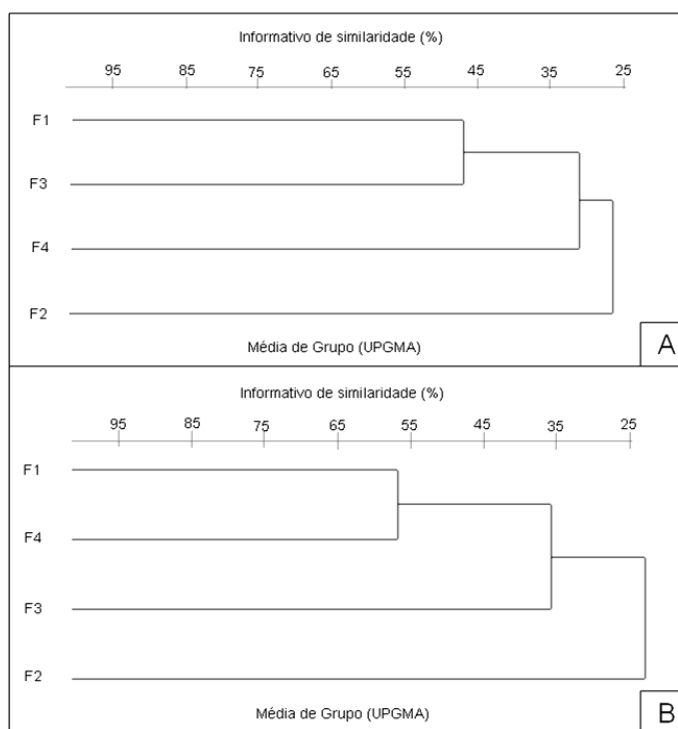
Local	Área (ha)	Índice de Shannon ( $H'$ )		Índice de Pielou ( $J$ )		Riqueza		Abundância	
		Arb.	Sub.	Arb.	Sub.	Arb.	Sub.	Arb.	Sub.
Fragmento 1	57	3,20a	3,12a	0,501	0,523	62	52	592	389
Fragmento 2	26	2,84b	2,46b	0,440	0,522	50	29	631	136
Fragmento 3	34	3,13a	2,42c	0,502	0,416	53	34	514	342
Fragmento 4	22	2,76b	2,77b	0,444	0,479	55	45	501	324

Apenas a riqueza de espécies do estrato arbóreo correlacionou-se linearmente com a área do fragmento (TABELA 5).

**TABELA 5** - Correlação de Pearson para o estrato arbóreo e subarbóreo (arvoreta e arbustos), relativos ao tamanho da área do fragmento com a diversidade ( $H'$ ), riqueza e abundância. (Valor significativo em negrito)

	Árbóreo		Subarbóreo	
	R	P	r	p
Diversidade x área	0,870	0,130	0,697	0,303
Riqueza x área	0,969	<b>0,030</b>	0,621	0,379
Abundância x área	0,300	0,700	0,589	0,411

A análise da similaridade florística de Sørensen, de modo geral, indicou baixa similaridade entre os fragmentos para ambos os estratos avaliados. Para o estrato arbóreo a análise indicou maior similaridade entre F1 e F3 (aproximadamente 46%) e ambos mantiveram similaridade de cerca de 30% com F4 (FIGURA 7).

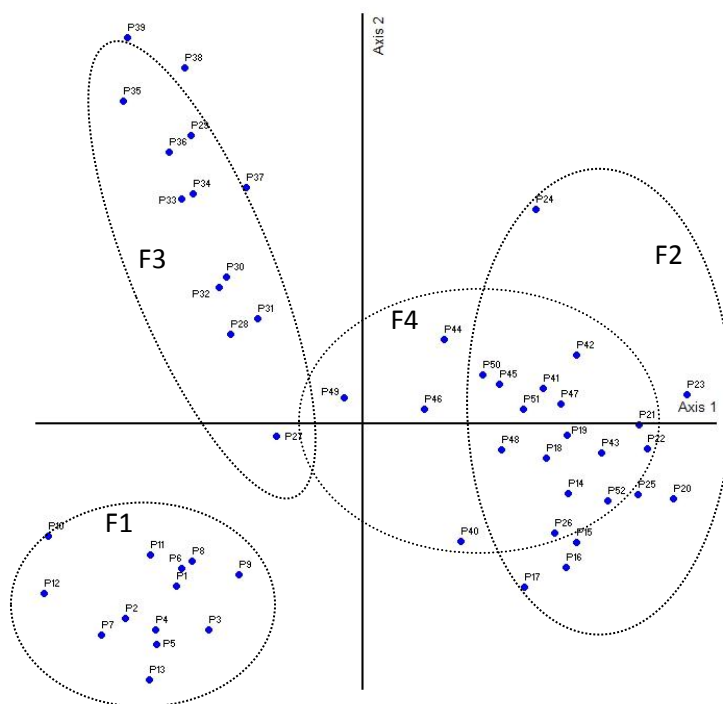


**FIGURA 7** - Dendrograma do índice de similaridade florística de Sørensen entre as áreas fragmentadas de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO; A – estrato arbóreo; B – estrato subarbóreo (arbustos e arvoretas).

O agrupamento da análise de similaridade para o estrato subarbóreo foi distinto do arbóreo, sendo F1 e F4 mais similares entre si (aproximadamente 56%), ambos mantendo similaridade de cerca de 35% com F3. F2 apresentou o menor grau de similaridade com os demais.

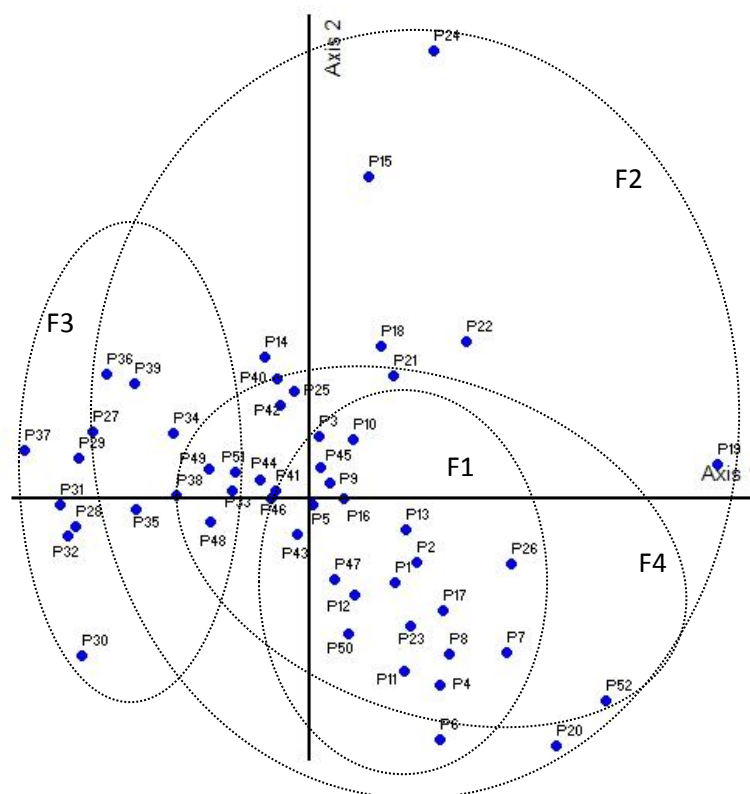
O diagrama resultante da ordenação das parcelas por DCA (FIGURA 8) confirma o padrão de similaridade já descrito entre os fragmentos para o estrato arbóreo indicado pelo índice de Sørensen. O eixo 1 da ordenação DCA explica 48,47 % da variação e separa F1 e F3 de F2 e F4. Os dois primeiros eixos explicam juntos 76,56%, e o diagrama gerado pelos dois primeiros eixos separa claramente as parcelas e os fragmentos analisados.

Para o estrato subarbóreo, o diagrama resultante da ordenação por DCA (FIGURA 9), mostra a afliência entre os fragmentos segundo as parcelas agrupadas no centro dos eixos. O eixo 1 explica 38,5% da variação e o eixo 2, 2,41%.



**FIGURA 8** – Ordenação das 52 parcelas amostradas no estrato arbóreo dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO (F1 a F4), a partir do primeiro (horizontal) e do segundo (vertical) eixos de uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA).

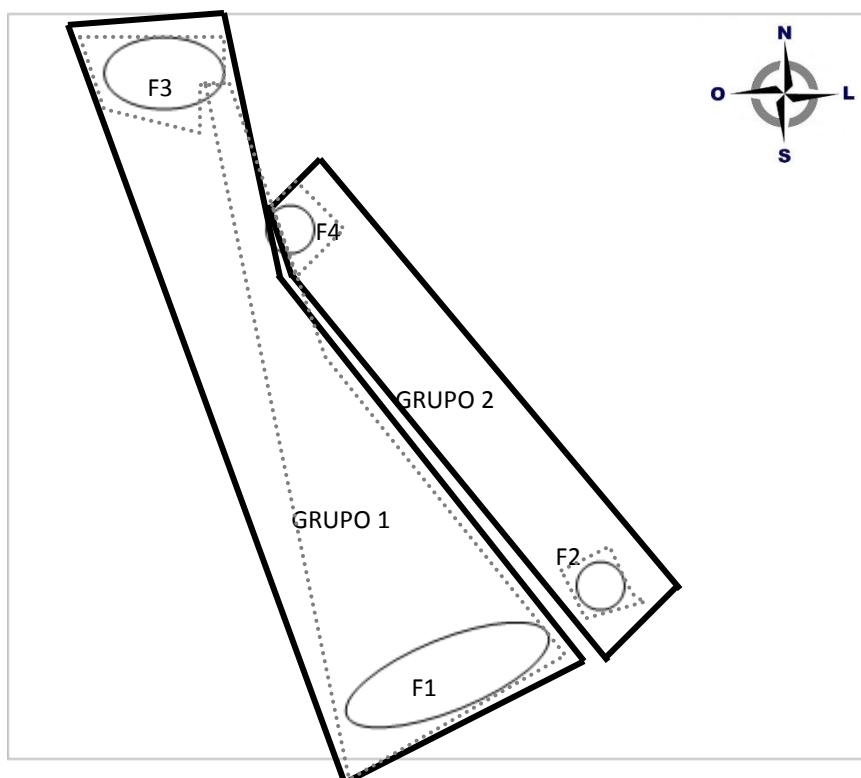




**FIGURA 9** – Ordenação das 52 parcelas amostradas no estrato subarbóreo dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO (F1 a F4), a partir do primeiro (horizontal) e do segundo (vertical) eixos de uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA).

A análise da divisão hierárquica das parcelas do estrato arbóreo floristicamente semelhantes por TWINSpan (FIGURA 10) mostra que as similaridades florísticas não se estabelecem em função da distância nem da posição geográfica das parcelas de estudo. No primeiro nível de divisão houve um agrupamento de todas as parcelas dos dois maiores fragmentos (F1 e F3) e de uma única parcela do fragmento 4 e outro agrupamento com todas as parcelas dos dois fragmentos menores (F2 e F4), exceto uma parcela do F4. No segundo nível de divisão houve o agrupamento das parcelas de acordo com cada fragmento, com exceção de uma parcela do F3 e outra do F4, que foram agrupadas juntamente com todas as outras parcelas do F1.

Dentro do primeiro nível de divisão (autovalor 0,3208) surgem dois grandes grupos. No primeiro grupo encontram-se 27 parcelas, sendo 13 situadas em F1, 13 em F3 e 1 em F4, sem determinação de espécie preferencial. No segundo grupo encontram-se 25 parcelas, sendo 13 situadas em F2 e 12 em F4, apresentando *N. membranacea* como única espécie indicadora preferencial.



**FIGURA 10** – Grupos de parcelas de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO, resultante da análise por TWINSpan. ( — = primeiro nível de divisão; .... = níveis inferiores de divisão; modelo de figura baseado em Durigan *et al.* (2008), sendo elaborada a partir da sobreposição de imagem de satélite a 7,74 Km de altura obtida por meio do programa Google<sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009)).

Dentro do segundo nível de divisão (autovalor 0,30) surgiram dois novos grupos. No primeiro grupo encontram-se 12 parcelas, sendo todas situadas em F3. As espécies indicadas como preferenciais nesse grupo são *P. glabrata*, *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke e *Vochysia haenkeana* Mart. No segundo grupo encontram-se 15 parcelas, sendo 13 situadas em F1, 1 em F3 e 1 em F4. *N. megapotamica* foi indicada como preferencial neste grupo.

Dentro do terceiro nível de divisão (autovalor 0,27) surgiram dois outros grupos. No primeiro grupo encontram-se 12 parcelas, todas situadas em F4, tendo *P. heptaphyllum* como indicadora preferencial. No segundo grupo encontram-se 13 parcelas, todas situadas em F2, *Licania apetala* Hook. f. como indicadora preferencial.

## DISCUSSÃO

### Caracterização florística dos fragmentos

Os fragmentos de floresta estacional semidecidual apresentam características comuns, como a ocorrência, nos dois estratos vegetativos estudados, de *S. guianensis*, *X. aromatica*, *A. discolor*, *P. heptaphyllum*, *C. cognatum*, *E. nitens*, *O. corymbosa*, *V. sebifera* e *S. densiflora*. Entretanto, os fragmentos diferem na maior parte de sua composição florística, uma vez que apresentam diversas espécies exclusivas, divergindo ainda entre si nos padrões de abundância e dominância de espécies.

A presença abundante de *S. guianensis* em todos os fragmentos decorre, provavelmente, de sua ampla tolerância ecológica, pois compõe tanto o grupo clímax à sombra quanto o grupo pioneiro, podendo ser encontrada na borda e no interior de fragmentos (Nunes *et al.* 2003, Pinto *et al.* 2005, Carvalho *et al.* 2007), em planícies de florestas primárias e secundárias com elevações de até 1.200 m (Souza *et al.* 2006). Além disto, tem ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde a Nicarágua, ocupando todo o Norte da América do Sul, até o Paraguai (Reunner & Hasner 2005).

O domínio de *S. guianensis* em fragmento de floresta ombrófila densa submontana da região centro-norte do Rio Janeiro foi registrado por Carvalho *et al.* (2007), que a destaca como uma importante espécie de sub-bosque de matas de regeneração secundária. Fina & Monteiro (2009) também registraram esta espécie com elevado número de indivíduos em fragmentos de floresta de Cerradão.

Por outro lado, mesmo tendo sido predominante em todos os estratos subarbóreos, *S. guianensis*, nem sempre foi dominante no estrato arbóreo, como ocorrido em F1, F2 e F4. Como o porte dessa espécie varia considerável em função da abertura do dossel, esse fato pode estar relacionado ao critério de inclusão da amostragem que considerou apenas indivíduos com CAP  $\geq 15$  cm. Em F1, F2 e F4 duas espécies de *Nectandra* dominaram a composição florística do estrato arbóreo, apesar de terem sido freqüentes ou apenas comuns no estrato subarbóreo destes fragmentos.

