

MIRMECOFAUNA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA URBANA NO MUNICÍPIO DE MARÍLIA, SP, BRASIL

ANT FAUNA IN A URBAN REMNANT OF ATLANTIC FOREST IN THE MUNICIPALITY OF MARÍLIA, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

Wesley DÁTILLO¹; Neiva SIBINEL²; Jéssica Caroline de Faria FALCÃO³; Rafael Vieira NUNES¹

1. Pós graduando em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Instituto de Biociências – IB, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá, MT, Brasil. wdattilo@hotmail.com; 2. Bióloga. Especialista em Entomologia Urbana, Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho – UNESP, Rio Claro, SP, Brasil; 3. Bióloga graduada no Centro de Biociências e Biotecnologia – CBB, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi verificar a influência da fragmentação florestal sobre a mirmecofauna de uma Floresta Atlântica Estacional Semidecidual no município de Marília, SP, Brasil. Por esta razão, o fragmento estudado foi dividido em três ambientes em relação à distância da borda: “Borda” (2m), “Transição” (30m) e “Interior” (90m). Por meio de armadilhas de queda “*pitfalls*” e isca atrativa foram realizadas nove coletas de formigas entre os meses de novembro de 2007 e fevereiro de 2008. No total, foram capturados 3.873 indivíduos, distribuídos em 5 subfamílias, 19 gêneros e 33 espécies. Cinco espécies foram mais abundantes nos três ambientes estudados: *Ectatomma* sp1, *Mycocepurus goeldii*, *Paratrechina* sp1, *Pheidole* sp2, *Trachymyrmex* sp1, *Wasmannia auropunctata*. Os ambientes Borda e Transição do fragmento apresentaram os menores Índices de Diversidade de Simpson e a maior dominância de espécies. Entretanto foi observado pouca variação entre esses parâmetros entre os tipos de ambientes. A similaridade faunística entre os ambientes, expressada por meio do Índice de Similaridade de Jaccard mostrou uma alta similaridade entre todos os ambientes. As semelhanças encontradas entre essas áreas podem estar relacionadas ao processo da fragmentação do hábitat, histórico de constantes perturbações antrópicas e baixa colonização local, por ser tratar de um fragmento urbano. Contudo, sugerimos que seja feita uma avaliação *a posteriori* com outros grupos de artrópodes, como por exemplo algumas famílias de besouros, permitindo o acompanhamento das alterações que ocorrem nos fragmentos urbanos a fim de subsidiar a escolha de medidas adequadas de manejo e para a conservação desse importante remanescente florestal situado na área urbana do município de Marília, São Paulo.

PALAVRAS-CHAVE: Bioindicadores. Formigas. Fragmentação Urbana. Mata Atlântica. São Paulo.

INTRODUÇÃO

Grandes extensões de florestas são devastadas principalmente em decorrência da expansão do mau uso da terra e da intensificação do processo de urbanização, resultando na formação de fragmentos florestais de diferentes tamanhos e formas (LAURANCE et al., 2002). Essas alterações podem resultar no isolamento de populações, reduzindo a biodiversidade local, principalmente devido à perda de habitats (BIERREGAARD et al., 1992). 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).

Fragmentos florestais urbanos, geralmente são circundados por uma matriz habitacional, e abrigam testemunhos da biodiversidade da região, evidenciando assim, a importância da sua conservação (CIELO-FILHO; SANTIN, 2002).

Dessa forma, diante das novas condições ambientais decorrentes da urbanização muitas espécies não conseguem sobreviver, e as áreas com vegetação nativa nas cidades representam importantes locais de refúgio para plantas e animais não-adaptados ao ambiente urbano (RODRIGUES et al., 1993). Por outro lado, existem espécies oportunistas que se aproveitam das novas condições de colonização (MCINTYRE et al., 2001) e podem ocasionar a extinção local das espécies nativas (SUAREZ et al., 1998; CROOKS; SOULÉ, 1999). Nos fragmentos florestais urbanos, o efeito de borda atua como principal mecanismo que leva às mudanças da estrutura e dinâmica local (CIELO-FILHO; SANTIN, 2002). Nesses fragmentos, as áreas de borda estão mais sujeitas as pressões exercidas pelo ambiente ao redor e varia em função de alguns fatores, como idade do fragmento e a forma como ele é utilizado pela população humana ao redor (MURCIA, 1995).

