



MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) EM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO NO MUNICÍPIO DE URUARÁ-PA

Reinaldo Lucas Cajaiba¹, Wully Barreto da Silva²

¹Mestre em Engenharia do Ambiente. Laboratório de Ecologia Aplicada, Utad/Portugal (reinaldocajaiba@hotmail.com)

²Universidade Federal do Pará-UFPA (wully_bio@hotmail.com)

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

Ultimamente a ação humana vem transformando as paisagens florestais em fragmentos isolados, podendo levar muitas espécies à extinção, sendo, portanto, necessário estudos constantes para o conhecimento e adequada caracterização da fauna de solo e, por conseguinte sua preservação. Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento da mirmecofauna em um fragmento florestal urbano no município de Uruará, PA. Para tanto, utilizou-se armadilhas tipo *pitfall* não iscadas para a coleta. O fragmento foi dividido em dois transectos, com armadilhas instaladas ao longo da borda e a 150 metros de distância da mesma. Foram coletados 466 indivíduos, distribuídos em seis subfamílias, 15 gêneros e 29 espécies. A subfamília Myrmicinae apresentou o maior número de táxons e maior abundância representando 68% do total de indivíduos coletados. A borda apresentou maior abundância de indivíduos, enquanto o interior apresentou maior número de espécies exclusivas. Através da curva de acumulação, ficou evidenciado que a área de estudo apresenta uma quantidade superior de espécies ao encontrado no presente estudo, e que pesquisas futuras são necessárias para um melhor acompanhamento das alterações que ocorrem nos fragmentos florestais com a finalidade de propor medidas de menor impacto e preservação dessa biodiversidade.

PALAVRAS-CHAVE: Formigas; Fragmento florestal; Insecta.

ANTS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) IN URBAN FOREST FRAGMENT IN THE MUNICIPALITY OF URUARÁ-PA.

ABSTRACT

Lately the human action comes turning the forest landscapes in isolated fragments, which may bring many species to extinction, being necessary, studies constants for the knowledge and proper characterization of soil fauna and therefore its preservation. This work aimed to make a survey of the ants in an urban forest fragment in the municipality of Uruará, PA. For the collection was used traps of pitfall type, without bait the fragment was divided in two transects, with traps installed along the edge and 150 meters away from it. Were collected 466 individuals, distributed in six subfamilies, 15 genera and 29 species. The subfamily Myrmicinae presented the highest number of taxa and greater abundance representing 68% of the total number of individuals collected. The edge showed the highest abundance of individuals, while

the interior showed the highest number of unique species. Through the accumulation curve, it was evidenced that the study area presents a higher quantity of the species, than that the found in this study, and future research is needed to better monitoring the changes that occur in forest fragments to propose measures of lower impact and preservation of that biodiversity.

KEYWORDS: Ants; Forest fragment; Insects.

INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade representa um dos maiores desafios deste final de século, em função do elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas naturais, e uma das principais consequências é a fragmentação (VIANA & PINHEIRO, 1998).

Um fragmento florestal pode ser definido como qualquer área de vegetação natural que está interrompida por barreiras antrópicas ou naturais, capaz de diminuir o fluxo de animais, pólen e sementes (TABANEZ et al., 1997). Fragmentos florestais urbanos ou próximos às cidades são cada vez mais comuns. A origem dos fragmentos florestais se dá principalmente em consequência do aumento da má utilização do solo e da intensificação do processo de urbanização, o que resulta na formação de fragmentos florestais de diferentes tamanhos e formas (LAURANCE et al., 2002; DÁTILLO et al., 2011).

Entre os efeitos da fragmentação, considera-se a perda da biota microbiológica do solo, da flora e da fauna, além da perda da diversidade genética e da biodiversidade. Estes danos podem provocar modificações na eliminação das relações ecológicas entre espécies vegetais e seus polinizadores e dispersores (PRIMACK & RODRIGUES, 2001; BORGES et al., 2004; COPATTI & DAUDT, 2009).

Após a fragmentação o ambiente sofre alterações no seu microclima, na heterogeneidade ambiental, dinâmica da comunidade, diversidade de espécies e abundância de suas populações, que podem aumentar, diminuir ou extinguir-se localmente (KAPOS, 1989; OFFERMAN et al., 1995; BRUNA et al., 2009; DÁTILLO et al., 2011). Os principais fatores que afetam a dinâmica de fragmentos florestais são: tamanho, forma, grau de isolamento, tipo de vizinhança e histórico de perturbações (VIANA et al., 1992).