Reitz *et al.* (1983) já apontavam a vigorosa habilidade regenerativa de *Nectandra* spp. em relação a outras espécies arbóreas em florestas ombrófilas. Lorenzi (1998) mencionou a larga amplitude de tolerância ecológica deste gênero, capaz de se desenvolver em solos

distintos, desde os úmidos até os de drenagem rápida e em locais sombreados, com ampla dispersão em florestas ombrófilas.

A competição interespecífica, que causa exclusão de espécies, pode explicar porque cerca de 53% das espécies arbóreas inventariadas não foram amostradas no estrato subarbóreo. Mas este fato pode estar ainda associado à predação das sementes, herbivoria nas plântulas ou ação de fatores abióticos tais como a disponibilidade de luz e efeito destrutivo do fogo. Todos esses fatores podem limitar o número de indivíduos e de espécies em ambiente de floresta, nos estádios de semente, plântula ou mesmo na fase adulta (Gurevitch *et al.* 2009). Scariot (2000) aponta, inclusive, que os danos provocados às plântulas de fragmentos tendem a ser mais intensos por causa do efeito de borda. Como exemplos deste efeito, pode-se mencionar o pisoteio e o forrageamento do gado bovino, como observado em F3 e F4.

Em contrapartida, 27% das espécies amostradas no estrato subarbóreo não foram coletadas no estrato arbóreo. É preciso ressaltar, entretanto, que algumas espécies, como *P. prunifolia*, encontrada abundantemente nos fragmentos e dominando F3, não forma árvores. Delprete (2001) relata a tendência ao adensamento desta espécie arbustiva em porções sombreadas do ambiente que apresentam solo úmido, com grande concentração de alumínio.

Nem todas as espécies presentes em todos os fragmentos foram abundantes como, por exemplo, *S. bonplandii* e *C. vernalis*, classificadas como raras. Além disso, as espécies exclusivas a cada fragmento também ocorreram em pequeno número. Estes fatos apontam o risco das populações de muitas espécies de plantas nos remanescentes de mata Semidecidual do Estado de Goiás entrarem em rápido declínio ou se extinguirem localmente em resposta ao crescente do processo de fragmentação florestal (Viana *et al.* 1997).

#### Similaridade florística entre os fragmentos

Apesar dos fragmentos apresentarem baixa similaridade entre si, as análises de Sørensen e DCA foram coincidentes ao apontar maior similaridade entre F1 e F3 e ambos com F4 na composição de espécies do estrato arbóreo. Não se confirma, portanto, a predição de que fragmentos mais próximos teriam maior similaridade florística.

A proximidade geográfica influenciando a maior similaridade entre fragmentos já foi, entretanto, ilustrada por Durigan *et al.* (2008) em comunidades vegetais de fragmentos estudados na região do Planalto Atlântico em São Paulo, que também afirmam não ser este o único fator a afetar a similaridade florística entre fragmentos de vegetação.

Santos *et al.* (2007) mostraram que a heterogeneidade ambiental pré-existente também desempenha um papel importante nas variações de composição florística entre fragmentos florestais. O fato de o município de Itumbiara estar situado numa região de transição de biomas, apresentando espécies características de Mata Atlântica e Cerradão corrobora esta possibilidade.

De fato, Garcia e colaboradores (2011) apontaram que alguns fragmentos florestais analisados nesta região apresentaram caráter ecotonal, com espécies generalistas e outras específicas de Cerrado ou de matas estacionais. Além disso, os remanescentes avaliados apresentaram elevada diversidade arbórea.

Tabarelli e Mantovani (1999) verificaram, em fragmento de floresta Semidecidual no Estado de São Paulo, uma redução de 15,5% na área basal 40 anos após corte raso e entrada de fogo no fragmento. Similarmente, acredita-se que a baixa abundância e riqueza de espécies subarbóreas de F2 possa ter sido resultante da ação antrópica intensa e/ou consequência da ação do fogo neste fragmento, ocorrida há cerca de 3 meses antes da amostragem. Toniato e Oliveira-Filho (2004) também verificaram que fragmentos com intenso pisoteio de gado apresentam menor índice de diversidade.

Embora todos os fragmentos fossem delimitados por cultura de cana de açúcar, a ação eventual do fogo e a presença de outros tipos de cultura próximos aos fragmentos não permite a avaliação da influência do entorno na sua composição florística. Entretanto, como não foi encontrada grande similaridade entre fragmentos próximos e com o mesmo tipo de entorno, acredita-se que sua influência possa não estar sendo significativa na estruturação da comunidade vegetal estudada.

#### Diversidade florística e tamanho dos fragmentos

A significativa correlação entre a riqueza de espécies arbóreas e a área do fragmento e a tendência do índice de diversidade ser maior em fragmentos com áreas maiores confirmam a hipótese inicial de que o tamanho do fragmento está influenciando sua composição florística.

Cabacinha & Castro (2009) já haviam observado que a forma e o tamanho da área ocupada pela vegetação poderiam influenciar sua diversidade florística, quando estudou fragmentos florestais na região do Cerrado. No entanto, estes autores afirmam que a riqueza e a abundância de espécies parecem também estar relacionadas à conectividade e ao grau de isolamento dos fragmentos de floresta. Assim, fragmentos menores tenderiam a apresentar baixa diversidade quando estivessem completamente isolados. Por outro lado, poderiam

possuir diversidade maior quando estivessem interligados e inseridos numa matriz que permite maior fluxo gênico entre populações naturais.

Poggiani & Oliveira (1997) compreendem que fragmentos maiores e com forma regular possuem maior área interna, estando mais protegidos contra o efeito de borda. Afirmam que a proximidade das bordas em relação à área central pode ser prejudicial para a conservação de espécies não adaptadas aos efeitos antrópicos, que são mais intensos nas bordas.

Os baixos índices de diversidade e equidade nos fragmentos menores apontam o domínio de algumas espécies, tanto no estrato arbóreo quanto no subarbóreo (Begon *et al.* 2007).

Os dados obtidos neste trabalho indicam que a diversidade florística dos fragmentos de mata Semidecidual remanescentes do sul de Goiás é influenciada pelo tamanho da área, uma vez que fragmentos maiores possuem maior diversidade que os menores. Entretanto, a proximidade não implica na maior similaridade da composição florística destes fragmentos. Como mesmo os fragmentos menores apresentam espécies exclusivas e a maior parte das espécies teve ocorrência rara, enfatiza-se a necessidade de conservação dessas áreas e a criação de um plano de manejo e de conectividade entre elas para o restabelecimento ou aumento do fluxo gênico. Como a região é destinada a atividades agropecuárias, a expansão das áreas destinadas ao cultivo de plantas ou criação de gado deve ser cuidadosamente planejada para evitar riscos de extinção ou perda da biodiversidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2007. **Ecologia: de indivíduos a ecossistema**. Porto Alegre, Artmed.
- Bierregaard, R. O., Lovejoy, T. E., Kapos, V., Santos A. A. & Hutchings, R. W. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. A prospective comparison of fragments and continuous forest. **BioScience** 4: 859-866.
- Brower, J. E. & Zar, J. H. 1984. **Field and laboratory methods for general ecology**. W.M.C. Brow, Dubuque.
- Cabacinha, C. D. & Castro, S. S. 2009. Relationships between floristic diversity and vegetation indices, forest structure and landscape metrics of fragments in Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management** 257: 2157-2165.

- Carvalho, F. A.; Nascimento, M. T. & Braga, J. M. A. 2007. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (mata rio Vermelho). **Revista Árvore** **31**(4): 717-730.
- Carvalho, F., De Marco Júnior, P. & Ferreira, L. 2009. The Cerrado into-pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation** **142** (7): 1392-1403.
- Chase, M. W. & Reveal, J. L. 2009. A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** **161** (2): 122-127.
- Delprete, P.G. 2001. Notes on some South American species of *Psychotria* subgenus *Heteropsychotria* (Rubiaceae), with observations on rubiaceous taxonomic characters. **Brittonia** **53**: 396-404.
- Durigan, G., Bernacci, L. C., Franco, G. A. D. C. F., Arbocz, G. de F., Metzger, J. P. & Catharino, E. L. M. 2008. Estádio sucessional e fatores geográficos como determinantes da similaridade florística entre comunidades florestais no Planalto Atlântico, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **22** (1): 51-62.
- Fina, B. G. & Monteiro, R. 2009. Estudo da estrutura da comunidade arbustivo-arbórea de uma área de cerradão, município de Pirassununga (SP). **Neotropical Biology and Conservation** **4** (1): 40-48.
- Galinkin, M. (Ed). 2003. **GeoGoiás**. Goiânia: Agência Ambiental de Goiás. Fundação CEBRAC, PNUMA, SEMARH.
- Garcia, P. O.; Valente, A. S. M.; Pifano, D. S.; Pessoa, J. F. S.; Busato, L. C.; Fontes, M. A. L. & Oliveira-Filho, A. T. 2011. Species composition and floristic relationships in southern Goiás Forest enclaves. **Rodriguesia** **62** (1): 123-137.
- Gurevitch, J., Scheiner, S. M. & Fox, G. A. 2009. **Ecologia Vegetal**. Porto Alegre, Artmed.
- Haridasan, M. & Araújo, G.M. 2005. Perfil nutricional de espécies lenhosas de duas florestas semidecíduas em Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica** **28**: 295-303.
- Hill, M. O. & Gauch, H. G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. **Vegetatio** **42**: 47-58.
- Hill, M. O., Bunce, R. G. H & Shaw, M. W. 1975. Indicator species analysis, a divisive poythetic method of classification and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. **Journal of Ecology** **63**: 597-613.
- Laurance, W. F. & Bierregaard, R. O. 1997. **Tropical forest remnants – ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago, University of Chicago Press.
- Lorenzi, H. 1998. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Plantarum.

- Magurran, A. E. 1989. **Diversidad ecológica y su medición**. Barcelona, Ediciones Vedrá.
- McCune, B. & Mefford, M. J. 2006. **PC-ORD**. Multivariate analysis of ecology data. version 5. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Nishiyama, L. 1989. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & natureza** **1**: 9-16.
- Nunes, Y. R. F, Mendonça, A. V. R., Botezelli, L. Machado, E. L. M. & Oliveira-Filho, A. T. 2003. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica** **17** (2): 213-229.
- Oliveira-Filho, A. T.; Vilela, E. A.; Gavilanes, M. L. & Carvalho, D. A. 1994. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** **51** (3): 355-389.
- Pinto, L. V. A., Botelho, S. A., Oliveira-Filho, A. T. & Davide, A. C. 2005. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Revista Árvore** **29** (5): 775-793.
- Pinto, S. I. C.; Martins, S. V.; Silva, A. G.; Barros, N. F.; Dias, H. C. T. & Scoss, L. M. 2007. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo de dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na reserva florestal mata do Paraíso, Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore** **31** (5): 823-833.
- Poggiani, F. E & Oliveira . R. E. 1997. Indicadores para conservação dos núcleos de vida silvestre. **Serie técnica IPEF** **12** (31): 45-52.
- Reitz, R; Klein, R. M. & Reis, A. 1983. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura e de Abastecimento.
- Renner, S. S. & Hausner, G. 2005. **Monograph of Siparunaceae**: Flora Neotropica 95. New York, New York Botanical Garden.
- Resende, M.; Curi, N., Rezende, S. B. & Correa, G. F. 1997. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa, NEPUT, 367 p.
- S.O.S. Mata Atlântica & INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período de 2008-2010**. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica & INPE.
- Santos, A.J. 2003. Estimativas de riqueza em espécies, p. 19-41. In: Cullen Jr. L.; Valladares-Pádua, C.; Rudran, R.(Eds). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba, UFPR/ Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 665 p.
- Santos, K. , Kinoshita, L. S. & Santos, F. A. M. 2007. Tree species composition and similarity in semideciduous forest fragments of southeastern Brazil. **Biological Conservation** **135**: 268-277.



- Scariot, A. 2000. Seedling mortality by litterfall in Amazonian forest fragments. **Biotropica** **32**: 662-669.
- SEPLAN-GO – Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás. 2005. **Anuário estatístico do estado de Goiás 2005**. Goiânia, SEPLAN.
- Shepherd, G. J. 2011. **Fitopac 2.1.2 – Manual do usuário**. Campinas, Unicamp.
- Silva, N. R. S.; Martins, S. V.; Meira Neto, J. A. A. & Souza, A. L. 2004. Composição florística e estrutura de uma floresta estacional semidecidual Montana em Viçosa, MG. **Revista Árvore** **28** (3): 397-405.
- Silva, M. R. & Araujo, G. M. 2009. Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta semidecidual em Uberlândia, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **23** (1): 49-56.
- Souza, P. A. de, Venturin, N., Griffith, J. J. & Martins, S. V. 2006. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Revista Cerne** **12** (1): 56-67.
- Systat. 2002. **Systat® for Windows® version 10.2** [S.l.]: © Systat Software.
- Tabarelli, M. & Mantovani, W. 1999. A regeneração de uma floresta tropical. **Revista Brasileira de Biologia** **59** (2): 239-250.
- Toniato, M. T. Z. & Oliveira-Filho, A. T. de. 2004. Variations in tree community composition and structure in a fragmento of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil related to different human disturbance histories. **Forest Ecology and Management** **198**: 319-339.
- Tropicos.org. 2010. **Missouri Botanical Garden**. <http://www.tropicos.org>. Acesso em: 2/06/2010.
- Turner, I. M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology** **33**: 200-209.
- Viana, V. M.; Tabanez, A. A. J. & Batista, J. L. F. 1997. Dynamics and restoration of Forest fragments in the Brazilian Atlantic moist Forest, 351-365pp. In: Laurance, W.F. & Bierregaard, R. O. (Eds). **Tropical forest remnants – ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago, University of Chicago Press.
- Zar, J. H. 1984. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice Hall.

## **CAPITULO 2**

### **Entomofauna de Solo de Quatro Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO**

---

## RESUMO

**(Entomofauna de Solo de Quatro Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO).** Os insetos são modelos práticos para estudo do impacto causado pela fragmentação de florestas, porque apresentam ciclo de vida curto e reproduzem-se abundantemente. Este estudo descreveu a riqueza de ordens e a abundância da entomofauna de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, localizados no sul de Goiás. Verificou, ainda, se havia relação entre a diversidade de ordem e a abundância da entomofauna com o tamanho dos fragmentos e com a diversidade da sua vegetação. A influência do clima e da serapilheira na abundância dos insetos também foi avaliada. A coleta dos insetos foi realizada com uso de armadilha *pitfall* iscada. Foram capturados 136.166 insetos classificados em 12 ordens, com dominância de Hymenoptera em todos os fragmentos. Não foi encontrada nenhuma evidência de que o volume da serapilheira produzida em cada fragmento estivesse afetando a variação temporal de sua entomofauna, nem que o tamanho do fragmento estivesse relacionado à abundância e à diversidade de ordens dos insetos ali presentes. A pluviosidade foi o único fator climático que significativamente provocou variações temporais nas abundâncias dos grupos estudados. Fragmentos florestais pequenos podem conter comunidades de insetos tão ricas e abundantes quanto às de fragmentos maiores. Embora não tenha havido correlação linear significativa entre a abundância da entomofauna e a diversidade da vegetação, são discutidas evidências de que a composição florística esteja afetando a abundância de certos grupos de insetos.