A comunidade de formigas tem sido estudada por diversos autores com o objetivo de compreender as perturbações ocasionadas pelas

constantes reduções dos ecossistemas naturais (MAJER 1996; ANDERSEN, 1997; ANDERSEN et al., 2004). Uma abordagem para a utilização de formigas como ferramenta de monitoramento ambiental é a comparação das amostras coletadas em diferentes ambientes conforme alguns parâmetros ecológicos, tais como, riqueza, diversidade e similaridade na distribuição de abundância das espécies encontradas (MAJER, 1983; PEREIRA et al., 2007). Esses insetos além de responderem rapidamente às alterações ambientais e serem comuns o ano inteiro apresentam ampla distribuição e abundância local, alta riqueza de espécies e são facilmente amostradas, uma vez que, apresentam colônias fixas (KREMEN, 1992; BROWN 1997a, 1997b; ALONSO; AGOSTI, 2000). Adicionalmente, na maioria das espécies de formigas, o forrageamento e o estabelecimento da colônia é restrito a um determinado tipo de microhabitat, logo, o conjunto dessas espécies é uma mistura de características individuais influenciadas principalmente pelas variações na temperatura, umidade e disponibilidade de recurso

de um determinado ambiente (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; ARMBRECHT et al., 2004).

Dessa forma, devido à falta de trabalhos sobre os efeitos da perda de habitats na biota de áreas urbanas, (LÓPEZ-MORENO; DIAZ-BETANCOURT, 1995; BLAIR, 1996; MCINTYRE, 2000) o objetivo deste estudo foi avaliar por meio de parâmetros ecológicos (diversidade, dominância, riqueza e similaridade de espécies), além da composição taxonômica, os efeitos da fragmentação florestal sobre a mirmecofauna de um fragmento urbano de Mata Atlântica na cidade de Marília, SP, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O remanescente florestal estudado é uma área verde cercada por uma matriz urbana localizada na zona oeste da cidade de Marília, SP (22°12'S ; 49°56'O) e denominada de Bosque Municipal Rangel Pietraróia (Figura 1).

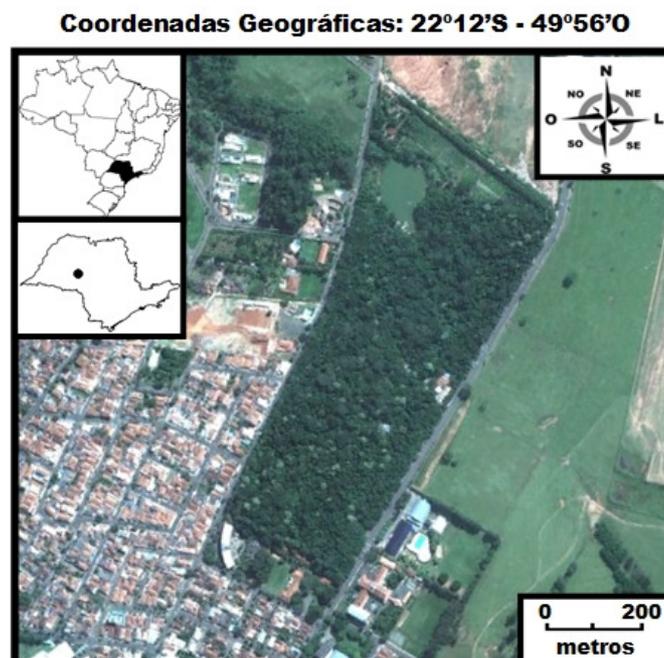


Figura 1. Vista aérea do Bosque Municipal Rangel Pietraróia localizado na cidade de Marília, SP, Brasil. (GOOGLE EARTH, 2010)

O fragmento foi isolado há mais de 60 anos e tem uma área de aproximadamente 20,5 ha de Floresta Atlântica Estacional Semidecidual. O local está inserido em uma topografia levemente ondulada, o ponto mais alto tem 645 m e o solo é do tipo latossolo vermelho álico (CARVALHO JR, 2004). O clima da região é subtropical cfb de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura

média anual de 20°C e pluviosidade média anual de 1.301 mm (ROLIM; SENTELHAS, 1999). A comunidade vegetal da área é semelhante às reservas nativas da região com áreas fechadas por árvores de copas altas e bem densas ao lado de clareiras em formação e em fase de recuperação. Apesar de ser uma mata urbana, sujeita à ação antrópica, ela ainda mantém alta diversidade

florística natural composta principalmente por espécies das famílias Myrtaceae, Caesalpinaceae e Mimosaceae (MELO, 2006). No interior do bosque, utilizado como área de lazer, encontram-se trilhas e construções indicando a interferência antrópica no local.