O interesse no estudo dos efeitos da fragmentação florestal sobre a conservação da biodiversidade tem aumentado significativamente nos últimos anos (GRADWOHL & GREENBERG, 1991; VIANA et al., 1992; VIANA & PINHEIRO, 1998). A justificativa para este crescente interesse é a constatação de que a maior parte da biodiversidade se encontra hoje localizada em pequenos fragmentos florestais, pouco estudados (VIANA & PINHEIRO, 1998). A utilização de grupos indicadores para demonstrar os efeitos de mudanças ambientais vem crescendo, principalmente aqueles estudos que utilizam invertebrados (MIRANDA et al., 2006).

Por serem muito abundantes e sensíveis às mudanças no ambiente, os insetos apresentam alto potencial para serem utilizados com esse propósito (ROSEMBERG et al., 1986). Dentre os insetos, as formigas têm sido um dos grupos mais utilizados por possuir algumas vantagens, tais como amostragem prática e rápida, identificação relativamente simples para a maioria das espécies, sensíveis às perturbações ambientais (FERNANDEZ, 2003; ANDERSEN et al., 2004; MIRANDA et al., 2006), e muito diversificados e comuns o ano inteiro (KREMEN, 1992; BROWN 1997a, 1997b). As formigas também podem ser bons indicadores de

diversidade, uma vez que sua riqueza e diversidade variam com as de outros taxa, incluindo as plantas (MAJER, 1983; ABENSPERG-TRAUN et al., 1996).

Vários estudos têm buscado compreender os impactos ocasionados pelas constantes simplificações dos ecossistemas naturais através de análise das comunidades de formigas (MAJER, 1996; PEREIRA et al., 2007), e efeito da fragmentação sobre esses invertebrados (VASCONCELOS et al., 2001). Com isso, o presente estudo teve como objetivo investigar a diversidade de formigas em um fragmento florestal situado em uma área urbana do município de Uruará, Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo. O município de Uruará está Localizado no estado do Pará, ao longo da Rodovia Transamazônica, mais precisamente no km 180, no trecho entre os municípios de Altamira e Itaituba (Figura 1). As estações climáticas do ano na região apresentam um caráter bimodal de precipitação, denominados de época seca ou estiagem e época chuvosa (CAJAIBA, 2014). O clima local, segundo a classificação de Köppen é do tipo Awi, típico de clima quente úmido, com média do total pluviométrico anual da ordem de 2000 mm, cujo período mais chuvoso estende-se de dezembro a maio, e o menos chuvoso de junho a novembro (PEEL et al., 2007). A temperatura média anual varia de 25 a 28 °C e a umidade relativa do ar fica acima de 80%.

Coletas. As coletas foram realizadas no mês de novembro/2013, através de armadilhas de solo *pitfall* sem atrativos. A importância das armadilhas *pitfall* sem atrativos, segundo VOGT & HINE (1982), se dá pelo fato da eliminação dos vieses causados pelas variações, entre coletores, na capacidade de encontrar animais visualmente, além de ser uma busca passiva, não exigindo muito tempo do pesquisador para localizar os animais. Essas armadilhas também não atraem os insetos, o que proporciona amostras aleatórias da fauna que flui ativamente no ambiente local.

A área de coleta foi dividida em dois transectos: Borda (armadilhas instaladas entre a vegetação e pastagens); Interior (distanto 150m da área de borda) (Figura 1). Em todos os transectos foram instalados oito armadilhas com distâncias de 50 m uma da outra. As armadilhas permaneceram em campo por 36 horas.