**Palavras-chave:** riqueza e abundância de insetos, Hymenoptera, dinâmica populacional

## ABSTRACT

**(Entomofauna of soil of four semi deciduous forest fragments in Itumbiara, GO).** Insects are practical models to study the impact of forest fragmentation, because they present short life cycle and reproduce abundantly. This study described the richness and abundance of the entomofauna of four semi deciduous forest fragments located at south of Goiás, Brazil. It was also investigated whether there was any relationship between the diversity and the abundance of the entomofauna with the fragment size and with the diversity of its vegetation. The influence of the climate factors and the leaf litter in the insect abundance was also evaluated. The insect collection was performed using baited pitfall traps. A total of 136.166 insects classified into 12 orders were captured, with dominance of Hymenoptera in all fragments. No evidence that the leaf litter volume was affecting the entomofauna, neither that the fragment size was related to the insect's abundance and the diversity. Rainfall was the only climatic factor that caused significant temporal variations in the abundances of the studied groups studied. Small forest fragments may contain insect communities as rich and abundant as those of larger fragments. Although there was no significant linear correlation between the entomofauna abundance and the vegetation diversity, evidences that the floristic composition is affecting the abundance of certain groups of insects are presented.

**Keywords:** insect richness and abundance, Hymenoptera, population dynamics

## INTRODUÇÃO

Os insetos são o grupo de animais com maior abundância e riqueza de espécies no globo terrestre. Destacam-se, ainda, por sua grande capacidade de adaptação às mudanças ambientais, devido ao seu ciclo de vida curto, facilidade de dispersão e de seleção de ambientes e hospedeiros. A entomofauna influencia diretamente a dinâmica dos ecossistemas por atuar nos processos de ciclagem de nutrientes e de polinização, no controle populacional de outras espécies animais e vegetais dos quais se alimenta e por serem presas de muitos grupos de animais (Gullan & Cranston 2008).

Insetos são, portanto, excelentes modelos para o estudo do impacto ambiental, provocado por ação antrópica, como por exemplo a fragmentação florestal, que consiste na transformação aleatória de paisagens naturais contínuas em manchas ou fragmentos de hábitat, isolados uns dos outros e imersos em paisagens alteradas pelo homem (Thomazini & Thomazini 2000, Primack & Rodrigues 2001).

A fragmentação de habitat é uma realidade atual dos biomas brasileiros (MMA 2000, SOS Mata Atlântica & INPE 2010) e pode estar associada à alteração da diversidade de espécies em florestais tropicais, provocando o aumento (Gilbert *et al.* 1998), a redução ou a extinção de algumas espécies (Bierregaard *et al.* 1992, Turner 1996, Filgueira *et al.* 2011) e mudanças nas interações ecológicas e no ciclo biogeoquímico dos ecossistemas (Laurance & Bierregaard 1997, Laurance *et al.* 2011).

A compreensão dos efeitos da fragmentação de habitats é usualmente baseada no modelo da Teoria de Biogeografia de Ilhas, que prediz que áreas maiores e mais próximas entre si possuem maior riqueza de espécies e diversidade (MacArthur & Wilson 1967). Além das predições deste modelo, podem ser considerados outros fatores influenciando a diversidade biológica de áreas fragmentadas, tais como a conversão aleatória de habitat, que relaciona o tamanho do fragmento com sua composição de espécies, o grau de isolamento, o efeito de borda e da matriz do entorno (Laurance 2008).

O tamanho do fragmento é vital na manutenção da sua entomodiversidade, pois fragmentos menores tendem a reduzir a riqueza de espécies mais rapidamente (Stouffer *et al.* 2008), embora este padrão não tenha sido verificado para formigas, mariposas e cupins (Bruna *et al.* 2005, Lopes *et al.* 2005, Florencio & Diehl 2006, Santos *et al.* 2006).

Além disto, o efeito de borda e a matriz de entorno interferem significativamente no microclima do fragmento, podendo provocar alterações na composição da vegetação e da

fauna de insetos. Quando a borda de um fragmento é estabelecida, a incidência de ventos, luz e calor poderá aumentar as condições de estresse e, conseqüentemente, a extinção de várias espécies. Entretanto, indivíduos de diversas espécies, advindos de outros remanescentes ou da matriz de entorno, poderão ainda se aclimatar às novas condições microclimáticas estabelecidas, o que irá modificar a composição de insetos daquela comunidade (Kruess & Tschardt 1994, Laurance *et al.* 2007).

No município de Itumbiara, sul de Goiás, onde predominam as Florestas Estacionais Semidecíduais, as paisagens naturais tornaram-se um mosaico fragmentado pelas atividades agrícolas que ali prosperam nos solos ricos de origem basáltica (Carvalho *et al.* 2009). Atualmente, apenas 3% do território deste município estão cobertos por florestas do ecótono de transição entre a Mata Atlântica e as fitofisionomias do Cerrado (Oliveira-Filho & Ratter 2000, SOS Mata Atlântica & INPE 2010).

Estudos sobre o impacto da fragmentação de florestas nesta região são escassos, não havendo nenhum que caracterize a entomofauna local para que se possa propor um plano de manejo e de conservação dos remanescentes de floresta de Mata Atlântica.

O objetivo deste estudo foi determinar a riqueza de ordens e a abundância da entomofauna de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO. Foram ainda investigadas as relações entre a diversidade das ordens e a abundância da entomofauna com a área do fragmento e o índice de diversidade de sua vegetação. A influência do clima e da serapilheira na abundância dos insetos também foi avaliada.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### Área de estudo

Os quatro fragmentos de Floresta Semidecidual analisados (F1, F2, F3 e F4) localizam-se no município de Itumbiara, sul de Goiás, (18°25'12"S e 49°13'04"O) em altitudes entre 320 a 448 m. A região é caracterizada como um ecótono, apresentando, além da vegetação típica do Cerrado, algumas áreas de transição deste bioma com a Mata Atlântica. É banhada pelos rios Paranaíba, dos Bois e Meia Ponte e apresenta clima com verões chuvosos e invernos secos com duração de 4 a 5 meses, quando o déficit hídrico é acentuado (Nishiyama, 1989, SOS Mata Atlântica & INPE, 2010).



**FIGURA 1** – Localização dos quatro fragmentos (F1, F2, F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual no município de Itumbiara-GO. Imagem de satélite a 7,74 Km de altura obtida por meio do programa Google<sup>TM</sup> Earth (GOOGLE 2009).

F1 (18°20'51.80"S e 49°04'25,77"O) caracteriza-se como o maior, com uma área aproximada de 57 ha (1,67 x 0,34 km). Possui vegetação arbórea, com predominância de *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez e sub-bosque denso com dominância de *Siparuna guianensis* Aubl., *Cheiloclinium cognatum* (Miers) A.C. Sm e *N. membranacea* (Sw.) Griseb.

F2 (18°20'25,99"S e 49°03'37,65"O) possui uma área aproximada de 26 ha (0,45 x 0,42 km), com predominância de *N. membranacea* no estrato arbóreo de sua vegetação e um sub-bosque ralo, com dominância de *S. guianensis*.

Estes dois fragmentos possuem cana-de-açúcar compondo sua matriz de entorno e estão próximos ao lago da Usina Hidrelétrica de Furnas de Itumbiara. Em novembro de 2008 houve incêndio em uma das bordas destes fragmentos.

F3 (18°17'44,40"S e 49°05'54,56"O), com uma área aproximada de 37 ha (1,08 x 0,27 km e 0,35 x 0,21 km), apresenta vegetação com predominância de *S. guianensis*, tanto no estrato arbóreo quanto no sub-bosque, que é denso e com alta frequência da espécie arbustiva *Psychotria prunifolia* Kunth. Possui em seu entorno o cultivo de cana de açúcar nas bordas leste e sul, cultivo de soja na borda oeste e pastagem na borda norte.

F4 (18°18'31,70"S e 49°05'14,85"O), com uma área aproximada de 22 ha (0,45 x 0,30 km), possui vegetação com predominância de *N. membranacea* no estrato arbóreo e apresenta sub-bosque denso, com dominância de *S. guianensis*. Possui em seu entorno o cultivo de soja na borda sudeste, cana-de-açúcar na borda sudoeste e pastagem abandonada nas outras bordas. Próximo a este fragmento há remanescentes de outro fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. Tanto neste fragmento quanto em F3 foram ocasionalmente observados a presença de gado bovino e de seus vestígios.

As distâncias entre os fragmentos são as seguintes: F1-F2 = 0,71 Km; F1-F3 = 6,01 Km; F1-F4 = 4,09 Km; F2-F3 = 6,11 Km; F2-F4 = 4,19 Km e F3-F4 = 1,42 Km.

### Coleta de dados

A captura dos insetos foi realizada bimestralmente, durante o período de um ano, entre outubro de 2009 e agosto de 2010, totalizando seis coletas. Em cada fragmento foi estabelecido, a 60 m da borda de maior extensão, um transecto paralelo, onde foram instaladas 30 armadilhas tipo *pitfall* (Bestelmeyer *et al.* 2000, Aquino *et al.* 2006), distando 10 m entre si. As armadilhas foram construídas com recipientes do tipo PET de 10 cm de altura, untados com mistura de óleo de dendê e sardinha. Como fixador foram utilizados 150 mL de solução alcoólica com glicerol. Após instaladas, as armadilhas foram mantidas no campo por 7 dias.

Os espécimes coletados foram fixados em álcool e posteriormente identificados em nível de ordem para determinação do número de indivíduos por período de coleta em cada fragmento.

Em cada coleta foram obtidas 4 amostras da serapilheira acumulada bimestralmente, uma em cada fragmento, para estimativa de sua biomassa seca. As amostras de serapilheira foram coletadas a 50 m de uma das bordas de cada fragmento, removendo todo o material contido em 1m<sup>2</sup>, efetuando, nas diferentes coletas, remoções em locais distintos que distavam 50 m entre si. Em laboratório, o material coletado era mantido em estufa por 24 horas, sendo em seguida pesado em balança analítica.

Os dados climáticos mensais (temperatura média, umidade relativa e pluviosidade) de todo período de coleta foram fornecidos pelo INMET-GO (Instituto Nacional de Meteorologia), obtidos na Estação Meteorológica de Itumbiara A035, localizada no Campus Experimental do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara (ILES/ULBRA), a 13,2 Km de F1.



### Análise dos dados

A diversidade das ordens da entomofauna nos fragmentos foi descrita por meio dos índices de Shannon-Winner (Ricklefs 2003), e estes foram comparados entre si pelo teste *t* de Hutcheson, utilizando valores críticos de erro a 2% como forma de correção para as comparações múltiplas. Para comparar o número total de indivíduos de cada ordem entre os fragmentos foi utilizado o teste de Chi-quadrado ( $\chi^2$ ) (Zar 1984). A similaridade da abundância da entomofauna foi avaliada entre os quatros fragmentos, utilizando-se o índice de Bray Curtis agrupados pelo UPGMA (Unweighted Pair-Group Average Method), no programa estatístico Fitopac 2.1.2 (Shepherd 2011).

Os índices de diversidade das ordens e as abundâncias totais de cada ordem foram correlacionados com as áreas dos fragmentos e com os índices de diversidade de sua vegetação (descritos no capítulo I), utilizando o teste de correlação simples de Pearson. Além disso, foram também correlacionadas as variações mensais de abundância das ordens mais freqüentes com os fatores do clima (temperatura, umidade relativa e pluviosidade) e com os valores de biomassa seca da serapilheira. A produção de biomassa seca da serapilheira foi comparada entre fragmentos utilizando a análise de variância (ANOVA para um fator). Comparações múltiplas *à posteriori* foram feitas com o teste de Tukey (Zar 1984).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Systat® 10.2 (2002).

## **RESULTADOS**

Foram capturados 136.166 insetos nos quatros fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual classificados em 12 ordens (TABELA 1). A ordem mais abundante em todos os fragmentos foi a Hymenoptera com 85,6%, sendo destes 92% representado por formicídeos, seguida por Coleoptera (8,2%), Dermaptera (2,3%) e Blattodea (2,3%). A freqüência de indivíduos coletados entre os fragmentos diferiu significativamente ( $\chi^2=8430,9$ ; Gl=3;  $P<0,001$ ), sendo F2 aquele com o maior número de insetos coletados.

**TABELA 1** – Frequência absoluta das ordens dos insetos coletados em quatro fragmentos (F1, F2, F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO, no período de outubro de 2009 a agosto de 2010

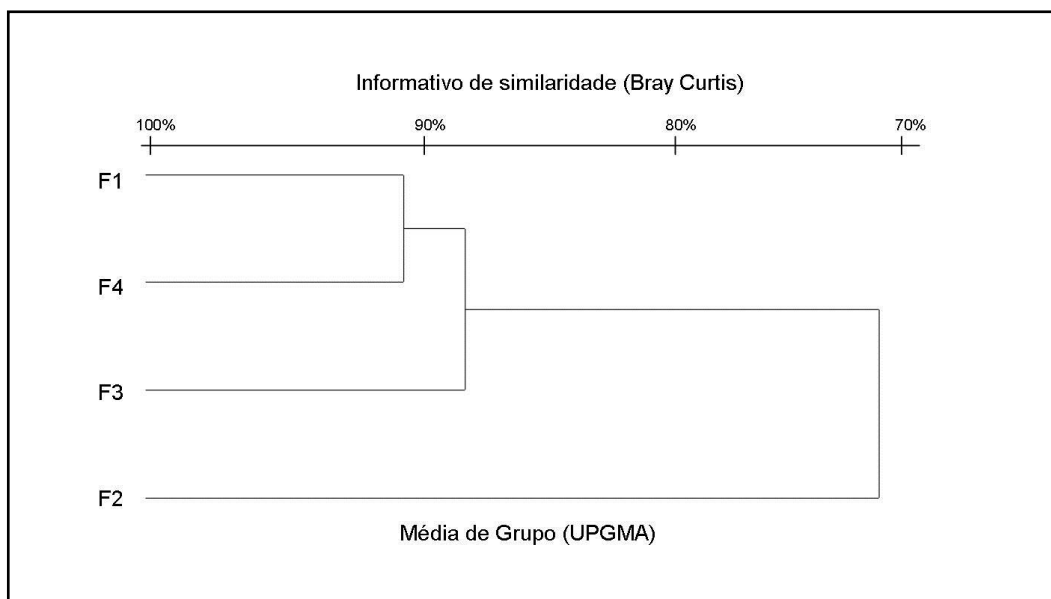
CLASSE INSECTA TÁXON ORDEM	Número de indivíduos			
	F1	F2	F3	F4
Blattodea	499	509	945	697
Coleoptera	2.548	2.127	2.100	2.770
Dermaptera	1205	391	924	149
Diptera	146	164	89	137
Hemiptera	454	178	496	383
Hymenoptera	21.039	44.009	27.599	24.049
Isoptera	129	332	256	63
Lepidoptera	62	60	77	53
Mantodea	0	1	0	0
Odonata	0	1	1	0
Phasmantodea	1	1	0	1
Orthoptera	195	382	300	644
<b>Total</b>	<b>26.278</b>	<b>48.155</b>	<b>32.787</b>	<b>28.946</b>

O número de indivíduos diferiu significativamente na maioria das ordens entre os fragmentos (Blattodea  $\chi^2 = 198,17$ ; Gl = 3;  $P < 0,001$ ; Coleoptera  $\chi^2 = 135,18$ ; Gl = 3;  $P < 0,001$ ; Dermaptera  $\chi^2 = 1049,07$ ; Gl = 3;  $P < 0,001$ ; Diptera ( $\chi^2 = 22,97$ ; Gl = 3;  $P < 0,001$ ; Hemiptera  $\chi^2 = 158,11$ ; Gl = 3;  $P < 0,001$ ; Hymenoptera  $\chi^2 = 10797$ ; Gl = 3;  $P < 0,001$ ; Isoptera  $\chi^2 = 227,03$ ; Gl = 3;  $P < 0,001$  e Orthoptera  $\chi^2 = 290,12$ ; Gl = 3;  $P < 0,001$ ), exceto em Lepidoptera ( $\chi^2 = 4,86$ ; Gl = 3;  $P < 0,183$ ).

