

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Efeitos de Fatores Ambientais sobre a Mirmecofauna em Comunidade de Restinga no Rio de Janeiro, RJ

ANDRÉ B. VARGAS¹, ANTÔNIO J. MAYHÉ-NUNES², JARBAS M. QUEIROZ³, GUILHERME O. SOUZA¹ E ELAINE F. RAMOS¹

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal; ²Depto. Biologia Animal; ³Depto. Ciências Ambientais. Univ. Federal Rural do Rio de Janeiro, C. postal 74.514, 23890-971, Seropédica, RJ, jarbas@ufrj.br

Neotropical Entomology 36(1):028-037 (2007)

Effects of Environmental Factors on the Ant Fauna of Restinga Community in Rio de Janeiro, Brazil

ABSTRACT - The effects of environmental factors on the richness, diversity and abundance of ants were studied in the Restinga da Marambaia, south coast of Rio de Janeiro State, Brazil. The samples were taken using pitfall traps in August/2004 (winter) and March/2005 (summer) in three different vegetation types: (1) herbaceous ridge palmoid (homogeneous habitat); (2) shrub dune thicket and (3) ridge forest (heterogeneous habitats). At each habitat a range of environmental attributes was recorded: soil temperature and humidity, percentage of soil covering by litter and litter depth. Ninety-two ant species belonging to 36 genera and eight subfamilies were recorded. Density of ant species and abundance varied significantly between habitats and seasons; ant diversity varied only between habitats. Homogeneous habitat had lower ant species density, abundance and diversity than heterogeneous habitats. The two first variables were positively correlated with litter depth and both were higher in summer than in winter samples. There were more species of Ponerinae and Ectatomminae in heterogeneous than in the homogeneous habitat, whereas the Formicinae species were more abundant in the later.

KEY WORDS: Formicidae, ground-dwelling ant, Neotropical fauna, plant physiognomy

RESUMO - A influência de fatores ambientais sobre a diversidade, riqueza e abundância de formigas em comunidade de restinga foi avaliada na Marambaia, litoral sul do estado do Rio de Janeiro. As amostras foram tomadas em agosto de 2004 (inverno) e março de 2005 (verão) em três fisionomias vegetais: (1) vegetação herbácea fechada de cordão arenoso (habitat homogêneo), (2) arbustiva fechada de cordão arenoso e (3) floresta de cordão arenoso (habitats heterogêneos). Em cada formação foram medidos os seguintes atributos ambientais: temperatura e umidade do solo, cobertura do solo por serapilheira e profundidade da serapilheira. Noventa e duas espécies distribuídas em 36 gêneros e oito subfamílias foram coletadas. A densidade de espécies e a abundância variaram significativamente com a fisionomia e época de coleta; a diversidade apenas com a fisionomia. O habitat homogêneo teve menor densidade de espécies, abundância e diversidade do que os habitats heterogêneos. As duas primeiras variáveis foram positivamente correlacionadas com a profundidade da serapilheira e ambas foram maiores na amostragem de verão do que na de inverno. Houve mais espécies de Ponerinae e Ectatomminae nos ambientes mais heterogêneos, enquanto que Formicinae foi mais abundante no ambiente homogêneo.

PALAVRAS-CHAVE: Formicidae, fauna edáfica, Marambaia, fisionomia vegetal

A “hipótese da heterogeneidade ambiental” prevê que a riqueza e a diversidade de espécies devem aumentar em ambientes mais complexos, pois, nesses, a oferta de nichos para as espécies é maior (Pianka 1994). A complexidade do ambiente depende do arranjo de suas estruturas físicas (Lassau & Hochuli 2004), sendo que, na maioria dos ecossistemas terrestres, essa estrutura é influenciada, principalmente, pela riqueza e composição da comunidade de plantas (Tews *et al.* 2004). Por outro lado, há uma conexão importante entre a diversidade de espécies e os processos

ecológicos nos ecossistemas. Um exemplo disso é a rapidez com que os nutrientes são reciclados nas florestas tropicais, em parte creditada às atividades de numerosas espécies de decompositores – fungos, bactérias, cupins, formigas, minhocas e outros (Gonzalez & Seastedt 2000). Devido às suas características biológicas e ecológicas as formigas exercem papel importante na maioria dos ecossistemas terrestres (Hölldobler & Wilson 1990), tornando-se relevante o estudo dos fatores responsáveis pelas variações na distribuição e abundância das espécies.

No Brasil, o domínio da Mata Atlântica é representado por vários ecossistemas ocorrendo em uma ampla faixa de latitude e altitude. Entre esses, os ecossistemas de restinga englobam o conjunto de comunidades que ocorrem sobre depósitos arenosos ao longo da costa brasileira (Cerqueira 2000). Variações no nível do lençol freático, proximidade com o oceano e a topografia do terreno estão entre os responsáveis pela existência de um conjunto variado de formações vegetais em áreas de restinga (Menezes & Araújo 2005). Ao invés de homogêneas, as restingas estão representadas por um mosaico de comunidades com diferentes níveis de complexidade ambiental (Araújo *et al.* 2004, Menezes & Araújo 2005), fazendo destas um experimento natural para avaliar os efeitos da heterogeneidade ambiental sobre comunidade de animais.