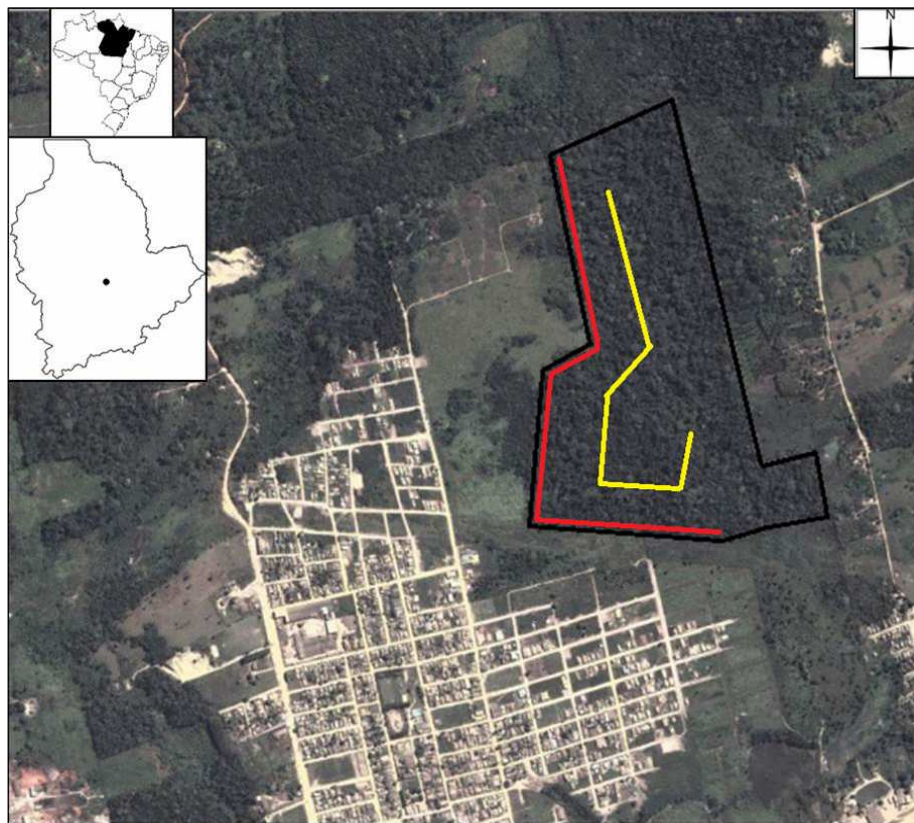


FIGURA 1. Localização da área de estudo no município de Uruará-PA. Linha vermelha representa as armadilhas da borda e a linha amarela as armadilhas do interior.

Análise estatística. Foi calculada a riqueza total e por transectos (S) e a abundância total e por transectos (N). Foram calculadas as curvas esperadas de acumulação de espécies (curvas de rarefação baseadas em amostras), segundo GOTELLI & COLWELL (2001) com os respectivos intervalos de confiança a 95% de probabilidade, as fórmulas analíticas apresentadas em COLWELL et al. (2004) foram utilizadas através do software PAST 1.75 (HAMMER et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram capturados 466 indivíduos, distribuídos em seis subfamílias, 15 gêneros e 29 espécies (Tabela 1). A subfamília Myrmicinae apresentou o maior número de táxons (16) e maior abundância com 318 indivíduos (68,02% do total de indivíduos coletados), seguido por Formicinae (88) e Ponerinae (22), sendo a Dolichoderinae e Ectatomminae as menos abundantes com cinco e quatro indivíduos, respectivamente (Figura 2).

TABELA 1. Formigas coletas através de armadilhas *Pitfall* na borda e interior de um fragmento florestal no município de Uruará-PA.

| SUBFAMÍLIA/ ESPÉCIE | BORDA | INTERIOR | TOTAL |
|--|--------------|-----------------|--------------|
| FORMICINAE | | | |
| <i>Camponotus</i> sp.1 | 3 | 17 | 20 |
| <i>Camponotus</i> sp.2 | 2 | 8 | 10 |
| <i>Camponotus</i> sp.3 | 1 | 5 | 6 |
| <i>Brachymyrmex</i> sp.1 | 0 | 5 | 5 |
| <i>Brachymyrmex</i> sp.2 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Brachymyrmex</i> sp.3 | 46 | 0 | 46 |
| MYRMICINAE | | | |
| <i>Cephalotes atratus</i> | 0 | 1 | 1 |
| <i>Cephalotes</i> sp.1 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Pheidole</i> sp.1 | 31 | 66 | 97 |
| <i>Pheidole</i> sp.2 | 19 | 22 | 41 |
| <i>Pheidole</i> sp.3 | 21 | 11 | 32 |
| <i>Pheidole</i> sp.4 | 34 | 2 | 36 |
| <i>Pheidole</i> sp.5 | 39 | 3 | 42 |
| <i>Wasmania</i> sp.1 | 0 | 3 | 3 |
| <i>Wasmania</i> sp.2 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Wasmania</i> sp.3 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Crematogaster</i> sp.1 | 24 | 19 | 43 |
| <i>Solenopsis</i> sp.1 | 10 | 0 | 10 |
| <i>Acromyrmex</i> sp.1 | 1 | 4 | 5 |
| <i>Acromyrmex</i> sp.2 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Mycocepurus</i> sp.1 | 0 | 2 | 2 |
| <i>Mycetarotes</i> sp.1 | 0 | 1 | 1 |
| PONERINAE | | | |
| <i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802) | 1 | 1 | 2 |
| <i>Pachycondyla</i> sp.1 | 0 | 6 | 6 |
| <i>Pachycondyla</i> sp.2 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Ectatomma</i> sp.1 | 5 | 8 | 13 |
| ECITONINAE | | | |
| <i>Labidus</i> sp.1 | 28 | 1 | 29 |
| DOLICHODERINAE | | | |
| <i>Dolichoderus</i> sp.1 | 0 | 5 | 5 |
| ECTATOMMINAE | | | |
| <i>Gnamptogenys</i> sp | 0 | 4 | 4 |
| TOTAL DE ESPÉCIMES | 271 | 195 | 466 |