Ambientes estudados

O fragmento foi dividido em três ambientes em relação à distância da borda: 2 metros (Borda), 30 metros (Transição) e 90 metros (Interior). Os três ambientes estudados são considerados pseudoréplicas espaciais por estarem situados no mesmo fragmento. Entretanto, este estudo avalia a perspectiva da composição e distribuição da mirmecofauna ao longo do fragmento.

Coletas

Foram realizadas nove coletas quinzenais sendo cinco delas através de armadilhas de queda “*pitfalls*” e quatro de isca atrativa, entre os meses de novembro de 2007 e fevereiro de 2008. Em cada um dos três ambientes foram estabelecidos 36 pontos de coletas distantes 10m um do outro. Nos ambientes de Borda e Transição foram feitos nove pontos de coleta em linha reta em cada lateral do fragmento. No Interior do fragmento as armadilhas foram distribuídas em um “*grid*” de seis linhas cada uma contendo seis armadilhas, também totalizando 36 armadilhas distantes 10m uma da outra. Neste ambiente os pontos de coleta não estão equidistantes em direção a borda, entretanto, foi considerado como ambiente de Interior todos os pontos com distancia mínima de 90 m da borda do fragmento.. As armadilhas foram confeccionadas a partir de garrafas “PET”, com 16 cm de altura e 9,5 cm de diâmetro e preenchidas com 200mL de uma solução aquosa de formalina a 3% para a conservação do material. Os “*pitfalls*” foram enterrados de forma que somente a borda ficasse em contato com a serapilheira ficando abertos no campo durante 48h. Para aumentar o esforço de coleta também foram usadas iscas de mel com sardinha em óleo comestível. A amostragem com iscas seguiu a mesma distribuição dos pontos dos *pitfalls*. Em cada um dos 36 pontos de coleta por ambiente foi colocado aproximadamente 5g de isca sob uma placa de plástico (10 x 10 cm) e deixada por 1h no campo. Após esse período, as formigas capturadas foram armazenadas e etiquetadas. Todos os indivíduos coletados foram separados de acordo com o ambiente onde foram coletados (Borda, Transição, Interior) independentemente do método de coleta (“*pitfall*” ou isca). As formigas coletadas foram montadas em via seca e identificadas por

meio de comparações feitas com a coleção disponível na Unidade Laboratorial de Referência em Pragas Urbanas do Instituto Biológico (São Paulo, SP) com auxílio da chave de BOLTON (1994).

Análise dos dados

Foram aplicados os índices de diversidade e dominância de Simpson utilizando a abundância relativa das espécies em cada ambientes através do software DivEs –Diversidade de espécies v 2.0 (RODRIGUES, 2005). Para avaliar a similaridade da composição das espécies de formiga entre os três ambientes estudados, foi utilizado o índice de similaridade qualitativo de Jaccard com auxílio do software BioDap (THOMAS & CLAY, 2008). Este índice considera dentro da diversidade local o número de espécies comuns entre duas áreas e o número de espécies exclusivas de cada área (ZAR, 1999).

RESULTADOS

No total, foram capturados 3.873 indivíduos, distribuídos em 5 subfamílias, 19 gêneros e 33 espécies (Tabela 1). A subfamília Myrmicinae apresentou o maior número de táxons. Cinco espécies foram comuns nos três ambientes estudados: *Ectatomma* sp1 (187), *Mycocepurus goeldii* (154), *Paratrechina longicornis* (157), *Pheidole* sp2 (230), *Trachymyrmex* sp1 (234), *Wasmannia auropunctata* (447), esta última a mais abundante no fragmento. A subfamília com maior riqueza e abundância foi Myrmicinae, com 16 espécies e 2.421 indivíduos (62,5% do total de indivíduos coletados).

A Borda apresentou a menor abundância (1.104) e riqueza (S= 14) de formigas. O ambiente de Transição apresentou uma abundância de 1.316 indivíduos e maior riqueza entre os ambientes estudados (S= 24). Por fim, o Interior do fragmento apresentou maior abundância de indivíduos (1.453) e uma riqueza de 18 espécies de formigas (Tabela 1).