Durante algum tempo acreditou-se que variações sazonais em ambientes tropicais eram pouco relevantes comparadas com os ambientes temperados. No entanto Wolda (1978), para insetos, e Levings (1983), especificamente para formigas, demonstraram a importância dessas flutuações para a dinâmica das populações e estrutura das comunidades tropicais. Por outro lado, a resposta de formigas a diferentes fisionomias vegetais, com graus variados de complexidade ambiental, também tem sido abordada por vários autores. Leal (2003) encontrou correlação positiva entre a diversidade de formigas e a riqueza e densidade de plantas em áreas de caatinga. Lassau & Hochuli (2004) encontraram correlação negativa entre a riqueza de formigas e a complexidade do ambiente em florestas da Austrália. Nakamura *et al.* (2003) demonstraram que, entre um grande conjunto de variáveis ambientais, a profundidade da serapilheira foi a que mais influenciou a riqueza de formigas em experimentos de restauração florestal.

As restingas suportam uma fauna diversa, mas ainda pouco conhecida, de insetos (Rocha *et al.* 2004). Estudos anteriores sobre a riqueza de formigas nesses ecossistemas (Luederwaldt 1926, Kempf 1978, Gonçalves & Mayhé-Nunes 1984, Bonnet & Lopes 1993) proporcionaram um panorama geral, mas ainda incompleto. Informações detalhadas sobre a influência de diferentes fisionomias vegetais de restinga sobre a distribuição e abundância das espécies não foram encontradas. Lopes *et al.* (2005), trabalhando com coleópteros, encontraram valores de riqueza de espécies similares entre diferentes fisionomias de restinga na Ilha do Guriri, Espírito Santo. Por outro lado, a diversidade de espécies foi maior nos ambientes mais complexos. Desta forma, justifica-se um estudo sobre os fatores ambientais que afetam as comunidades de formigas em formações de restinga. As formigas, por exemplo, são organismos importantes na biologia de frutos e sementes em comunidades de restinga (Passos & Oliveira 2003). As características dessas formações, principalmente o solo pobre e arenoso, aliadas a sua localização, ao longo da costa brasileira, tornam as restingas ambientes muito ameaçados de degradação (Esteves & Lacerda 2000).

Material e Métodos

As amostragens foram realizadas em duas expedições de coleta, uma no inverno (agosto de 2004) e outra no verão (março de 2005), em três fisionomias vegetais na Restinga

da Marambaia. O local situa-se no litoral sul do estado do Rio de Janeiro (23°03' S 44°03' W), ocupando parte dos municípios do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba, com aproximadamente 49,4 km² ao longo de cerca de 40 km de costa. Os pontos de coleta estão no interior do Campo de Provas da Marambaia, do Exército Brasileiro, situado no município do Rio de Janeiro. O clima da Restinga da Marambaia foi enquadrado por Matos (2005), com base na classificação de Köpen, como macroclima tropical chuvoso – Aw. A temperatura média anual atinge 23,6°C, sendo o mês de fevereiro o mais quente e julho o mais frio. As chuvas são mais abundantes no verão e escassas no inverno. O mês de agosto é o mais seco e março o mais úmido.

Procedimentos de coleta. Em cada uma das fisionomias descritas abaixo foram marcadas três parcelas com 1.200 m² (40 X 30 m), distantes uma das outras por 100 m a 200 m. As parcelas da Fisionomia 1 (FN.1) distaram cerca de 500 m da Fisionomia 2 (FN.2) e as parcelas de ambas para as da Fisionomia 3 (FN.3) por cerca de 1.000 m. Em cada parcela foram instaladas 20 armadilhas de solo do tipo “Pitfall”, distantes 10 m uma da outra, que permaneceram por 48h no campo. As armadilhas eram feitas de garrafas PET de dois litros, com 32,5 cm de diâmetro, cortadas ao meio e contendo 100 ml de formalina a 3% como líquido fixador. No laboratório, as amostras foram transferidas para vidros com álcool 70%, como líquido conservante.

Exemplares de cada espécie de formiga foram montados em via seca e depositados na Coleção Entomológica “Costa Lima” (CECL) do Instituto de Biologia da UFRRJ. Os gêneros foram identificados com base na chave de Bolton (1994) e as subfamílias de acordo com a proposta de Bolton (2003). As identificações ao nível de espécie foram realizadas, quando possível, com o auxílio de chaves contidas em revisões taxonômicas e por meio de comparações com exemplares identificados da CECL e da coleção do Museu de Zoologia da USP (MZSP).

Fatores ambientais

Fisionomia 1 (FN 1): A vegetação apresenta-se bem homogênea, com altura não superior a 1,5 m, sendo a primeira comunidade que se forma após a praia com o predomínio de Allagoptera arenaria (Gomes) O. Kuntze (Arecaceae). Menezes & Araújo (2005) atribuíram a essa fisionomia o nome de formação herbácea fechada de cordão arenoso. Nela, foram identificadas 64 espécies de plantas vasculares.