A subfamília Myrmicinae é dominante em diversos ecossistemas brasileiros, tanto em número de gêneros quanto de espécies (CORRÊA et al., 2006; VARGAS, et al., 2007; ALBUQUERQUE & DIEHL, 2009; MARTINS et al., 2011). Esta predominância se deve à sua diversificação de hábitos alimentares e de nidificação, já que esta subfamília apresenta espécies onívoras, predadoras e consumidoras de líquidos e de fungos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; MIRANDA et al., 2013). A predominância de Myrmicinae também pode ser explicada por este ser um grupo de formigas extremamente adaptável a diversos nichos ecológicos na região Neotropical (FOWLER et al 1991; COELHO, 2011).

A subfamília Formicinae, a segunda mais abundante neste estudo, está de acordo com os resultados de LEAL (2002, 2003), BIEBER et al. (2006), CORRÊA et al (2006).

O gênero que apresentou o maior número de espécies foi *Pheidole* Mayr, 1861 (cinco espécies), seguido de *Camponotus* Westwood, 1841, *Brachymyrmex* Mayr, 1868, *Wasmania* Forel, 1893 com três espécies cada (Tabela 1). O primeiro gênero está entre os 10 mais ricos em número de espécies (BOLTON, 1995; FOWLER, 1993). A explicação para essa abundância do gênero *Pheidole* é a capacidade de exploração do ambiente, visto que o mesmo, em sua maioria, é composto por espécies onívoras, oportunistas e que patrulham ativamente o ambiente à procura de recursos (SILVESTRE & SILVA, 2001; MIRANDA et al., 2006). É o gênero de formigas com maior diversidade de espécies e de adaptações, maior extensão de distribuição geográfica e maior abundância local, características que os tornam mais prevalentes em escala mundial. Além disso, *Pheidole* é sempre o gênero melhor representado em coletas de formigas de serrapilheira de áreas florestadas (LEAL, 2002; BIEBER et al., 2006; GOMES et al., 2010).

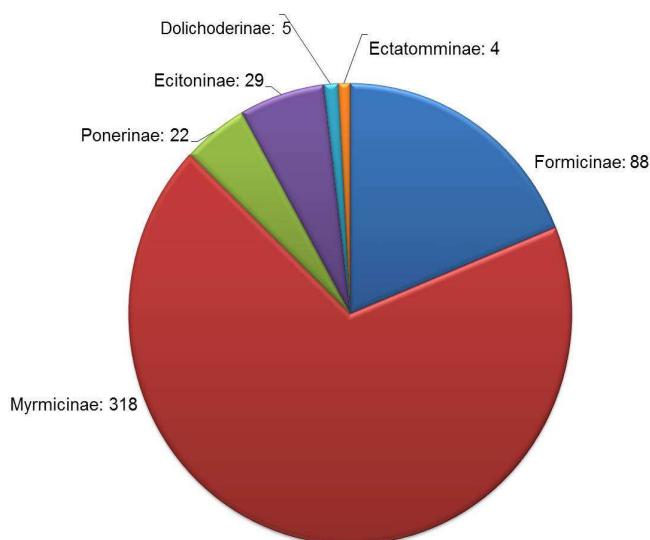


FIGURA 2. Subfamílias de Formicidae coletados na borda e interior do fragmento florestal no município de Uruará-Pa.