No ambiente de Borda, *Pheidole* sp2 e *W. auropunctata* foram as espécies mais abundantes, (156 e 253 indivíduos respectivamente) e *Solenopsis* sp1 (104) e *Solenopsis* sp2 (46) foram observadas apenas nesse local. No ambiente de Transição *Acromyrmex* sp1 e *Crematogaster* sp1 foram as mais coletadas (151 e 207 indivíduos respectivamente) e as espécies *Brachymyrmex* sp1 (72), *Camponotus* sp1 (88), *Crematogaster* sp1 (207), *Cyphomyrmex* sp1 (56), e *Myrmelachista* sp1 (64) foram observadas somente nesta área. No

Interior do fragmento os gêneros mais representativos foram *Brachymyrmex* sp2 e *Pheidole* sp1 com 176 e com 134 indivíduos respectivamente. Nesse ambiente foi encontrado o maior número de espécies exclusivas, um total de

oito e representadas por: *Brachymyrmex* sp2, *Camponotus atriceps*, *Camponotus renggeri*, *Ectatomma* sp3, *Pheidole* sp4, *Pheidole* sp5, *Pseudomyrmex* sp1, *Strumigenys* sp1 (Tabela 1).

Tabela 1. Abundância de formigas coletadas em três ambientes ao longo de um fragmento de Floresta Atlântica Estacional Semidecidual localizado na cidade de Marília, SP, Brasil entre os meses de novembro de 2007 e fevereiro de 2008.

Família Formicidae	Borda	Transição	Centro
SUBFAMÍLIA DOLICHODERINAE			
Tribo Dolichoderini			
<i>Dolichoderus</i> sp1		68	44
SUBFAMÍLIA FORMICINAE			
Tribo Brachymyrmecini			
<i>Brachymyrmex</i> sp1		72	
<i>Brachymyrmex</i> sp2			176
Tribo Camponotini			
<i>Camponotus</i> sp1		88	
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858)			24
<i>Camponotus crassus</i> (Mayr, 1862)	60		76
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894			12
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	24		68
Tribo Lasini			
<i>Paratrechina</i> sp1	32		12
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	68	44	45
Tribo Myrmelachistini			
<i>Myrmelachista</i> sp1		64	
SUBFAMÍLIA MYRMICINAE			
Tribo Attini			
<i>Acromyrmex</i> sp1		151	24
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> Forel, 1908		57	116
<i>Cyphomyrmex</i> sp1		56	
<i>Mycocepurus goeldii</i> Forel, 1893	34	29	91
<i>Trachymyrmex</i> sp1	40	124	70
Tribo Blepharidattini			
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	253	111	83
Tribo Crematogastrini			
<i>Crematogaster</i> sp1		207	

Tribo Dacetonini			
<i>Strumigenys</i> sp1			67
Tribo Pheidolini			
<i>Pheidole</i> sp1		71	134
<i>Pheidole</i> sp2	156	29	45
<i>Pheidole</i> sp3	89		32
<i>Pheidole</i> sp4			37
<i>Pheidole</i> sp5			43
<i>Pheidole triconstricta</i> (Forel 1886)	75	47	
Tribo Solenopsidini			
<i>Solenopsis</i> sp1	104		
<i>Solenopsis</i> sp2	46		
SUBFAMÍLIA PONERINAE			
Tribo Ectatommini			
<i>Ectatomma</i> sp1	86	27	74
<i>Ectatomma</i> sp2	37		
<i>Ectatomma</i> sp3			78
Tribo Ponerini			
<i>Odontomachus</i> sp1		17	57
<i>Pachycondyla</i> sp1		54	31
SUBFAMÍLIA PSEUDOMYRMICINAE			
Tribo Pseudomyrmecini			
<i>Pseudomyrmex</i> sp1			14
Riqueza total	14	24	18
Abundância total	1104	1316	1453

Utilizando os índices de diversidade e dominância de Simpson, a Borda do fragmento apresentou a menor diversidade ($D= 0,888$) e a maior dominância de espécies ($I= 0,111$) e a área de Transição uma baixa diversidade ($D= 0,921$) e alta dominância ($I= 0,078$). Adicionalmente, o Interior do fragmento apresentou maior diversidade de formigas ($D= 0,941$) e menor dominância ($I= 0,059$).