A diferença das ordens de insetos amostrados nos fragmentos mostrou que F1 apresentou maior abundância de Dermaptera, enquanto em F2 os Diptera, Hymenoptera e Isoptera foram mais abundantes. Em F3, Blattodea e Hemiptera ocorreram em maior frequência e em F4, Coleoptera e Orthoptera foram mais abundantes.

A análise de similaridade da abundância das ordens de insetos entre os fragmentos indicou maior similaridade entre F1 e F4 (aproximadamente 91%) e ambos mantiveram similaridade de cerca de 87% com F3. F2 apresentou o menor grau de similaridade com os demais (FIGURA 2).

Os índices de diversidade ( $H'$ ) estimados para as ordens de insetos foram significativamente diferente entre os fragmentos, sendo que os fragmentos maiores (F1 e F3) apresentaram os maiores índices ( $H'_{F1} = 0,80$ ;  $H'_{F3} = 0,70$ ); seguidos pelo fragmento menor F4 ( $H'_{F4} = 0,69$ ) e por F2 ( $H'_{F2} = 0,43$ ).



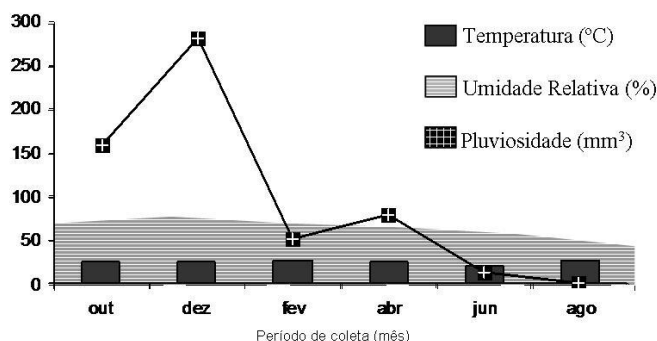
**FIGURA 2** - Dendrograma do índice de similaridade de Bray Curtis para a abundância da entomofauna entre quatro áreas fragmentadas de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara-GO, em coletas realizadas entre outubro de 2009 a agosto de 2010.

Os índices de diversidade das ordens não se correlacionaram com os tamanhos dos fragmentos ( $r = 0,653$ ;  $p = 0,347$ ) nem com os índices de diversidade da vegetação arbórea ( $r = 0,612$ ;  $p = 0,388$ ) e do estrato subarbóreo ( $r = 0,680$ ;  $p = 0,320$ ). Os tamanhos dos fragmentos também não se correlacionaram significativamente com as abundâncias totais nem com as abundâncias das ordens dos insetos (TABELA 2),

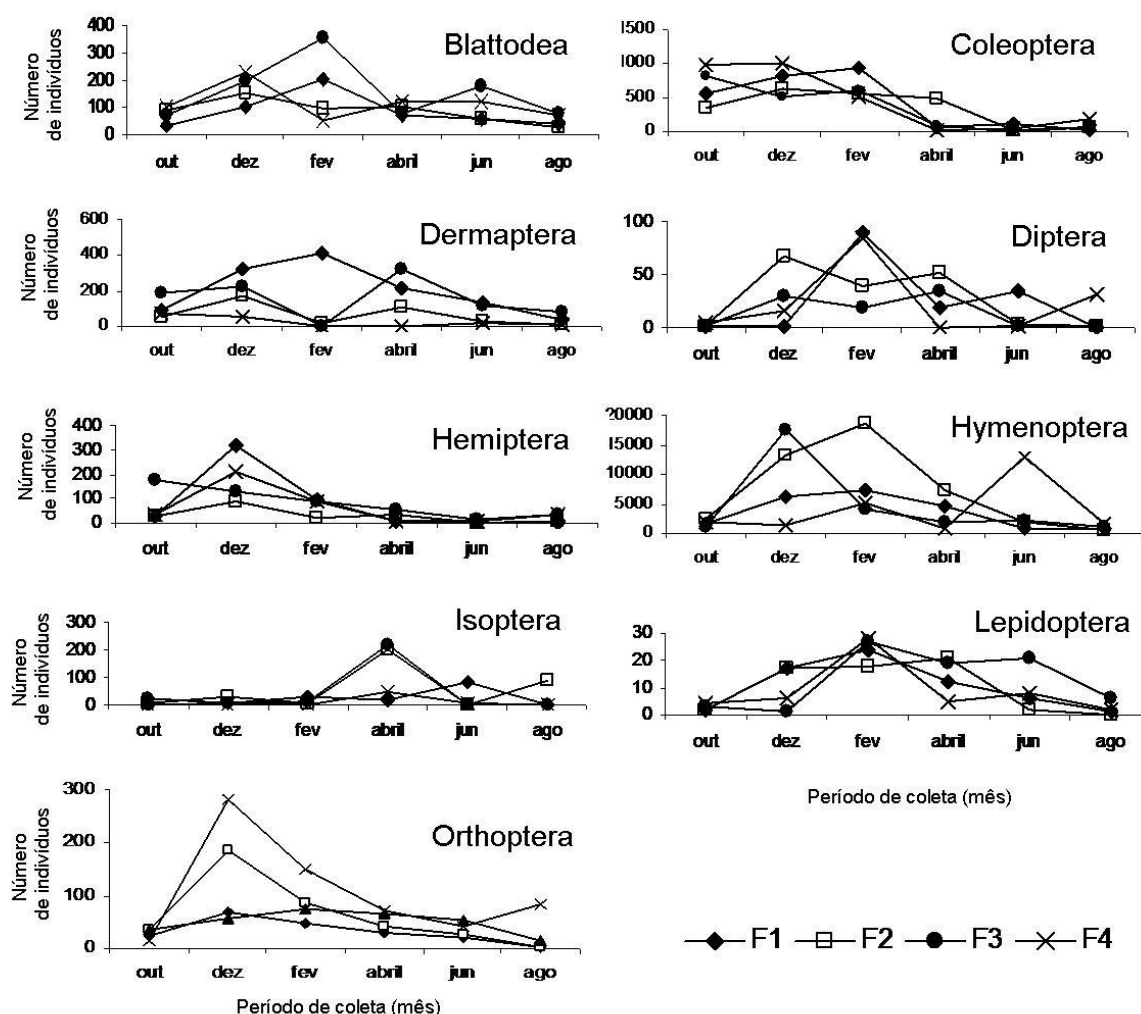
**TABELA 2** – Correlação entre o tamanho do fragmento e a abundância total e das ordens mais frequentes coletadas em quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO.

Ordens de Insetos	Área	
	r	P
Blattodea	-0,213	0,787
Coleoptera	0,021	0,979
Dermaptera	0,950	0,050
Diptera	-0,090	0,910
Hemiptera	0,549	0,451
Hymenoptera	-0,517	0,483
Isoptera	-0,148	0,852
Lepidoptera	0,343	0,657
Orthoptera	-0,852	0,148
Abundância total	-0,509	0,490

Os dados climáticos do período de coleta estão registrados na Figura 3. De acordo com a Figura 4, que descreve a variação do número de indivíduos ao longo das coletas, Coleoptera e Hemiptera, independentemente do fragmento, foram mais freqüentes nos meses úmidos (outubro a fevereiro), enquanto Isoptera apresentou maior número indivíduos nos meses secos (abril a agosto). Durante o mês de fevereiro (final da estação úmida) o número de himenópteros diminuiu em F3 e aumentou nos demais fragmentos, enquanto que, neste mesmo período o número de dermápteros diminuiu em F2, F3 e F4 e aumentou em F1. Para Coleoptera, Hemiptera e Orthoptera os picos de ocorrência foram simultâneos em todos os fragmentos.

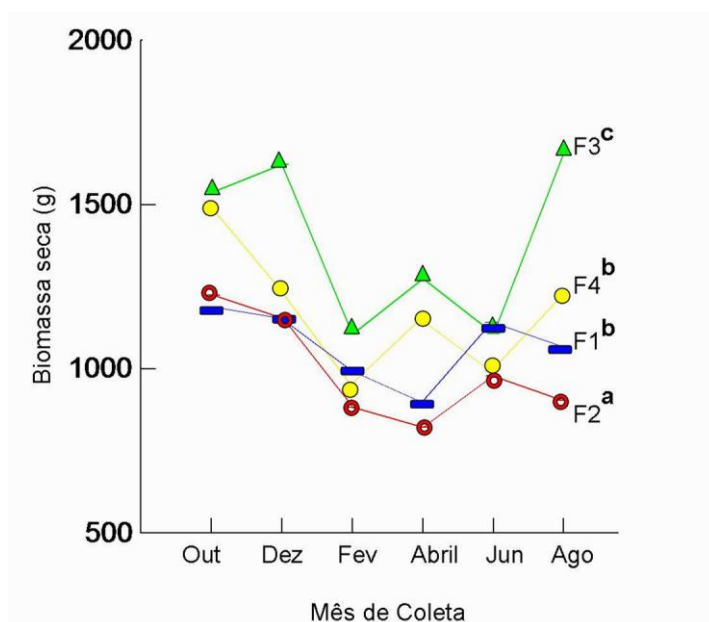


**FIGURA 3** – Variações climáticas (temperatura média, pluviosidade e umidade relativa) entre outubro de 2009 e agosto de 2010 no município de Itumbiara, GO.



**FIGURA 4** – Frequência das ordens de insetos mais abundantes, coletados bimestralmente em quatro fragmentos (F1; F2; F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO, entre outubro de 2009 a agosto de 2010.

A biomassa seca de serapilheira acumulada diferiu significativamente entre os fragmentos ( $F = 13,011$ ;  $P < 0,001$ ), tendo F3 a maior produção durante todo período de coleta (FIGURA 5). F2 teve o menor valor de biomassa seca de serapilheira acumulada, mesmo nos meses mais secos da região. O acúmulo mensal de biomassa seca da serapilheira não apresentou correlação com a variação mensal da abundância das ordens de insetos mais frequentes (TABELA 3).



**FIGURA 5** - Média da biomassa seca de serapilheira acumulada dos quatro fragmentos (F1, F2, F3 e F4) de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO, realizado entre outubro de 2009 a agosto de 2010. Linhas com letras iguais não diferem a nível de 5% pelo teste de Tukey.

Não houve correlação significativa entre a abundância mensal das ordens dos insetos com a temperatura média mensal. As abundâncias de Coleoptera e Hemiptera apresentaram relação significativa com a pluviosidade e apenas a abundância de Coleoptera correlacionou-se com a umidade relativa (TABELA 3).

**TABELA 3-** Correlação entre as variações mensais de abundância das ordens mais frequentes com os fatores climáticos: temperatura média (T°C), pluviosidade e umidade relativa (UR%) e com a biomassa seca da serapilheira dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual de Itumbiara, GO. (Valores de probabilidade corrigidos por Bonferoni e valores significativos em negrito).

Ordens de Insetos	Fatores do clima						Serapilheira (biomassa seca)	
	T °C		Pluviosidade		UR (%)		r	P
	R	P	R	P	r	P		
Blattodea	0,099	1,000	0,282	1,000	0,438	1,000	0,088	1,000
Coleoptera	0,461	1,000	0,663	<b>0,027</b>	0,721	<b>0,005</b>	0,215	1,000
Dermaptera	0,282	1,000	0,031	1,000	0,290	1,000	-0,305	1,000
Diptera	0,002	1,000	0,361	1,000	0,391	1,000	0,165	1,000
Hemiptera	0,272	1,000	0,718	<b>0,005</b>	0,582	0,189	0,293	1,000
Hymenoptera	0,064	1,000	0,301	1,000	0,421	1,000	-0,141	1,000
Isoptera	-0,150	1,000	-0,124	1,000	-0,045	1,000	-0,219	1,000
Lepidoptera	0,124	1,000	-0,062	1,000	0,344	1,000	-0,426	1,000
Orthoptera	0,156	1,000	0,507	0,760	0,489	1,000	-0,061	1,000

## DISCUSSÃO

A riqueza de ordens e a abundância da entomofauna dos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual de Itumbiara não foram afetadas pelos tamanhos dos fragmentos. Estes dados corroboram as idéias de Brown Junior (1997) e Laurance *et al.* (2011), que predizem que o tamanho de um fragmento pode ser pouco determinante na estruturação da riqueza e da abundância de insetos. Segundo estes autores, fatores como a topografia, o clima, a matriz de entorno e os distúrbios antrópicos, que contribuem para aumentar a heterogeneidade ou a conectividade entre florestas e o efeito de borda apresentam geralmente forte e positiva correlação com a diversidade e/ou com a abundância de insetos.

Estudos realizados com abelhas (Darrault *et al.* 2005), mariposas esfingídeas (Lopes *et al.* 2005), cupins (Florencio & Diehl 2006) e formigas (Santos *et al.* 2006) também mostraram não haver relação significativa entre o tamanho dos fragmentos florestais e a riqueza destas espécies de insetos.

O domínio dos Hymenoptera, Coleoptera, Dermaptera e Blattodea nos fragmentos pode estar diretamente relacionado ao uso da armadilha de queda tipo *pitfall*, que é destinada principalmente à captura de animais terrestres que forrageiam sobre o solo ou que ali passam uma de suas fases de desenvolvimento. Apesar disto, a atratividade da isca propiciou a captura de animais voadores, possibilitando também a coleta de certos grupos de insetos como os lepidópteros e dípteros (Aquino *et al.* 2006).