A borda apresentou maior abundância com 271 espécimes enquanto o interior apresentou 195 espécimes. Já em relação ao número de espécies exclusivas, o interior apresentou nove e a borda sete. Em termos de espécies, o interior também apresentou maior diversidade com 22 espécies e a borda com 20 (Figura 3).

No ambiente de borda, *Brachymyrmex* sp.3 e *Pheidole* sp.5 foram as espécies mais abundantes (46 e 39 indivíduos, respectivamente), enquanto que *Pheidole* sp.1 e *Pheidole* sp.2 foram as mais abundantes no interior do fragmento com 66 e 22 espécimes, respectivamente (Tabela 1).

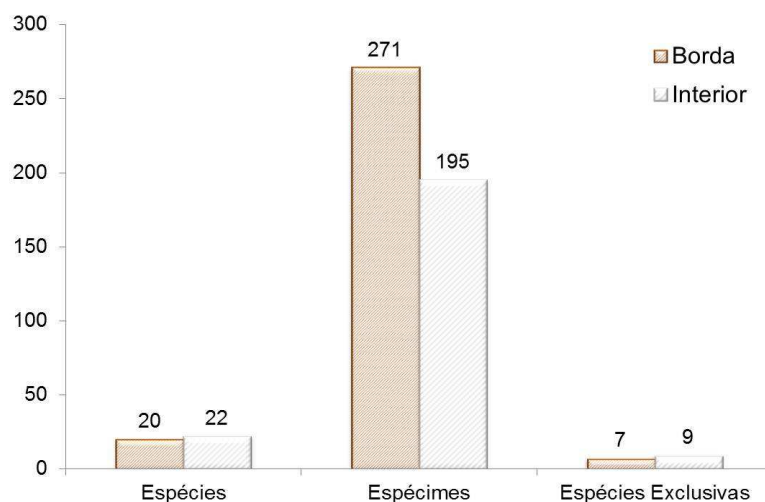


FIGURA 3. Composição de espécies, espécimes e espécies exclusivas para borda e interior do fragmento florestal do município de Uruará-Pa.

Ambientes mais heterogêneos geralmente ofertam maior diversidade de recursos para as formigas, o que é um fator determinante para a coexistência das espécies, pois disponibiliza uma gama maior de nichos ecológicos que ambientes simplificados e, conseqüentemente reduz a competição (MIRANDA et al., 2013). Neste sentido, a riqueza e a diversidade de espécies em ambientes tropicais estão fortemente relacionadas à riqueza e composição da flora (TEWS et al., 2004; MIRANDA et al., 2013). No entanto, a riqueza e a diversidade de espécies de formigas observadas neste estudo não corroboraram com esta hipótese, já que não foram observadas diferenças significativas entre os ambientes, tendo em vista que a riqueza entre os dois transectos foram similares. Entretanto, MARINHO et al. (2002) e MIRANDA et al. (2013) também obtiveram resultados semelhantes ao encontrar maior riqueza de espécies para um ambiente menos complexo. A presença de uma maior abundância no ambiente de borda, neste estudo, possivelmente se deve ao fato de que algumas espécies aumentam sua abundância em ambientes alterados (WEBB, 1989). Essas espécies, denominadas generalistas, são adaptadas a explorar diversos tipos de ambientes e recursos (DIDHAM, 1997). Isto, possivelmente, se deve ao fato do tamanho do fragmento não ser grande o suficiente para suportar a comunidade de formigas do local.

Por outro lado, vale considerar que todos os ambientes estudados estão inseridos no mesmo fragmento urbano e sujeitos a um alto grau de isolamento e recolonização. Logo, a similaridade entre os ambientes possivelmente indica que todo o fragmento tenha sido alterado pelos efeitos de borda e pela constante ação antrópica no local (DÁTTILO et al., 2011). Além disso, espécies resilientes e resistentes às perturbações ambientais podem manter suas populações, mesmo em fragmentos urbanos (MIRANDA et al., 2006; MORINI et al., 2007; DÁTTILO et al., 2011).

A perturbação provocada pelo contato com as áreas não florestadas proporciona uma elevação na taxa de mortalidade de árvores e/ou queda de folhas e ramos nas bordas, o que promove um aumento da produção de serrapilheira (DIDHAM, 1997). Além disso, as bordas também apresentam proliferação de plantas pioneiras (LAURANCE et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2004), as quais produzem

grande quantidade de fitomassa, e sua alta taxa de renovação também acaba por gerar um aumento da serrapilheira (GASCON et al., 2000; GOMES et al., 2010) que favorece uma maior abundância de formigas no ambiente de borda.