Não houve grande diferença nas similaridades entre os ambientes. Entretanto, a maior entre elas quanto a fauna de formigas foi observada entre a área de Transição e o Interior do fragmento ($I_s=0,400$) e, a menor, entre a Borda e a área de Transição ($I_s=0,280$). Ao comparar a

mirmecofauna observada no Interior do fragmento e na Borda um valor intermediário do Índice de Sorensen foi observado entre elas ($I_s=0,357$).

DISCUSSÃO

Neste trabalho foram verificadas diferenças na diversidade e na dominância da mirmecofauna nos ambientes com diferentes distâncias em relação a borda do fragmento florestal, entretanto, não houve grande diferença nas similaridades entre os ambientes. Poucos estudos, na prática, utilizam invertebrados no monitoramento ambiental devido ao baixo apelo que estes animais possuem junto ao público e às agências financiadoras (ANDERSEN et

al., 2002, 2004). Entretanto, a presença e a abundância de algumas espécies de formigas podem indicar se um local possui algum grau de perturbação ambiental em relação ao ambiente natural (KING et al., 1998).

A diferença na diversidade e dominância da mirmecofauna dos ambientes possivelmente se deve ao fato de que algumas espécies aumentam sua abundância em ambientes alterados (WEBB, 1989). Essas espécies denominadas generalistas são espécies adaptadas a explorar diversos tipos de ambientes e recursos (DIDHAM, 1997). Adicionalmente, embora pareça ter ocorrido uma maior riqueza na área de transição, o índice de similaridade de Jaccard não indicou diferenças significativas entre as áreas. Isto possivelmente se deve ao fato do tamanho do fragmento não ser grande o suficiente para suportar a comunidade de formigas do local. O isolamento dos fragmentos urbanos limita a chegada de formigas de outras áreas, aumentando o risco de extinção de espécies representadas por poucas colônias (WRIGHT; HUBBELL, 1983). Dessa forma, o isolamento inibe o efeito resgate que poderia evitar essas extinções (BROWN; KODRIK-BROWN, 1977; CIELO-FILHO; SANTIN, 2002) e a competição com espécies introduzidas, podendo levar à extinção de espécies nativas e diminuindo as interações mutualísticas que poderiam favorecer um aumento da biodiversidade (JANZEN, 1983; DÁTILLO et al., 2009). 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.

Segundo DELABIE (1999), as comunidades de formigas são altamente instáveis e submetidas constantemente a uma pressão de colonização dos habitats que ocupam pela substituição de suas populações por espécies oportunistas. Algumas espécies podem dominar ambientes sendo altamente competitivas e eliminando espécies nativas, como é o caso da formiga invasora *Wasmannia auropunctata*, a espécie mais abundante nos três ambientes estudados, devido o seu comportamento especialista em áreas perturbadas (BRETON et al., 2003; O'DOWD et al., 2003).

Provavelmente, devido a alta competição das espécies invasoras com as espécies nativas, no ambiente de borda foi encontrada uma menor diversidade de espécies e uma alta dominância, com uma grande representatividade da espécie invasora *Paratrechina longicornis*, que no Brasil é

considerada exótica e relatada como praga importante em ambientes urbanos (FOWLER et al., 1993; DELABIE et al., 1995; ZARZUELA et al., 2002). O gênero *Paratrechina* ocorre com grande distribuição geográfica em ambientes perturbados, principalmente por aqueles caracterizados por alterações antrópicas, pois apresentam uma ampla flexibilidade de resposta a diversos fatores ambientais (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Algumas espécies de formigas aumentam sua riqueza específica em áreas abertas e perturbadas, como o caso de *C. rufipes* e *C. crassus*, além de algumas espécies de *Pheidole*, muito abundantes nesse estudo (ANDERSEN, 2000; BROWN JR., 2000; WARD, 2000). Outra hipótese que também pode ser sugerida para *Camponotus* e *Pheidole* é a forma como essas formigas exploram o ambiente, ambas são em sua maioria onívoras, oportunistas e forrageiam ativamente a procura de alimento, inibindo assim, o forrageamento de outras espécies (SILVESTRE; SILVA, 2001). As formigas cortadeiras do gênero *Atta* e *Acromyrmex* também elevam suas populações em áreas de borda ou pequenos fragmentos (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990) Nesse tipo de ambiente onde as plantas pioneiras alocam mais recursos em crescimento do que em defesa química, são atraídos herbívoros mais generalistas, como no caso das formigas cortadeiras (FARJI-BRENER, 2001; BARBOSA et al., 2005). Outro fator que poderia estar favorecendo o aumento na população de formigas cortadeiras no fragmento estudado é a falta de predadores e parasitóides (RAO, 2000).