Dentre os Hymenoptera, que foram abundantemente capturados em todos os fragmentos, predominaram os formicídeos, o que provavelmente está relacionado ao comportamento desses insetos de forragear em grupo ou decorre da influência da cana-de-açúcar na matriz de entorno destes fragmentos. Segundo Castelo Branco (2008), os canaviais servem de abrigos a diversos insetos predadores de outros insetos, como as formigas, e de outros que se alimentam da própria cana-de-açúcar. As formigas estão entre os principais predadores de insetos conhecidos e são bem adaptadas a diversos tipos de ambientes, desde as matas até as regiões antropizadas ou urbanas (Oliveira & Campos-Farinha 2005).

A abundância de formigas em todos os fragmentos florestais estudados pode ainda ter ocorrido devido à exclusão de seus inimigos naturais ou em decorrência da seleção de plantas com as quais interagem (Diehl *et al.* 2005, Oliveira e Campos-Farinha 2005, Begon *et al.* 2007). A arbórea *Siparuna guianensis* Aubl. (Siparunaceae), por exemplo, que foi dominante em todos os fragmentos, tem suas sementes dispersas por formigas, que as utilizam

como recurso alimentar (Ferreira *et al.* 2007). Seria possível também associar a baixa densidade de espécies vegetais arbustivas e de arvoretas que compõe o sub-bosque de F2 e os efeitos ali visíveis da ação antrópica, como a retirada de madeira e a entrada de fogo, com a grande abundância de formigas neste fragmento, que foi cerca de duas vezes maior que a dos demais, que apresentavam vegetação com sub-bosque denso.

Os dados também confirmam as afirmações de Brown Junior (1997) e Laurance *et al.* (2011), que consideram além da composição da vegetação, o tipo de solo, da latitude e da presença de corpos d'água permanentes, como fatores que significativamente afetariam a estruturação da entomofauna local.

Assim, embora não tenha sido encontrada correlação significativa entre a diversidade dos insetos nos fragmentos e o grau de diversificação de sua vegetação, não seria prudente desprezar a influência da mesma na estruturação da entomofauna estudada. Além dos argumentos já mencionados, pode-se ainda destacar a semelhança do agrupamento entre fragmentos no dendograma de similaridade relativo à abundância das ordens de insetos com aquele estabelecido para a composição de espécies vegetais arbustivas e herbáceas das áreas florestais estudadas (dados do capítulo 1).

As diferenças significativas nas abundâncias das ordens mais frequentes entre os fragmentos, a predominância de um ou dois grupos específicos em cada um deles e as diferenças entre fragmentos nas suas variações temporais, revelam a grande heterogeneidade nas suas condições microclimáticas e/ou ecológicas, apesar da sua relativa proximidade. O fato de o município de Itumbiara estar situado numa região de transição de biomas, apresentando espécies características de Mata Atlântica, Cerradão e da Floresta Amazônica (Garcia *et al.* 2011), corrobora esta possibilidade.

Os dados apontam ainda a positiva e significativa influência da pluviosidade sobre a abundância de coleópteros e hemípteros. Segundo Nichols *et al.* (2008), a umidade superficial do solo afeta diretamente a qualidade e a quantidade dos recursos alimentares utilizados por várias espécies de besouros, influenciando sua sobrevivência. Besouros são considerados indicadores sensíveis de qualidade ambiental e desempenham importantes funções na ciclagem de nutrientes, na polinização, na dispersão de sementes e no controle de alguns parasitas (Flechtmann *et al.* 1995, Andresen 2003, Nichols *et al.* 2008). Por causa disso, a grande abundância de coleópteros, apesar do uso de iscas específicas para sua coleta não terem sido utilizadas, demonstra que as áreas estudadas ainda se encontram em boas condições de conservação.



O aumento populacional dos hemípteros no período chuvoso pode estar relacionado ao seu comportamento reprodutivo, pois, segundo Medeiros *et al.* (2009), os percevejos fitófagos iniciam as revoadas quando o tempo está nublado ou em épocas de maior pluviosidade, sendo, portanto, particularmente intensas nos primeiros meses de chuva.

A pluviosidade pode também ter influenciado negativamente a produção de serapilheira, diminuindo a sua formação, por manter altos os níveis de umidade dentro dos fragmentos florestais. No entanto, em áreas fragmentadas, a produção de serapilheira pode também estar sob a influência do efeito de borda, se alterações nas condições microclimáticas, especialmente em relação à redução da umidade relativa estiverem ocorrendo (Vidal *et al.* 2007). Os resultados encontrados neste estudo não corroboram essa última predição, pois F2 apresentou o menor volume de serapilheira, apesar de ser pequeno e estar submetido a intenso efeito de borda. A grande cobertura do dossel de sua vegetação, que permite menor entrada de radiação solar e, conseqüentemente, maior retenção hídrica no solo do interior desse fragmento (Delliti 1995), pode ter contribuído para a redução de quedas das folhas das plantas que ali se vivem, especialmente no período de estiagem.

A grande diversidade de ordens de insetos no menor fragmento estudado (F4), similar aos índices obtidos nos fragmentos maiores (F1 e F3), pode ter sido causada por sua proximidade a outros remanescentes florestais, pois, segundo, Thomazini e Thomazini (2000), a conectividade de florestas secundárias e primárias permite que mesmo pequenos fragmentos florestais sustentem grande diversidade de insetos, por meio da dispersão e/ou da recolonização. Segundo Silva *et al.* (2009) a própria matriz de entorno composta por sistemas agroflorestais pode favorecer a conectividade da entomofauna entre as áreas.

A presença de importantes indicadores de qualidade ambiental nos fragmentos menores (F2 e F4), como borboletas e mariposas, que exercem importante papel nas teias ecológicas por serem desfolhadores, presas de carnívoros, redutores de matéria orgânica (Hammond e Miller 1998), ressalta a importância e a necessidade de preservação destes pequenos fragmentos para a manutenção da integridade da comunidade original de insetos (Tabarelli *et al.* 2010, Filgueiras *et al.* 2011). Sobre este fato, Laurance (2008) afirma, ainda, que o tamanho mínimo de um fragmento florestal para sustentar expressiva diversidade de insetos pode variar conforme as características da região, como o tipo de clima e de solo, grau de endemismo e distribuição espécies associados a fatores como efeito borda e matriz.

Os dados obtidos neste estudo demonstram que o tamanho e a diversidade da vegetação dos fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais de Itumbiara não se correlacionam com a diversidade e a abundância dos insetos ali presentes. A pluviosidade foi

o único fator climático que significativamente provocou variações temporais nas abundâncias dos grupos estudados. Fragmentos florestais pequenos podem conter comunidades de insetos tão ricas e abundantes quanto as de fragmentos maiores. Não foi encontrada nenhuma evidência de que o volume da serapilheira produzida em cada fragmento estivesse afetando a variação temporal de sua entomofauna.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andresen, E., 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography** **26**: 87–97.
- Aquino, A. M., Aguiar-Menezes E. L. & Queiroz, J. M. 2006. **Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilha de queda (“Pitfall traps”)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, Rio de Janeiro, 8 p. (Embrapa Agrobiologia - Circular Técnica 18).
- Bestelmeyer, B. T., Agosti, D., Alonso, L. E., Brandão, C. R. F., Brown J R, W. L., Delabie, J. H. C. & Silvestre, R. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description and evaluation, 122-269 pp. In: Agosti, D.; Majer, J. D., Alonso, L. E. & Schultz, T. R. (Eds). **Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington and London, Smithsonian Institution Press.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2007. **Ecologia: de indivíduos a ecossistema**. Porto Alegre, Artmed.
- Bierregaard, R. O., Lovejoy, T. E., Kapos, V., Santos A. A. & Hutchings, R. W. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. A prospective comparison of fragments and continuous forest. **BioScience** **4**: 859-866.
- Brown Junior, K.S. 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation** **1** (1): 25-42.
- Bruna, E. M., Vasconcelos, H. L. & Heredia, S., 2005. The effect of habitat fragmentation on communities of mutualists: a test with Amazonian ants and their host plants. **Biological Conservation** **124**: 209–216.
- Carvalho, F., De Marco Júnior, P. & Ferreira, L. 2009. The Cerrado into-pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation** **142**: 1392-1403.
- Castelo Branco, R. T. P. 2008. **Entomofauna associada à cultura da cana-de-açúcar, no Município de União, PI- Brasil**. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí.

- Darrault, R. O.; Medeiros, P. C. R.; Souza, Locatelli, E.; Lopes, A. V.; Machado & I. C.; Schlindwein, C. 2005. Abelhas Euglossini, p 238-253. In: Pôrto, K. C.; Almeida-Cortez, J. S. & Tabarelli, M. (Eds). **Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica no Norte do Rio São Francisco**. Brasília: MMA. p. 238-253. Disponível em: <[http://www.cepan.org.br/docs/publicacoes/livro\\_divers\\_ma/14\\_Biodiv\\_14\\_Cap12.pdf](http://www.cepan.org.br/docs/publicacoes/livro_divers_ma/14_Biodiv_14_Cap12.pdf)>. Acesso em: 23/07/2011.
- Delitti, W. B. C. 1995. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. **Oecologia Brasiliensis** 1: 469-486.
- Diehl; E.; Sacchett, F.& Albuquerque, E. Z. 2005. Riqueza de formigas de solo na praia de Pedreiras, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. **Revista Brasileira de Entomologia** 49(4): 552-556.
- Ferreira, A. V.; Vasconcelos, A. L.; Bruna, E. M. 2007. Efeito da remoção de sementes por formigas, aves e roedores no recrutamento de plântulas no cerrado. Resumo Expandido do XVIII Simpósio de Mirmecologia. **Biológico** 69: 359-363.
- Filgueiras, B. K. C.; Iannuzzi, L. & Leal, I. R. 2011. Habitat fragmentation alters the structure of dung beetle communities in the Atlantic Forest. **Biological Conservation** 144: 362–369.
- Flechtmann, C. A. H.; Rodrigues, S. R. & Couto, H. T. Z. 1995. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul – 4: comparação entre métodos de coleta de besouros coprófagos (Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 39: 259-276.
- Florencio, D. F. & Diehl, E. 2006. Termitofauna (Insecta, Isoptera) em Remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 50 (40): 505-511.
- Garcia, P. O.; Valente, A. S. M.; Pifano, D. S.; Pessoa, J. F. S.; Busato, L. C.; Fontes, M. A. L. & Oliveira-Filho, A. T. 2011. Species composition and floristic relationships in southern Goiás Forest enclaves. **Rodriguesia** 62 (1): 123-137.
- Gilbert, F.; Gonzalez, A. & Evans-Freke, I., 1998. Corridors maintain species richness in the fragmented landscapes of a microecosystem. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, **Biological Sciences** 265: 577–582.
- Gullan, P.J. & Cranston, P.S. 2008. **Os Insetos: um Resumo de Entomologia**. São Paulo, Editora Rocca.
- Hammond, P. C. & Miller, J. C. 1998. Comparison of the biodiversity of Lepidoptera with in three forested ecosystems. **Annals of the Entomological Society of America** 91 (3):323-328.
- Kruess, A. & Tscharntke, T. 1994. Habitat fragmentation, species loss, and biological control. **Science** 264: 1581-1584.

- Laurance, W. F. & Bierregaard, R. O. 1997. **Tropical forest remnants – ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago, University of Chicago Press.
- Laurence, W. F. 2008. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. **Biological Conservation** **141**: 1731-1744.
- Laurance, W. F.; Nascimento, H.; Laurance, S. G.; Andrade, A.; Ewers, R.; Harms, K.; Luizão, R. & Ribeiro, J., 2007. Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape-divergence hypothesis. **PLoS ONE** **2** (10): e1017. doi:10.1371/journal.pone.0001017.
- Laurance, W. F.; Camargo, J. L. C.; Luizão, R. C. C.; Laurance, S. G.; Pimm, S. L. P.; Bruna, E. M.; Stouffer, P. C.; Bruce Williamson, G.; Benítez-Malvido, J.; Vasconcelos, H. L.; Van Houtan, K. S.; Zartaman, C. E.; Boyle, S. A.; Didham, R. K. Andrade, A. & Lovejoy, T. E. 2011. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation (Review). **Biological Conservation** **144**: 56-67.
- Lopes, A. V.; Medeiros, P. C.; Aguiar Neto, A. V. & Machado, I. C. 2005. Esfingídeos, p. 228-235. In: Pôrto, K. C.; Almeida-Cortez, J. S. & Tabarelli, M. (Eds). **Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica no Norte do Rio São Francisco**. Brasília, MMA. Disponível em: [http://www.cepan.org.br/docs/publicacoes/livro\\_divers\\_ma/14\\_Biodiv\\_14\\_Cap11.pdf](http://www.cepan.org.br/docs/publicacoes/livro_divers_ma/14_Biodiv_14_Cap11.pdf) Acesso em: 23/07/2011.
- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. 1967. **The theory of island biogeography**. Princeton, New Jersey, Princeton University Press.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2000. **Avaliações e ações prioritárias para conservação da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. , Brasília, MMA/SBF.
- Medeiros, M. O.; Sales Junior, O.; Amaral, J. L. do; Souza, E. A. de; Brito, M. N. & Tomazele, R. 2009. Dinâmica populacional de adultos de *Atarsocoris brachiariae* (Hemiptera: Cydnidae) comparados ao volume de precipitação na região de Rondonópolis-MT. **Revista Biodiversidade** **8**(1):38-48.
- Nichols, E.; Spector, S.; Louzada, J.; Larsen, T.; Amezcua, S. & Favila, M. E. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation** **141**: 1461–1474.
- Nishiyama, L. 1989. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & natureza** **1**: 9-16.
- Oliveira, M. F. & Campos-Farinha, A. E. 2005. Formigas urbanas do município de Maringá (PR) e suas implicações. **Arquivo do Instituto Biológico** **72** (1): 33-39.
- Oliveira Filho, A. & Ratter, J. A. 2000. Padrões florísticos das matas ciliares da região do cerrado e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o Quaternário Tardio, 73-89pp. In: Rodrigues, R. R. & Leitão Filho, H. F. (Eds). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, Edusp.