A curva de acumulação de espécies em função do esforço amostral, de acordo com a sequência de amostragem adotada, apresenta uma evolução que não estabiliza, isso sugere que o número de espécies de formigas existente na região de estudo seja superior às identificadas no presente trabalho (Figura 4). Deste modo, a riqueza observada no presente estudo deve ser tomada como uma subestimativa, decorrente do esforço amostral, pois segundo MELO et al. (2003), a riqueza observada de espécies é fortemente correlacionada ao esforço de amostragem.

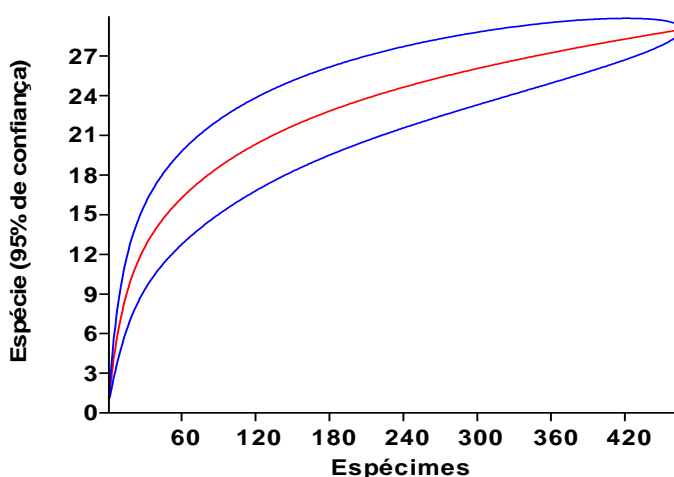


FIGURA 4. Curva de acumulação de espécies (linha central – em vermelho) e intervalos de confiança de 95% (linhas externas – em azul) para o fragmento estudado.

Apesar de o local estudado ter sofrido grande redução nos últimos anos devido ao crescimento da cidade em direção ao seu entorno e às atividades pecuárias, a região ainda apresenta uma rica fauna. Como não existem estudos anteriores aos episódios de fragmentação não é possível fazer uma comparação dos efeitos da fragmentação neste local (DÁTILLO et al., 2011). É necessário, portanto, maior atenção para o estudo de paisagens modificadas pelo homem, situações cada vez mais comuns atualmente (MORENO & HALFFTER, 2001; FERRAZ et al., 2009; DÁTILLO et al., 2011).

CONCLUSÃO

Neste trabalho foram verificadas diferenças na abundância da mirmecofauna nos ambientes de borda e interior do fragmento florestal, entretanto, não houve diferença de riqueza entre os ambientes. Verificou-se também que a abundância da mirmecofauna de solo na borda é superior à da área do interior e que a subfamília Myrmicinae e o gênero *Pheidole* foram os mais abundantes no fragmento estudado.

Apesar de o local estudado ser bastante fragmentado e reduzido, os resultados reforçam a necessidade de conservação dos remanescentes florestais que, apesar de abrigar grande diversidade, estão ameaçados pelos efeitos da fragmentação florestal. Além disso, torna-se necessário a realização de inventários em longo prazo e da aplicação de diferentes metodologias de coleta para conseguir amostrar

as demais espécies existentes no fragmento, conforme indicado pela curva de rarefação.

REFERÊNCIAS

ABENSPERG-TRAUN, M.; ARNOLD, G.W.; STEVEN, D.E.; SMITH, G.T.; ATKINS, L.; VIVEEN, J.J. & GUTTER, M. Biodiversity indicators in semi-arid, agricultural Western Australia. **Pacific Conservation Biology**, v. 2, p. 375-389, 1996.

ALBUQUERQUE, E.Z. & DIEHL, E. Análise faunística das formigas epígeas (Hymenoptera, Formicidae) em campo nativo no Planalto das Araucárias. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 398-403, 2009.

ANDERSEN, A.N.; FISCHER, A.; HOFFMANN, B.D.; READ, J.L. & RICHARDS, R. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in australian rangelands, with particular reference to ants. **Austral Ecology**, v. 29, n. 1, p. 87-92, 2004.