Apesar de o local apresentar uma estrutura arbórea e semelhante a de outros fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (MELO, 2006), este estudo sugere que além do isolamento do fragmento, as constantes perturbações antrópicas no Bosque Municipal Rangel Pietraróia podem estar influenciando negativamente a mirmecofauna local, uma vez que a comunidade estudada é predominantemente caracterizada por espécies comuns de ambientes perturbados e abertos (PASSERA, 1994; KING et al., 1998). 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).

Por se tratar de uma área verde, urbana e sujeita a ação antrópica é importante a realização de estudos *a posteriori* com outros grupos de artrópodes sensíveis as alterações ambientais, como algumas famílias de besouros (OLIVER; BEATTIE, 1996) a fim de acompanhar suas populações visando

a conservação desse importante remanescente florestal da cidade de Marília, SP.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente de Marília/SP pela autorização para a realização do estudo, além dos funcionários do Bosque Municipal Rangel

Pietraróia pelo apoio indispensável nas coletas. Os autores agradecem ainda a Israel dos Santos (UENF-RJ), William Rodrigues (ISTE-FAETEC / USS-RJ), Tainá Rodrigues e Miquéias Ferrão (UFMT-MT), além de João Mota Souza (UNIMONTES-MG) pelas valiosas sugestões e críticas na primeira versão desse manuscrito. O primeiro e último autor agradecem a CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado.

ABSTRACT: The aim of this study was to verify the influence of the habitat fragmentation on the Ant Fauna in an urban fragment of Semideciduous Seasonal Atlantic Forest located in the municipality of Marília, São Paulo, Brazil. The studied fragment was divided into three environments in relation to edge: "Edge" (2m), "Transition" (30m) and "Interior" (90m). By using pitfalls traps and attractive baits there were done nine samples between November 2007 and February 2008. There were collected 3.873 individuals distributed into five subfamilies, 19 genera and 33 species. Five species were abundant on three studied environments: *Ectatomma* sp1, *Mycocepurus goeldii*, *Paratrechina* sp1, *Pheidole* sp2, *Trachymyrmex* sp1, *Wasmannia auropunctata*. The edge and transition environments presented the lower Simpsons diversity index and higher species dominance. However, it was observed little variation between these parameters between environments. Faunistic similarity between environments, expressed by Jaccard's similarity index showed high similarity between all studied environments. Because the studied site is an urban fragment, the similarity found between these areas can be related to habitat fragmentation process, an historical of constant anthropic perturbation and low local colonization rates. However, we suggest that a *posteriori* evaluation should be done with other arthropods groups like spiders and beetles in due to understand the changes that occur in urban fragments and support the choice of conservation and management actions in favor of this important forest remnant localized in urban area of Marília, São Paulo, Brazil.

KEYWORDS: Bioindicators. Ants. Urban Fragmentation. Atlantic Forest. São Paulo.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, L. E. Ants as indicators of diversity. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (Ed.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2000, p. 80-88.
- ANDERSEN, A. N. Insight using ants as bioindicators: multiscale issues in ant community ecology. **Conserv. Ecol.**, Waterloo, v. 1, n. 1, p. 8-17, 1997.
- ANDERSEN, A. N. A Global Ecology of Rainforest Ants: Funcional Groups in Relation to Environmental Stress and Disturbance. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (Ed.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, 2000. p. 25-34.
- ANDERSEN, A. N.; HOFFMAN, B. D.; MÜLLER, W. J.; GRIFFITHS, A. D. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. **J. Appl. Ecol.**, London, v. 39, p. 8-17, 2002.
- 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. **Aust. Ecol.**, Carlton, v. 29, n. 1, p. 87-92, 2004.
- ARMBRECHT, I.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Enigmatic biodiversity correlations: ant diversity responds to diverse resources. **Science**, New York, v. 304, p. 284-286, 2004.
- BARBOSA, V. S.; LEAL, I.R.; IANNUZZI, L.; ALMEIDA-CORTEZ, J. Distribution pattern of herbivorous insects in a remnant of Brazilian Atlantic forest. **Neot. Entomol.**, Londrina, v. 34, p. 1-11, 2005.