- Primack, R.B. & Rodrigues, E. 2001. **Biologia da conservação**. Londrina, Midiograf.
- Ricklefs, R. E. 2003. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.
- Santos, M. S.; Louzada, J. N. C.; Dias, N.; Zanetti, R.; Delabie, J. H. C. & Nascimento, I. C. Riqueza de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Serapilheira em Fragmentos de Floresta Semidecidual da Mata Atlântica na Região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. 2006. **Iheringia Série Zoologia** **96** (1): 95-101.
- Silva, D. G.; Trevisan, H.; Vieira, A. L. M.; Teixeira, L. G. O.; Carvalho, A. G. ; Campello, E. F. C; Resende, A. S. & Franco, A. A. 2009. Entomofauna associada a remanescentes de mata atlântica conectados por um corredor ecológico agroflorestal. **VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**, 22 a 26 de junho de 2009. Luziania, GO.
- S.O.S. Mata Atlântica & INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica Período de 2008-2010**. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica & INPE.
- Shepherd, G. J. 2011. **Fitopac 2.1.2 – Manual do usuário**. Campinas, Unicamp.
- Stouffer, P.C.; Strong, C. & Naka, L.N., 2008. Twenty years of understory bird extinctions from Amazonian rain forest fragments: consistent trends and landscape-mediated dynamics. **Diversity and Distributions** **15**: 88–97.
- Systat. 2002. **Systat® for Windows® version 10.2** [S.l.]: © Systat Software.
- Tabarelli, M.; Aguiar, A.V.; Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P. & Peres, C.A., 2010. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human modified landscapes. **Biological Conservation** **143**: 2328-2340.
- Turner, I. M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology** **33**: 200-209.
- Thomazini, M. J. & Thomazini, A. P. B. W. 2000. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco, Embrapa Acre. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 57).
- Vidal, M. M.; Pivello, V. R.; Meirelles, S. T. & Metzger, J. P. 2007. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica** **30** (3):521-532.
- Zar, J. H. 1984. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice Hall.

### **CAPITULO 3**

**Impacto da Fragmentação de Floresta Estacional Semidecidual no Tamanho e na  
Assimetria de *Pachycondyla* cf. *crassinoda* Latreille (Formicinae: Ponerinae)**

---

## RESUMO

**(Impacto da Fragmentação de Floresta Estacional Semidecidual no Tamanho e na Assimetria de *Pachycondyla* cf. *crassinoda* Latreille, 1802 (Formicinae: Ponerinae))** Os efeitos negativos da fragmentação de habitats podem alterar importantes componentes da aptidão de organismos como o tamanho e a assimetria corporais. Este trabalho investigou se a área do fragmento florestal, a biomassa da serapilheira acumulada, as variações climáticas afetam o tamanho e os níveis de assimetria flutuante (AF) de *Pachycondyla* cf. *crassinoda*. As coletas foram feitas com armadilhas tipo *pitfall*, iscada com óleo de sardinha e de dendê e realizadas em fragmentos de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual, remanescentes de Mata Atlântica do município de Itumbiara, Goiás. Foi encontrada relação diretamente proporcional entre o tamanho corporal das formigas e a área dos fragmentos. As variações climáticas afetam não somente o tamanho, mas também AF destes insetos. Não foram encontradas evidências da influência do número indivíduos amostrados e da serapilheira acumulada no tamanho e na AF de *P.* cf. *crassinoda*. Variações no tamanho do corpo são independentes de variações da AF, uma vez que não foi detectada correlação genética significativa.

**Palavras-chave:** formiga, impacto ambiental, densidade populacional, correlações genéticas.

## ABSTRACT

**(Impact of Forest Fragmentation on *Pachycondyla* cf. *crassinoda* Latreille 1802 (Formicinae, Ponerinae) body size and symmetry)** The negative effects of habitat fragmentation may alter important components the organism fitness such as the body size and the body symmetry. This study investigated whether the fragment area, the biomass accumulated litter and the climatic variation were influencing the dimensions of the body and affecting the levels of fluctuating asymmetry (FA) of *Pachycondyla* cf. *crassinoda*. Collections were made using pitfall traps, baited with sardines and palm oil and held in four vegetation fragments of the Atlantic Rainfall Semideciduous Forest remnants at the municipality of Itumbiara, Goiás, Brazil. A direct proportional relationship between the ants body size and the size of the fragments was found. Climate variations affect not only the body size but also the FA of these insects. There was no evidence that the quantity of individuals sampled and accumulated litter were influencing body size and AF of *P. cf crassinoda*. Size variations and FA variations were independent since Size and FA presented no genetic correlation.

**Keywords:** ant, environmental impact, population density, genetic correlations.



## INTRODUÇÃO

A fragmentação de habitats tem sido uma das principais causas da perda de biodiversidade em ecossistemas tropicais, afetando a composição, a riqueza de espécies e a estrutura do habitat. (Bierregaard *et al.* 1992, Laurance & Bierregaard 1997, Laurance 2008). Além disso, as condições bióticas e abióticas de um fragmento podem representar situações de estresse para as populações, provocando efeitos negativos na reprodução, na sobrevivência e na morfologia dos indivíduos (Clarke 1993, Henríquez *et al.* 2009).

O tamanho dos indivíduos, por exemplo, pode ser reduzido em áreas fragmentadas em decorrência da restrição de alimentos ou da perda de qualidade do habitat (Weller & Ganzhorn 2004, Delgado-Acevedo & Restrepo 2008).

A fragmentação pode ainda afetar o desenvolvimento normal dos indivíduos, promovendo assimetria corporal (Floate & Fox 2000). A Assimetria Flutuante (AF) é definida como diferenças aleatórias entre as medidas morfológicas nos dois lados de um indivíduo com simetria bilateral. Um elevado grau de AF indica um desenvolvimento instável e o seu índice tem sido comumente utilizado para descrever as variações fenotípicas causadas por estresse ambiental ou genético (Palmer & Strobeck 1992, Woods *et al.* 1998, Lomônaco & Germanos 2001, Henríquez *et al.* 2009, Marteleto *et al.* 2009).

A avaliação dos impactos da fragmentação florestal sobre características individuais e populacionais pode ser facilmente feita utilizando formigas, que frequentemente ocorrem em alta densidade populacional em vários habitats, apresentam grande diversidade de espécies e habilidades de respostas à qualidade e quantidade de recursos disponíveis no ambiente (Underwood & Fisher, 2006). Dentre as espécies de formigas que compõe os ecossistemas florestais, as da subfamília Ponerinae apresentam elevada riqueza e abundância de espécies nas florestas tropicais (Silva & Silvestre 2004; Schütte *et al.* 2007)

As ponerines são formigas predadoras, generalistas ou específicas, que nidificam em troncos em decomposição e na serapilheira de florestas úmidas e também, em florestas mais secas com chuvas estacionais (Fernández 2003, Quiroz-Robledo & Valenzuela-González 2007). A serapilheira das florestas formam microhabitats que garantem condições favoráveis para a sobrevivência das formigas, como sítios de nidificação e abundância de presas. Portanto, a alteração da composição e estrutura da serapilheira, provocado pela fragmentação, pode afetar diretamente essa espécie (Silva & Silvestre 2004; Vidal *et al.* 2007).

Na região do sul de Goiás ainda são escassos estudos sobre as consequências da fragmentação na paisagem de Florestas Estacionais Semidecíduais e seus efeitos nas populações e nos indivíduos. Essa região está dominada pelas atividades agrícolas e se tornou um mosaico de paisagens formado por diferentes formas de utilizações da terra. Estudos recentes apontam que no Cerrado goiano, a paisagem dominada por culturas é mais fragmentada do que paisagens dominadas por pastagens (Carvalho *et al.* 2009). O município de Itumbiara-GO se enquadra nesse cenário, pois possui áreas de florestas totalmente fragmentadas circundadas por lavouras de soja, milho e predominantemente por cana-de-açúcar. Além disso, o município está situado numa região de transição de biomas, apresentando espécies características de Mata Atlântica, Cerradão e da Floresta Amazônica (Garcia *et al.* 2011).

O objetivo desse estudo foi analisar se a área de fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais, a biomassa de serapilheira acumulada e as variações climáticas afetam o tamanho corporal e a assimetria flutuante de *Pachycondyla* cf. *crassinoda* Latreille, 1802 (Formicidae: Ponerinae).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no município de Itumbiara, no Sudoeste do Estado de Goiás, localizada a 18° 25' 12" S e a 49° 13' 04" O, com altitudes entre 320 a 448 m. O município de Itumbiara (GO) apresenta solos do tipo Latossolo Roxo (LR), caracterizado por alto teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, geralmente distrófico com áreas eutróficas, desenvolvido de rochas máficas, no caso da região de rocha de basalto (Resende *et al.* 1997).

Foram realizadas coletas em quatro fragmentos localizadas no vale do Rio Paranaíba próximos ao Lago da Hidrelétrica de Furnas, denominados F1, F2, F3 e F4. As distâncias entre os fragmentos são as seguintes: F1-F2 = 0,71 Km; F1-F3 = 6,01 Km; F1-F4 = 4,09 Km; F2-F3 = 6,11 Km; F2-F4 = 4,19 Km e F3-F4 = 1,42 Km.

F1 possui uma área total estimada em 57 ha, circundado em três lados por lavouras de cana de açúcar e no lado oeste por pastagem. O fragmento F2 possui com uma área total aproximada de 26 ha, tendo em seu entorno o cultivo de cana de açúcar em todas as bordas. F3 possui uma área total aproximada de 37 ha e uma matriz de entorno composto por cana de

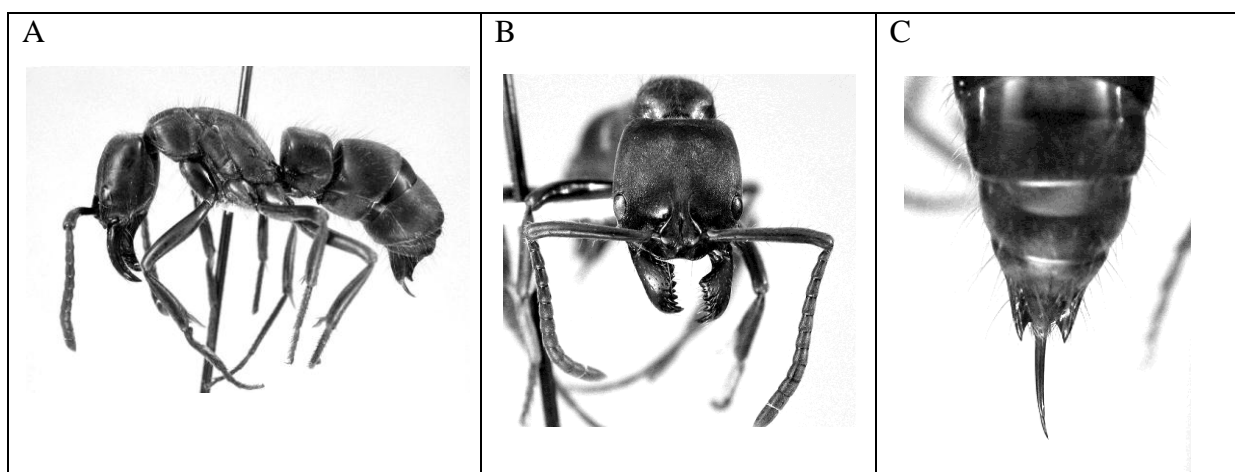
açúcar nas bordas leste e sul, cultivo de soja na borda oeste e pastagem na borda norte. F4, com uma área aproximada de 22 ha, possui em seu entorno o cultivo de soja na borda sudeste, cana-de-açúcar na borda sudoeste e pastagem abandonada nas outras bordas. Próximo a este fragmento há remanescentes de outros fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual.

#### Método de coleta

A coleta foi realizada durante a estação úmida nos meses de outubro e dezembro de 2009 e fevereiro de 2010 e na estação seca, nos meses abril, junho e agosto de 2010. Para captura das formigas nos fragmentos F1, F2, F3 e F4 foram utilizadas 30 armadilhas de solo tipo *pitfall*, iscadas com uma mistura de óleo de dendê e sardinha. Como fixador foram utilizados 150 mL de solução alcoólica com glicerol. As armadilhas foram distribuídas ao longo dos fragmentos em dois transectos a 60 m de uma das bordas do fragmento, distando 10 m entre si (Bestelmeyer *et al.* 2000). De cada fragmento foram tomados casualmente 60 indivíduos, sendo 10 de cada mês, para realizar as análises morfológicas.

#### Espécie estudada

*Pachycondyla* cf. *crassinoda* (FIGURA 1) é uma formiga Ponerinae da região tropical, ocorrendo da Venezuela ao Paraguai, incluindo o Brasil (Wild 2002), que retém características morfológicas ancestrais primitivas, derivadas das vespas. É predadora, não apresenta polimorfismo entre os indivíduos, relativamente grande (12,5 – 16,8 mm de comprimento), preta, com mandíbula triangular e ferrão.



**FIGURA 1** – Operária de *Pachycondyla crassinoda*. A- vista lateral; B – cabeça; C- ferrão (fonte: Wild 2002).

### Caracteres morfológicos analisados

Dos indivíduos aleatoriamente selecionados foram destacados o terceiro par de pernas, as antenas, as mandíbulas e a cabeça para montagem em lâminas de microscopia. Estas lâminas foram escaneadas em tamanho real a 2.400 ppp para realização das medições, utilizando-se o software CorelDRAW®10.0. Foram aferidos o comprimento do fêmur e da tíbia em ambas as pernas, o comprimento das antenas de ambos os lados (exceto o escapo antenal), o comprimento e largura de ambas as mandíbulas e da cabeça. Cada medida foi realizada três vezes numa amostra de 30 indivíduos para estimativa do erro.

### Análises estatísticas

Os testes estatísticos foram realizados utilizando-se o programa SYSTAT® versão 10.2. O tamanho dos indivíduos foi estimado por meio de índice multivariado obtido por Análise de Componentes Principais (ACP), a partir de uma matriz de correlação, utilizando as medidas dos caracteres do lado esquerdo. As análises de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney foram utilizadas, respectivamente, para verificar diferenças no tamanho das formigas entre fragmentos e períodos de coleta (seca e úmida). O teste de comparações múltiplas de Tukey-type foi utilizado para verificar em quais fragmentos os tamanhos dos indivíduos diferiram (Zar 1984).

Diferenças no número de indivíduos amostrados em cada fragmento durante a estação seca e úmida foram verificadas pelos testes de Chi-quadrado e Tabela de contingência, com nível de significância a 5%.

Para análise da Assimetria Flutuante (AF) foi considerada a seguinte fórmula:  $AF = \Sigma |D - E| / N$ , onde D é a medida do lado direito, E é a medida do lado esquerdo e N é o tamanho da amostra. Palmer & Strobeck (1992) sugerem ser necessário distinguir a AF de outros tipos de assimetria. Assim, para descartar a ocorrência de assimetria direcional, o teste t foi efetuado para verificar se as distribuições D-E eram normais com médias iguais a zero (Swadle *et al.* 1994). A antissimetria ou desvio na normalidade de D-E foi verificada com o teste de Kolmogorov-Smirnov (Silva *et al.* 2004). A relação entre AF e a medida original da característica foi verificada com o uso do teste de correlação de Pearson. Quando esta relação de dependência é encontrada, uma medida relativa de AF precisa ser corrigida, dividindo o valor de AF pela medida do caráter obtido do lado direito, ou seja,  $AF_{(R)} = AF/D$  (Palmer & Strobeck 1986; Eggert & Sakaluk 1994). Finalmente, os índices de AF foram submetidos a

uma ANOVA de dois fatores para verificar se havia diferenças significativas entre períodos de coleta e fragmentos (Zar 1984).