BIEBER, A.G.D, DARRAULT, O.P.G., RAMOS. C., MELO. K.K. & LEAL, I.R. Formigas, p.244-262. *In*: PORTO, K.L., TABARELLI, M., ALMEIDA-CORTEZ, J. (eds). **Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco**. Recife, Editora Universitária da UFPE, 363p, 2006.

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

BORGES, L.F.R; SCOLFORO, J.R.; OLIVEIRA A.D.; MELLO, J.M.; ACERBI JUNIOR, F.W. & FREITAS, G.D. De. Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. **Cerne**, v. 10, p. 22-38, 2004.

BROWN, K.S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, p. 1-18, 1997a.

BROWN, K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. *In*: Maia, N.B.; Lesjak, H. (Ed.). **Indicadores ambientais**. Piracicaba: Divisão de Sistema e Documentação - ESALQ/USP. 1997b. p. 143-155.

BRUNA, E.M.; FISKE, I.J. & TRAGER, M. Evaluating the effect of habitat fragmentation on plant populations: is what we know demographically irrelevant? **Journal of Vegetation Science**, v. 20, p. 569-576, 2009.

CAJAIBA, R.L. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em cavernas no município de Uruará, Pará, norte do Brasil. **Biota Amazônica**, v. 4, n. 1, p. 81-86, 2014.

COELHO, R.C.S. **Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) do estrato arbustivo-arbóreo em fragmentos florestais de Mata Atlântica no Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.

COLWELL, R.K., C.X. MAO & J. CHANG. Interpolatin, extrapolatin, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**, v. 85, p. 2717-27, 2004.

COPATTI, C.E. & DAUDT, C.R. Diversidade de artrópodes na serapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii* (Engelm. Var elliottii). **Ciência e Natura**, v. 31, p. 95-113, 2009.

CORRÊA, M.M., FERNANDES, W.D. & LEAL, I.R. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal sul matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 724-730, 2006.

DÁTTILO, W; SIBINEL, N.; FALCÃO, J.C.F. & NUNES, R.V. Mirmecofauna em um fragmento de floresta atlântica urbana no município de Marília, Sp, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, p. 494-504, 2011.

DIDHAM, R.K. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in central Amazonia. *In*: LAURANCE, W.F. & BIERREGAARD, R.O. (Ed.). **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities**. Chicago, University of Chicago Press, Chicago, 1997, p. 55-70.

FERNANDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Acta Nocturna, 2003. 418p.

FERRAZ, A.C.P.; GADELHA, B.Q. & AGUIAR-COELHO, V.M. Análise faunística de Calliphoridae (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 620-628, 2009.

FOWLER, H.G. Relative representation of *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae) in local ground ant assemblages of the Americas. **Anales de Biología**, v. 19, 29-37, 1993.

FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C. & VASCONCELOS, H.L. Ecologia nutricional de formigas. *In*: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Brasil, 1991, p. 131-223.

GASCON, C.; WILLIAMSON, G.B.; FONSECA, G.A.B. Receding edges and vanishing reserves. **Science** v. 288, p. 1356-1358, 2000.

GOMES, J.P.; IANNUZZI, L. & LEAL, I.R. Resposta da Comunidade de Formigas aos Atributos dos Fragmentos e da Vegetação em uma Paisagem da Floresta Atlântica Nordestina. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, 898-905, 2010.

GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v. 4, p. 379-391, 2001.

GRADWOHL, J. & GREENBERG, R. .Small forest reserves: making the best of a bad situation. **Climatic change**, v. 19, p. 235-256, 1991.

HAMMER, O., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education data analysis. **Paleontologia electronica**, 4, 9p, 2001.

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

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Trop Ecology**, v. 5, p. 173-185, 1989.

KREMEN, C. Assessing the Indicator Properties of Species Assemblages for Natural Areas Monitoring. **Ecology Applied**, v. 2, n. 2, p. 203-217, 1992.

LAURANCE, W.F.; LOVEJOY, T.E.; VASCONCELOS, H.L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R.K.; STOUFFER, P.C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.O.; LAURANCE, S.G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, p. 605-618, 2002.

LEAL, I.R. Diversidade de formigas em diferentes unidades e paisagem da caatinga, p.435-462. *In*: LEAL, I.R., TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C. (eds). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife, Editora Universitária da UFPE, 802p, 2003.