- BIERREGAARD, R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioSciences**, Washington, v. 42, p. 859-866, 1992.
- BLAIR, R. B. Land use and avian species diversity along in urban gradient. **Ecol. Appl.**, Washington, v. 6, p. 506-519, 1996.
- BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. Cambridge: Harvard University. 1994. 222p.
- BRETON, J. L.; CHAZEAU, J.; JOURDAN, H. Immediate impacts of invasion by *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rainforest. **Aust. Ecol.**, Carlton, v. 28, p. 204-209, 2003.
- BROWN, K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **J. of Insect Cons.**, Dordrech, 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.
- BROWN JR., W. L. Diversity of Ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (Ed.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2000, p. 45-79.
- BRUNA, E. M.; FISKE, I. J.; TRAGER, M. Evaluating the effect of habitat fragmentation on plant populations: is what we know demographically irrelevant? **J. Veg. Sci.**, Malden, v. 20, p. 569-576, 2009.
- CARVALHO JR, A. **Bosque Municipal “Rangel Pietraróia”: um estudo de caso**. 2004. 99p. Monografia (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Centro Universitário de Lins, Lins, 2004.
- CIELO-FILHO, R.; SANTIN, D. Estudo florístico e fitossociológico de um fragmento florestal urbano - Bosque dos Alemães, Campinas. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 291-301, 2002.
- CROOKS, K.; SOULÉ, M. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. **Nature**, London, v. 400, n. 6744, p. 563-566, 1999.
- DÁTILLO, W.; MARQUES, E. C.; FALCÃO, J. C. F.; MOREIRA, D. D. O. Interações mutualísticas entre formigas e plantas. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 2, n. 2, p. 32-36, 2009.
- DELABIE, J. H.C.; NASCIMENTO, I. C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A. B. Community structure of houseinfesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil. **Flor. Entom.**, Gainesville, v. 78, n. 2, p. 264-270, 1995.
- DELABIE, J. H. C. 1999. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae): métodos de estudos e estudos de casos na Mata Atlântica. In: **Resumos do XII Encontro de Zoologia do Nordeste**. Feira de Santana: UEFS/SNZ, 1999. p. 58-68.
- DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I. C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, L.; SCHULTZ, T. (Ed.). **Sampling ground-dwelling ants: case studies from the worlds rain forests**. Washington, Smithsonian Institution Press, 2000. p. 1-17.
- 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.

- FARJI-BRENER A. G. Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests? An evaluation of the palatable forage hypothesis. **Oikos**, Lund, v. 92, p. 169-177, 2001.
- FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C.; VASCONCELOS, H. L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Editora Manole & CNPq, 1991. p. 131-223.
- FOWLER, H. G.; BUENO, O. C.; SADATSUNE, T.; MONTELLI, A. C. Ants as potencial vectors of pathogens in hospitals in the state of Sao Paulo, Brazil. **Insect Sci. Appl.**, Cambridge, v. 14, n. 3, p. 367-370, 1993.
- GOOGLE EARTH. **Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO. DMapas. Europa Technologies. Tele Atlas**. Disponível em: <http://earth.google.com/intl/pt/> Acesso em: outubro de 2010.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. The ants. 1. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 733 p.
- JANZEN, D.H. No parks is an island: increasing interference from outside as park size decreases. **Oikos**, Lund, v. 41, p. 402-410, 1983.
- KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **J. Trop. Ecol.**, Winchelsea, v. 5, p. 173-185, 1989.
- KING, J. R., ANDERSEN, A. N.; CUTTER, A. D. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. **Biodivers. Conserv.**, London, v. 7, p. 1627-1638, 1998.
- KREMEN, C. Assessing the Indicator Properties of Species Assemblages for Natural Areas Monitoring. **Ecol. Appl.**, Washington, 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. **Cons. Biol.**, New York, v. 16, p. 605-618, 2002.
- LÓPEZ-MORENO, I. R.; DIAZ-BETANCOURT, M. E. El estudio de la biodiversidad en ecosistemas urbanos. **Arbor**, Madrid, v. 596, p. 63-86, 1995
- MAJER, J. D. Ants: bioindicators of Minesite Rehabilitation, land use, and land conservation. **Envir. Manag.**, New York, v. 7, p. 375-383, 1983.
- MAJER, J. D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. **J. Trop. Ecol.**, Winchelsea, v. 12, p. 257-273, 1996.
- MELO, A. G. C. **Levantamento fitossociológico de um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de Marília/SP**. 2006. 76p. Monografia (Bachelarelado em Engenharia Florestal) - Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Garça, 2006.
- MCINTYRE, N. E. Ecology of urban arthropods: a review and a call to action. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 93, p. 825-835, 2000.
- MCINTYRE, N. E.; RANGS, J.; FAGAN, W. F.; FAETH, S. H. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. **Land. Urb. Plan.**, Texas, v. 52, n. 4, p. 257-274, 2001.
- MIRANDA, M.; ANDRADE, V. B.; MARQUES, G. D. V.; MOREIRA, V. S. S. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) em fragmento urbano de Mata Mesófila Semidecídua. **Rev. Bras. de Zooc.**, Juiz de Fora, v. 8, p. 49-54, 2006.