O teste de correlação simples de Pearson foi utilizado para verificar a existência de correlações genotípicas do tamanho das formigas e a AF da tíbia e da mandíbula com a área do fragmento, número de indivíduos amostrados e a biomassa da serapilheira acumulada (dados capítulo II). Este mesmo teste foi utilizado para calcular as correlações fenotípicas da AF da tíbia e da mandíbula com o tamanho. As distribuições das médias dos tamanhos, do número de indivíduos amostrados e das áreas dos fragmentos foram testadas quanto a normalidade utilizando o teste de Lilliefors (Zar 1984).

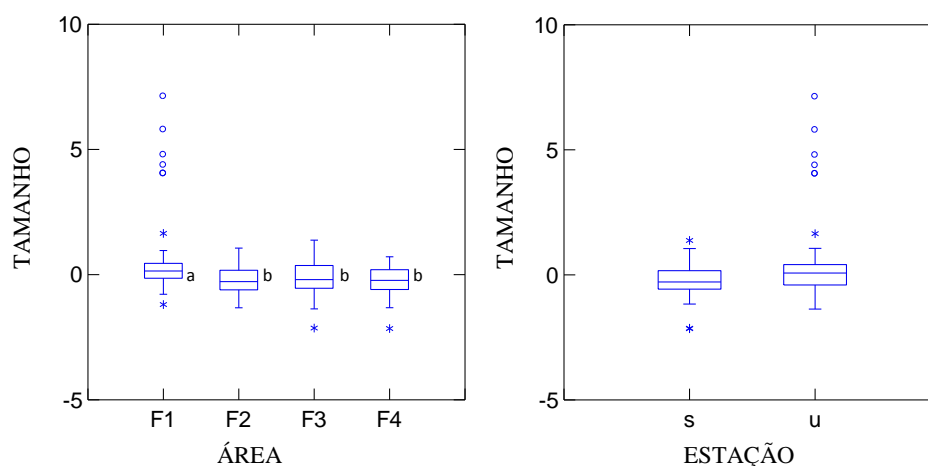
## RESULTADOS

A ACP foi considerada adequada para obtenção do índice multivariado de tamanho, pois as variáveis originais estavam significativamente correlacionadas. Cerca de 58,7% das variações morfológicas foram devidas a diferenças de tamanho entre os indivíduos e 21,1% foram causadas por divergências na forma. Os sinais dos coeficientes do primeiro componente principal foram todos positivos, mas as medidas (largura e comprimento) da mandíbula e da antena obtiveram sinais negativos no segundo componente principal, o que indica ocorrência de distorção na forma corporal de *Pachycondyla* cf. *crassinoda* (TABELA 1).

**TABELA 1.** Primeiros Componentes Principais da matriz de correlação entre medidas de indivíduos adultos de *Pachycondyla* cf. *crassinoda* (n=240) nos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, Itumbiara, GO.

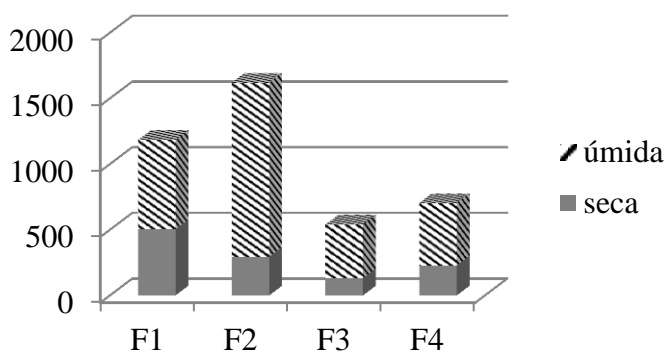
Medidas	Componentes Principais		
	1	2	3
Comprimento do fêmur	0,822	0,276	0,117
Comprimento da tíbia	0,774	0,165	0,254
Comprimento da antena	0,633	-0,397	-0,561
Comprimento da mandíbula	0,770	-0,042	-0,269
Largura da mandíbula	0,562	-0,678	0,456
Altura da cabeça	0,868	0,168	0,110
Largura da cabeça	0,880	0,186	-0,094
Variância explicada pelos componentes	4,111	0,785	0,693
Porcentagem do total de variância explicada (%)	58,731	11,220	9,903

O teste de Kruskal-Wallis indicou que o tamanho das formigas diferiu significativamente entre os fragmentos ( $H = 19,310$ ;  $Gl = 3$ ;  $P < 0,001$ ), sendo o tamanho em F1 significativamente maior do que os demais fragmentos (FIGURA 2). Além disto, formigas coletadas durante a estação úmida foram significativamente maiores do que aquelas coletadas durante a estação seca ( $U = 5810$ ;  $Gl = 1$ ;  $P = 0,001$ ). (FIGURA 2).



**FIGURA 2-** Tamanho das formigas nos quatro fragmentos estudados e nas estações seca e úmida. Letras iguais indicam tamanhos que não diferem a nível de 5 % de acordo com o teste de Tukey-Type.

O número de indivíduos de *P. cf. crassinoda* amostrado foi a de 1185 indivíduos em F1, 1620 indivíduos em F2, 541 indivíduos em F3 e 704 indivíduos em F4. Estes valores diferiram significativamente entre os fragmentos, de modo dependente da estação ( $\chi^2 = 208,49$ ;  $Gl = 3$ ;  $P < 0,001$ ), tendo F2 a maior densidade na estação úmida, seguido por F1 e F4. Na estação seca F1 apresentou maior densidade, seguido por F2 e F4. F3 apresentou as menores densidades nas duas estações (FIGURA 3).



**FIGURA 3.** Número de indivíduos de *P. cf. crassinoda* amostrados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO, durante a estação úmida (outubro de 2009 a fevereiro de 2010) e seca (abril a agosto de 2010).

As comparações das repetições das medidas bilaterais realizadas pela ANOVA indicaram que o erro nas medições foi desprezível ( $F = 530,68$ ;  $P < 0,001$ ;  $Gl = 29$  para comprimento do fêmur;  $F = 103,62$ ;  $P < 0,001$ ;  $Gl = 29$  para comprimento da tíbia;  $F = 220,75$ ;  $P < 0,001$ ;  $Gl = 29$  para comprimento dos antenômeros;  $F = 195,67$ ;  $P < 0,001$ ;  $Gl = 29$ ;  $F = 92,60$ ;  $P < 0,001$ ;  $Gl = 29$  para o comprimento e largura da mandíbula, respectivamente.). As medidas apresentaram distribuição normal, descartando a ocorrência de antissimetria. Segundo os resultados do teste t para uma amostra, somente as diferenças obtidas das estruturas bilaterais do comprimento da tíbia e da mandíbula se enquadram na categoria de AF, com média não significativamente diferente de zero. Foi, entretanto, necessário remover nesta última análise, oito indivíduos fenodesviantes que apresentavam variações bilaterais no tamanho da mandíbula acima de 0,3 mm (Knierim *et al.* 2007) (TABELA 2).

**TABELA 2.** Teste da assimetria, antissimetria e assimetria flutuante correlacionada ao comprimento de dois caracteres analisados em *P. cf. crassinoda*.

Caracteres	Média	Assimetria		Antissimetria		Correlação	
		T	P	D	P	r	P
Tíbia	$-0,007 \pm 0,067$	-1,702	0,090	0,056	0,063	-0,149	0,021
Mandíbula	$-0,014 \pm 0,113$	-1,938	0,054	0,050	0,169	-0,304	0,001

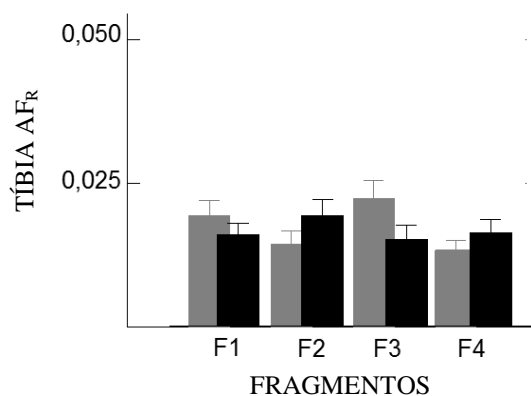
A correlação de Pearson indicou que a AF do comprimento da tíbia e da mandíbula ( $r = -0,149$ ;  $P = 0,021$ ;  $r = -0,304$ ;  $P = 0,001$ , respectivamente) estavam positiva e significativamente associadas ao tamanho das formigas. Dessa forma, segundo as recomendações de Palmer & Strobeck (1986); Eggert & Sakaluk (1994), os valores AF foram corrigidos, obtendo-se a  $AF_{(R)}$ .

As ANOVAs para dois fatores (área do fragmento e período de coleta) relativas às duas medidas  $AF_{(R)}$  indicaram que não existem diferenças significativas nos níveis de  $AF_{(R)}$  do comprimento da tíbia e nem da mandíbula entre os fragmentos. Entretanto, para a medida da tíbia houve interação entre os períodos de coleta e a área dos fragmentos (TABELA 3).

**TABELA 3.** Análise de Variância (ANOVA para dois fatores: fragmentos e períodos de coleta) relativa às flutuações na assimetria (AF) de medidas morfométricas da tíbia (comprimento) e da mandíbula (comprimento) dos indivíduos de *P. cf. crassinoda* (valor significativo em negrito)

ANOVA			
Fonte	GL	F	P
AF <sub>(R)</sub> do comprimento da tíbia			
Área do Fragmento	3	0,931	0,426
Período de coleta	1	0,166	0,684
Área x coleta	3	2,675	<b>0,048</b>
AF <sub>(R)</sub> do comprimento da mandíbula			
Área do Fragmento	3	0,105	0,957
Período de coleta	1	3,182	0,076
Área x coleta	3	0,818	0,485

Na estação úmida, os níveis de AF<sub>(R)</sub> do comprimento da tíbia foram maiores nos fragmentos maiores (F1 e F3), enquanto que no período seco, os maiores valores ocorreram em F2 e F4 (FIGURA 4).



**FIGURA 4** - Assimetria Flutuante (AF<sub>(R)</sub>.) do comprimento da tíbia em *P. cf. crassinoda* de quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes períodos de coleta (cor cinza – estação úmida; cor preta – estação seca).

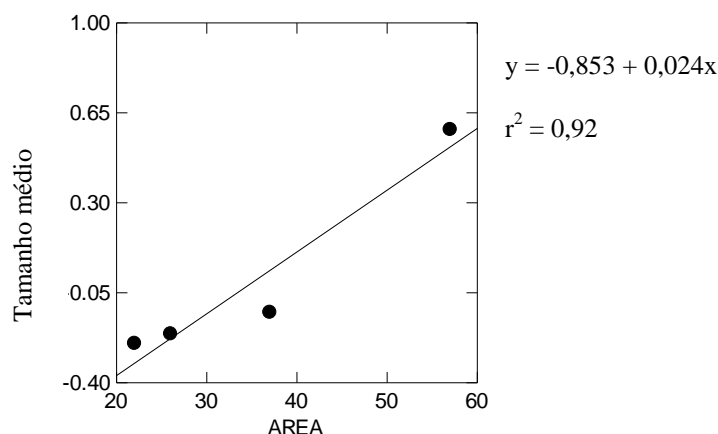
As distribuições do tamanho médio, do número de indivíduos amostrados e das áreas dos fragmentos foram normais ( $D_{\max} = 0,376$ ;  $P = 0,05$ ;  $D_{\max} = 0,246$ ;  $P = 0,841$ ;  $D_{\max} = 0,228$ ;  $P = 1,00$ , respectivamente). Dentre as correlações genotípicas efetuadas, somente o tamanho médio das formigas correlacionou-se significativamente com a área dos fragmentos em que foram coletadas, (FIGURA 5). Não foram significativas as correlações fenotípicas



entre o tamanho das formigas e a  $AF_{(R)}$  da tíbia e da mandíbula ( $r = -0,121$ ;  $P = 0,062$ ;  $r = 0,036$ ;  $P = 0,575$ ; respectivamente) (TABELA 4).

**TABELA 4-** Correlação genotípica entre o Tamanho médio e a Assimetria Flutuante ( $AF_{(R)}$ ) das formigas com a área, número de indivíduos amostrados e com a biomassa seca da serapilheira acumulada dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO. (valor significativo em negrito).

Fatores	Área		Densidade		Serapilheira	
	r	P	r	P	R	P
Tamanho médio	0,959	<b>0,041</b>	0,391	0,609	-0,219	0,781
$AF_{(R)}$ tíbia	0,674	0,326	0,067	0,933	0,286	0,714
$AF_{(R)}$ mandíbula	0,705	0,295	0,277	0,723	-0,289	0,711



**FIGURA 5** – Reta regressão entre os tamanhos médio das formigas e a área dos fragmentos em que foram coletadas.  $b \neq 0$  ( $F = 22,866$ ;  $P = 0,041$ ).

## DISCUSSÃO

A área do fragmento influenciou significativamente o tamanho corporal de *P. cf. crassinoda* nos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual de Itumbiara, pois formigas maiores se desenvolveram nos fragmentos maiores. Esses dados confirmam a hipótese de que o tamanho corporal dos indivíduos pode ser alterado pela fragmentação de habitat, tendendo a diminuir em fragmentos menores ou em áreas mais perturbadas (Delgado-Acevedo & Restrepo 2008). Bancroft & Smith (2005) também verificaram que em fragmentos menores,

devido à perda de qualidade de habitat e restrição de alimentos, os coleópteros da espécie *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera, Cerambycidae) apresentaram tamanhos menores.

Em contrapartida, os dados encontrados diferem daqueles obtidos por Saavedra & Simonetti (2005), que investigaram variações no tamanho de duas espécies de roedores, *Abrothrix longipilis* (Rodentia, Cricetidae) e *Abrothrix olivaceus* (Rodentia, Cricetidae) em floresta contínua de Maulino e nos fragmentos de floresta no Chile. Henriquez *et al* (2009) também não detectaram diferenças de tamanho e na simetria entre os indivíduos *Ceroglossus chilensis* (Coleoptera, Carabidae) dos habitats de floresta contínua e fragmentos florestais.

O tamanho das formigas também foi afetado pelo clima, pois indivíduos significativamente maiores foram coletados durante a estação úmida.

O clima e o tamanho dos fragmentos influenciaram também a simetria corporal, pois fragmentos maiores apresentaram indivíduos com elevados níveis de AF na tibia durante a estação úmida, enquanto que nos menores fragmentos, os maiores valores de assimetria da tibia foram verificados em indivíduos coletados na estação seca.

Altos índices de AF podem ser indicativos de que a população está sendo submetida a condições estressoras, como mudanças na temperatura (Kanegae & Lomônaco 2003), redução na oferta de alimento ou aumento na competição (Lomônaco & Germanos 2001), aumento de riscos de predação (Leamy & Klingenberg 2005) ou modificação na estrutura do hábitat (Silva *et al.* 2009). Assim, o fato de fragmentos menores serem mais facilmente atingidos por ações perturbadoras, como efeito de borda, sendo estas potencializadas no período da seca, quando a disponibilidade de alimento é reduzida (Laurance *et al.* 2011) pode explicar o padrão encontrado. Anciães e Marini (2000) já haviam verificado a relação positiva entre a AF dos organismos e ambientes estressores, tais como os que sofreram fragmentação.