LEAL, I.R. Diversidade de formigas no estado de Pernambuco, p.483-492. *In*: TABARELLI, M., SILVA, J.M.C. (eds). **Atlas da biodiversidade de Pernambuco**. Recife, Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 722p, 2002.

MAJER, J.D. Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmental Management**, v. 7, n. 4, p. 375-383, 1983.

MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, p. 257-273, 1996.

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

MARTINS, L.; ALMEIDA, F.S.; MAYHÉ-NUNES, A.J. & VARGAS, A.B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, p. 174–179, 2011.

MELO, A.S.; PEREIRA, R.A.S.; SANTOS, A.J.; SHEPHERD, G.J.; MACHADO, G.; MEDEIROS, H.F. & SAWAYA, R.J. Comparing species richness among assemblages using sample units: Why not use extrapolation methods to standardize different sample sizes? **Oikos**, v. 101, p. 398-410, 2003.

MIRANDA, M.; ANDRADE, V.B.; MARQUES, G.D.V. & V.S.S.MOREIRA. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) em fragmento urbano de mata mesófila semidecídua. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 8, p. 49-54, 2006.

MIRANDA, T.A., SANTANNA, A.S.; VARGAS, A.B. & ALMEIDA, F.S. Aspectos estruturais do ambiente e seus efeitos nas assembléias de formigas em ambientes de floresta e bosque. **Cadernos UniFOA**, v. 21, p. 63-72, 2013.

MORENO, C.E. & HALFFTER, G. Spatial and temporal analysis of a, b and diversities of bats in a fragmented landscape. **Biodiversity and Conservation**, v. 10, p. 367-382, 2001.

MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F. & VOLTOLINI, J.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. **Iheringá, Série Zoológica**, v. 97, n. 3, p. 246-252, 2007.

OFFERMAN, H.; DALE, V.H.; PEARSON, S.M.; BIERREGAARD, R.O. & O'NEILL, R. V. Effects of forest fragmentation on Neotropical fauna: current research and data availability. **Environmental Reviews**, v. 3, p. 191-211, 1995.

OLIVEIRA, M.A.; GRILLO, A.A. & TABARELLI, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. **Oryx**, v. 38, p. 389-394, 2004.

PEEL, M. C., B.L. FINLAYSON & T.A. MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

PEREIRA, M.P.S.; QUEIROZ, J.M.; VALCARCEL, R. & MAYHÉ-NUNES, A.J. Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de área de mineração reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 3, 197-204, 2007.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, Ed Vida, 2001, 328p.

ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V. & LEHMKUHL, D.M. Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management**, v. 10, p.773-783, 1986.

SILVESTRE, R. & SILVA, R.R. Guildas de Formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio-SP – Sugestões para Aplicação do Modelo de Guildas como Bio-Indicadores Ambientais. **Biotemas**, v. 14, n. 1, 37-69, 2001.

TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M. & DIAS, A.S. Conseqüências 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**, v. 57, n. 1, p. 47-60, 1997.

TEWS, J.; U. BROSE, V.; GRIMM, K.; TIELBORGER, M.C.; WICHMANN, M.; & JETSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/ diversity: The importance of keystone structures, **Journal of Biogeography**, v. 31, p.79–92, 2004.

VARGAS, A.B.; MAYHE-NUNES, A.J.; QUEIROZ, J.M.; ORSOLON, G.S. & FOLLYRAMOS, E. Efeito de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidade de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 28–37, 2007.

VASCONCELOS, H.L.; CARVALHO, K.S. & DELABIE, J.H.C. Landscape modifications and ant communities. *In*: BIERREGAARD, R.O.; GASCON, C.; LOVEJOV, T.E. & MESQUITA, R. eds. **Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest**. Yale, Yale University. cap. 16, p.189-207, 2001.

VIANA, V.M. & PINHEIRO, L.A.F.V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

VIANA, V.M.; TABANEZ, A.A.J. & MARTINS, J.L.A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. *In*: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2, São Paulo, 1992. **Anais**. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, 1992. p. 400-407.

VOGT, R.C. & HINE, R.L. Evaluation of techniques for assessment of amphibian and reptile populations in Wisconsin, p. 201-217. *In*: Scoti, N.J., Jr. (Ed.). **Herpetological communities** (Res. Rep. 13, 239p.). Washington, U.S. Fish Wild. Servo Wildl, 1982.

WEBB, N.R. Studies on the invertebrate fauna of fragmented heathland in Dorset, U.K., and the implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 47, p. 153-165, 1989.