- 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. **Iher. Ser. Zool.**, Porto Alegre, v. 97, n. 3, p. 246-252, 2007.
- MURCIA, C. Edges effects in fragmented forest: implications for conservation. **Trend. Ecol. Evol.**, Cambridge, v. 10, p. 58-62, 1995.
- 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 availabiltiy. **Environ. Rev.**, Seattle, v. 3, p. 191-211, 1995.
- OLIVER, I.; BEATTIE, A. J. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. **Ecol. Appl.**, Washington, v. 6, n. 2, p. 594-607, 1996.
- O'DOWD, D. J.; DENNIS J.; GREEN, P. T.; LAKE, P. S. Invasional 'meltdown' on an oceanic island. **Ecol. Lett.**, Malden, v. 6, p. 812-817, 2003.
- PASSERA, L. Characteristics of tramp species. In: WILLIAMS, D.F. (Ed.). **Exotic ants: biology, impact and control of introduced species**. Boulder, Westview, 1994, p. 23-43.
- PEREIRA, M. P. D.; QUEIROZ, J. M.; VALCARCEL, R.; MAYHE-NUNES, A. J. Ant fauna as a tool for the monitoring of a rehabilitated sand mine at Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. **Ciênc. Flor.**, Seropédica, v. 17, p. 197-204, 2007.
- RAO, M. Variation in leaf-cutter ant (*Atta* sp.) densities in forest isolates: the potential role of predation. **J. Trop. Ecol.**, Winchelsea, v. 16, p. 209-225, 2000.
- RODRIGUES, J. J. S.; BROWN JR., K. S.; RUSZCZYK, A. Resources and conservation of neotropical butterflies in an urban forest fragments. **Biol. Cons.** Liverpool, v. 64, p. 3-9, 1993.
- RODRIGUES, W. C. **DivEs - Diversidade de Espécies v2.0**. (2005). Disponível em: <http://www.ebras.bio.br/dives> Acesso em: abril de 2008.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. **Balanço hídrico normal por Thornthwaite & Mather (1955) v. 5.0**. In: Departamento de Física e Meteorologia ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1999.
- SILVA, R. R.; SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Pap. Avul. Zool**, São Paulo, v. 44, p. 1-11, 2004.
- 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**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 37-69, 2001.
- SUAREZ, A.; BOLGER, D.; CASE, T. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. **Ecology**, Washington, v. 79, n. 6, p. 2041-2056, 1998.
- THOMAS, G.; CLAY, D. **Biodap – Ecological Diversisy and Its Mesuarement**. Disponível em: <http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/populations/bio-dap.zip> Acesso em: abril de 2008.
- ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**, 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, New Jersey, 1999. 663 p.
- ZARZUELA, M. F. M.; RIBEIRO, M. C. C.; CAMPOS-FARINHA, A E. C. Distribuição de formigas urbanas em um hospital da região sudeste do Brasil. **Arquiv. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 85-87, 2002.

WARD, P. S. Brood-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (Ed.). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Biological Diversity**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2000. p. 99-121.

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

WRIGHT, S. J.; HUBBELL, S. P. Stochastic extinction and reserve size: a focal species approach. **Oikos**, Lund, v. 41, p. 466-476, 1983.