Silva *et al.* (2009) também verificaram que, em abelhas da tribo Euglossine, o efeito de borda do fragmento de uma mata semidecídua influenciou significativamente o aumento de AF dos indivíduos quando comparado aos do centro do fragmento, demonstrando a interferência antrópica na determinação deste caráter.

Similarmente, a alta densidade de ocorrência nos períodos úmidos e o consequente aumento nos níveis de competição entre os indivíduos poderiam explicar o aumento da AF nos fragmentos maiores durante a estação úmida (Lomônaco e Germanos, 2001). De fato, Hölldobler & Wilson (1990) e Fernández (2003), a umidade favorece o maior crescimento populacional de *P. cf. crassinoda* e, conseqüentemente maior competição intraespecífica.

Existe ainda a possibilidade de que a alteração da temperatura da serapilheira, provocada pela decomposição da matéria orgânica ali presente possa ter atuado como agente

estressor, afetando nos níveis de AF das formigas. De acordo com Swift *et al.* (1979) a decomposição da serapilheira envolve o processo de catabolismo, no qual reações enzimáticas de produção-energia liberam calor, o que aumenta muito a temperatura nesse microhabitat.

É interessante ressaltar o fato da população de *P. cf. crassinoda* em F2 possuir o maior número de indivíduos na estação úmida, apresentando os menores tamanhos corporais. Este padrão ilustra uma situação de trade-off, provavelmente como resposta à solução do conflito entre a necessidade simultânea de reprodução e sobrevivência da colônia, maximizando o número de descendentes, apesar de menores, para garantir seu sucesso adaptativo em ambientes perturbados.

A quantidade de serapilheira não afetou diretamente o tamanho nem a AF de *P. cf. crassinoda*, mesmo esta possuindo hábito de nidificação e forrageamento nesse habitat. Acredita-se que, apesar da quantidade de serapilheira no solo não ter afetado os caracteres analisados neste trabalho, sua composição físico-química, sua estrutura e composição da vegetação influenciaram o padrão de distribuição das formigas em florestas tropicais e em fragmentos florestais (Vasconcelos *et al.* 2003; Silva & Silvestre 2004; Santos *et al.* 2006; Bastos & Harada 2009). Além disto, segundo Vidal *et al.* (2007), o tamanho do fragmento florestal e o seu grau de isolamento influenciam significativamente a composição da serapilheira, o que conseqüentemente, pode afetar as populações de formigas e seus indivíduos.

As variações no tamanho e na AF das formigas foram independentes, uma vez que não foi encontrada correlação genética entre estas variáveis, diferente do que foi verificado por Delgado-Acevedo & Restrepo (2008) com duas espécies de anuros, nos quais o tamanho corporal e AF variaram de modo inversamente dependente como resposta à perda de habitat. Silva *et al.* (2009) também verificaram correlação negativa entre as variações no tamanho e na AF de abelhas diante das perturbações antrópicas e variações climáticas em floresta estacional semidecidual.

Os dados obtidos neste estudo apontam a existência de relação de dependência entre o tamanho corporal de formigas *P. cf. crassinoda* e a área de fragmentos das Florestas Estacionais Semidecíduais de Itumbiara em que habitam. As variações climáticas afetam não somente o tamanho, mas também a AF destes insetos. Não foram encontradas evidências de relações diretas entre tamanho e AF com valores de densidade populacional e quantidade de serapilheira acumulada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anciães, M. & Marini, M. A. 2000. The effects of fragmentation on fluctuating asymmetry in passerine birds of Brazilian tropical forests. **Journal of Applied Ecology** **37**:1013–1028.
- Bancroft, J. S. & Smith, M. T. 2005. Dispersal and influences on movement for *Anoplophora glabripennis* calculated from individual mark-recapture. **Entomologia Experimentalis et Applicata** **116**: 83-92.
- Bastos, A. H. S. & Harada, A. Y. 2009. Variação da composição de espécies de formigas ponerines (Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae) na serapilheira de Floresta tropical na estação científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará, Brasil. **Anais do XIX Simpósio de Mirmecologia**, 17-21 novembro de 2009. Ouro Preto-MG. Disponível em: [http://www.mirmeco2009.ufop.br/files/PDF/Resumos%20 Expandidos.pdf](http://www.mirmeco2009.ufop.br/files/PDF/Resumos%20Expandidos.pdf) . Acesso em: 27/10/11
- Bestelmeyer, B. T.; Agosti, D.; Alonso, L. E.; Brandão, C. R. F.; Brown JR, W. L., Delabie, J. H. C. & Silvestre, R. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description and evaluation, p. 122-269. In: Agosti, D. ;Majer, J.D.; Alonso L. E. & Schultz, T. R. (Eds). **Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington and London, Smithsonian Institution Press.
- Bierregaard, R. O.; Lovejoy, T. E.; Kapos, V.; Santos A. A. & Hutchings, R. W. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. **BioScience** **4**: 859-866.
- Carvalho, F.; De Marco Júnior, P. & Ferreira, L. 2009. The Cerrado into-pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation** **142**: 1392-1403.
- Clarke, G. M. 1993. Fluctuating asymmetry of invertebrate populations as a biological indicator of environmental quality. **Environmental Pollution** **82**: 207-211.
- CorelDRAW. 2000. **CorelDraw**®version 10.0. Corel Corporation Ltd., Dublin.
- Delgado-Acevedo, J. & Restrepo, C. 2008. The contribution of habitat loss to changes in body size, allometry, and bilateral asymmetry in two *Eleutherodactylus* frogs from Puerto Rico. **Conservation Biological** **22**: 773-782.
- Eggert, A. K. & Sakaluk, S. K. 1994. Fluctuating asymmetry and variation in the size of courtship food gifts in decorated crickets. **American Naturalist** **144**: 708-716.
- Fernández, F. (Ed.) 2003. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Floate, K. & Fox, A. 2000. Flies under stress: a test of fluctuating asymmetry as a biomonitor of environmental quality. **Ecology Applied** **9**: 573-585.

- Garcia, P. O.; Valente, A. S. M.; Pifano, D. S.; Pessoa, J. F. S.; Busato, L. C.; Fontes, M. A. L. & Oliveira-Filho, A. T. 2011. Species composition and floristic relationships in southern Goiás Forest enclaves. **Rodriguesia** **62** (1): 123-137.
- Henríquez, P.; Donoso, D. S. & Grez, A. A. 2009. Population density, sex ratio, body size and fluctuating asymmetry of *Ceroglossus chilensis* (Carabidae) in the fragmented Maulino Forest and surrounding pine plantations. **Acta Oecologica** **35**: 811-818.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O. 1990. **The ants**. Cambridge, Belknap-Harvard.
- Kanegae, A. P. & Lomonaco, C. 2003. Plasticidade morfológica, reprodutiva e assimetria flutuante de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology** **32** (1): 037-043.
- Knierim, U.; Van Dongen, S.; Forkman, B.; Tuytens, F. A. M.; Spinka, M.; Campo, J. L. & Weissengruber, G. E. 2007. Fluctuating asymmetry as an animal welfare indicator – a review of methodology and validity. **Physiology & Behavior** **92**: 398-421.
- Laurance, W. F.; Camargo, J. L. C.; Luizão, R. C. C.; Laurance, S. G.; Pimm, S. L. P.; Bruna, E. M.; Stouffer, P. C.; Bruce Williamson, G.; Benítez-Malvido, J.; Vasconcelos, H. L.; Van Houtan, K. S.; Zartaman, C. E.; Boyle, S. A.; Didham, R. K. Andrade, A. & Lovejoy, T. E. 2011. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation (Review). **Biological Conservation** **144**: 56-67.
- Laurence, W. F. & Bierregaard, R. O. 1997. **Tropical forest remnants** – ecology, management and conservation of fragmented communities. Chicago and London, University of Chicago Press.
- Laurence, W. F. 2008. Theory meets reality: how habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. **Biological Conservation** **141**: 1731-1744.
- Leamy, L. J. & klingenberg, C. P. 2005. The genetics and evolution of fluctuating asymmetry. **Annual Review Ecology, Evolution and Systematics** **36**: 1-21.
- Lomônaco, C. & Germanos, E. 2001. Variações fenotípicas em *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) em resposta à competição larval por alimento. **Neotropical Entomology** **30**: 223-231.
- Marteletto, P. B., Lomônaco, C. & Kerr, W. E. 2009. Respostas fisiológicas, morfológicas e comportamentais de *Zobrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleóptera: Bruchidae) associadas ao consumo de diferentes variedades de feijão (*Phascolus vulgaris*). **Neotropical Entomology** **38** (2): 178-185.
- Palmer, A. R. & Strobeck, C. 1986. Fluctuating asymmetry: measurements, analysis, patterns. **Annual Review Ecology, Evolution and Systematics** **17**: 391-421.
- Palmer, A. R. & Strobeck, C. 1992. Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: implications of non-normal distributions and power of statistical tests. **Acta Zoologica Fennica** **191**: 57-72.

- Quiroz-Robledo, L.N.; Valenzuela-González, J. 2007. Distribution of poneromorph ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Mexican State of Morelos. **Florida Entomologist, Lutz** **90** (4): 609-615
- Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S. B.; Correa, G. F. 1997. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa, NEPUT.
- Saavedra, D. & Simonetti, J. A. 2005. Small-mammals of Maulino forest remnants, a vanishing ecosystem of south central Chile. **Mammalia** **69**: 337-348.
- Santos, M. S.; Louzada, J. N. C.; Dias, N.; Zanetti, R.; Delabie, J. H. C. & Nascimento, I. C. 2006. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia -Série Zoológica** **96** (1): 95-101.
- Schütte, M. S.; Queiroz, J. M.; Mayhé-Nunes, A. J. & Pereira, M. P. S. 2007. Inventário estruturado de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em floresta ombrófila de encosta na ilha da Marambaia, RJ. **Iheringia - Série Zoológica** **97** (1): 103-110.
- Silva, J. J.; Mendes, J. & Lomônaco, C. 2004. Developmental stress by diflubenzuron in *Haemotobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae). **Neotropical Entomology** **33** (2): 249-253.
- Silva, M. C., Lomônaco, C., Augusto, S. C. & Kerr, W. E. 2009. Climatic and anthropic influence on size and fluctuating asymmetry of Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a semideciduous seasonal Forest reserve. **Genetics and Molecular Research** **8** (2): 730-737.
- Silva, R. R. & Silvestre, R. 2004. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia** **44** (1):1-11.
- Swaddle, J. P.; Whitter, M. S. & Cuthill, I. C. 1994. The analysis of fluctuating asymmetry. **Animal Behavior** **34**: 255-264.
- Swift, M. J.; Heal, O. W.; & Anderson, J. M. 1979. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley, University of California Press, p. 66-117. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=hSWMkhdSfPAC&pg=PR10&lpg=PR10&dq=SWIFT,+M.J.;+HEAL,+O.W.;+ANDERSON,+J.M.+Decomposition+in+terrestrial&source=bl&ots=Kh8puMM11a&sig=xM7eEZr-iPYkqaawaUNtyJotIEY&hl=pt-BR&sa=X&ei=dB36TraQFMiwgwebyM2GAg&sqi=2&ved=0CEAQ6AEwAw#v=onepage&q=SWIFT%2C%20M.J.%3B%20HEAL%2C%20O.W.%3B%20ANDERSON%2C%20J.M.%20Decomposition%20in%20terrestrial&f=false>. Acesso em: 27/12/2011.
- Systat. 2002. **Systat® for Windows® version 10.2** [S.l.]: © Systat Software.
- Underwood, E. C. & Fisher, B. L. 2006. The role of ants in conservation monitoring: if, when, and how. **Biological Conservation** **132**: 166-182.
- Vasconcelos, H. L.; Macedo, A. C. C. & Vilhena, J. M. S. 2003. Influence of topography on the distribution of ground-dwelling ants in an Amazonian forest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** **38** (2): 115-124.

- Vidal, M. M.; Pivello, V. R.; Meirelles, S. T. & Metzger, J. P. 2007. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica** **30** (3):521-532.
- Weller, B. & Ganzhorn, J. 2004. Carabid beetle community composition, body size, and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient. **Basic and Applied Ecology** **5**: 193-201.
- Wild, A. L. 2002. The genus *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) in Paraguay. **Boletín Museo Nacional Historia Natural Paraguay** **14** (1-2): 1-18.
- Woods, R. E.; Hercus, M. J. & Hoffmann, A. A. 1998. Estimating the heritability of fluctuating asymmetry in field *Drosophila*. **Evolution** **52**: 816-824.
- Zar, J. H. 1984. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice Hall.

## CONCLUSÃO GERAL

A diversidade florística dos remanescentes fragmentados de Floresta Semidecidual Estacional do sul de Goiás são influenciadas pelo tamanho da área preservada, uma vez que fragmentos maiores possuem maior diversidade que os menores. Entretanto, a proximidade não implica na maior similaridade da composição florística destes fragmentos. Como mesmo os fragmentos menores apresentam espécies exclusivas e a maior parte das espécies teve ocorrência rara, enfatiza-se a necessidade de conservação dessas áreas e a criação de um plano de manejo e de conectividade entre elas para o restabelecimento ou aumento do fluxo gênico. Como a região é destinada a atividades agropecuárias, a expansão das áreas destinadas ao cultivo de plantas ou criação de gado deve ser cuidadosamente planejada para evitar riscos de extinção ou perda da biodiversidade.

O tamanho e a diversidade da vegetação destes fragmentos não se correlacionam com a diversidade e a abundância dos insetos ali presentes. A pluviosidade foi o único fator climático que significativamente provocou variações temporais nas abundâncias dos grupos estudados. Fragmentos florestais pequenos podem conter comunidades de insetos tão ricas e abundantes quanto as de fragmentos maiores. Não foi encontrada nenhuma evidência de que o volume da serapilheira produzida em cada fragmento estivesse afetando a variação temporal de sua entomofauna.

Há relação de dependência entre o tamanho corporal de formigas *P. cf. crassinoda* e a área de fragmentos destas florestas. As variações climáticas afetam não somente o tamanho, mas também a AF destes insetos. Não foram encontradas evidências de relações diretas entre tamanho e AF com valores de densidade populacional e quantidade de serrapilheira.

Os dados obtidos nesta tese demonstram a importância da conservação dos fragmentos dos remanescentes de Mata Estacional Semidecidual no estado de Goiás, uma vez que, mesmo os de menor tamanho apresentam condições ecológicas que ainda suportam ricas comunidades de plantas e animais, sendo ainda importantes por atuarem como linha de conexão ecológica entre as áreas.