Fisionomia 2 (FN. 2): A vegetação se mostra bastante heterogênea e fechada, denominada por Menezes & Araújo (2005) como formação arbustiva fechada de cordão arenoso, também conhecida como “*thicket* fechado de Myrtaceae”. Sua altura varia entre 3 m e 5 m, formando uma fisionomia limitada a uma faixa entre as dunas mais internas e a formação herbácea fechada de cordão arenoso. Possui riqueza intermediária de plantas (162 espécies).

Fisionomia 3 (FN. 3): A vegetação também se mostra heterogênea, mas bem mais alta que a anterior, com cerca de 20 m a 25 m de altura, sendo denominada por Menezes & Araújo (2005) como floresta de cordão arenoso. Outra diferença é a alta densidade de bromélias no extrato inferior e uma maior riqueza de plantas (296 espécies).

Relacionadas a cada fisionomia, foram analisadas as seguintes variáveis: A) Profundidade da serapilheira – medida ao lado de cada armadilha com o auxílio de uma régua; B) Temperatura e umidade do solo – medidas com o auxílio de um aparelho Termohigrômetro digital, “Termo Meter”, sendo o sensor colocado na superfície do solo; C) Taxa de cobertura do solo por serapilheira – medida com o auxílio de um quadrado de madeira, com 50 cm de lado, dividido em 25 quadrados menores de 10 cm de lado. Foram tomadas quatro medidas ao redor de cada armadilha, de maneira aleatória, para que juntas totalizassem 1 m². Para determinar a taxa de cobertura contou-se o total de quadrados preenchidos por serapilheira.

Análise dos dados. Para o cálculo da diversidade de espécies foi utilizado o índice de Shannon-Winner (H') (Magurran 1988). Foram realizadas análises de variância (ANOVA), tendo como variáveis dependentes a densidade de espécies, abundância e a diversidade; e como variáveis independentes as estações e fisionomias estudadas. A densidade de espécies refere-se ao número de espécies de formigas capturadas em 1200 m² com o auxílio de 20 armadilhas pitfall, a intervalos de 10 m, durante 48h. As variáveis ambientais foram submetidas a uma seleção para compor um modelo multilinear através do método de regressão múltipla “passo a passo” (Valentin 2000). Os dados sofreram transformações, quando necessário, para adequação às premissas da estatística paramétrica. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa SYSTAT® versão 8.0.

Resultados

Foram capturados 9.406 indivíduos no conjunto do experimento, sendo 3.205 na expedição realizada em agosto de 2004 e 6.201 na de março de 2005. Esse número foi distribuído em oito subfamílias, 36 gêneros e 92 espécies. Dos 36 gêneros amostrados nas três fisionomias, tanto no inverno quanto no verão, os mais ricos em espécies foram *Pheidole* e *Hypoponera*. A mirmecofauna foi mais rica em espécies na floresta de cordão arenoso (FN. 3) e vegetação arbustiva fechada de cordão arenoso (FN. 2) do que na vegetação herbácea fechada de cordão arenoso (FN. 1). A FN.1 foi pobre em espécies dos gêneros *Gnamptogenys*, *Hypoponera* e *Odontomachus* (Tabela 1). Proporcionalmente houve mais espécies e maior abundância de Ponerinae na FN. 2 e na FN. 3., enquanto que a FN.1 teve maior abundância de Formicinae. O número de subfamílias presentes nas amostras foi crescente da FN.1 para FN.3 (Fig. 1).

A densidade de espécies e a abundância de indivíduos variaram significativamente com o tipo de fisionomia e época da coleta. A diversidade variou significativamente apenas entre fisionomias. Não houve interação significativa entre fisionomia e época de coleta sobre qualquer um desses parâmetros (Tabela 2). Entre as variáveis ambientais medidas para caracterização das fisionomias e teste da relação com os parâmetros ecológicos da comunidade de formigas, a profundidade da serapilheira e a temperatura do solo variaram em função das fisionomias e época do ano; já a cobertura e a umidade do solo variaram apenas com a fisionomia. No caso da temperatura, houve também interação significativa entre fisionomia e época de coleta (Tabela 3).

Valores menores de densidade de espécies, abundância e diversidade foram obtidos nas amostras realizadas na FN. 1 e maiores na FN. 2 e FN. 3. Todavia, a densidade de espécies foi a mesma para verão e inverno na FN.1 mas foi maior no verão para as FN.2 e FN.3. Já a abundância foi sempre maior no verão, independente do tipo de fisionomia. A temperatura do solo na FN. 1 é muito mais elevada no verão do que nas FN.2 e FN. 3. No geral, as fisionomias 2 e 3 diferiram pouco para qualquer dos parâmetros, ficando as diferenças restritas às comparações com a fisionomia 1 (Tabelas 4 e 5).

As análises de regressão múltipla para os dados de inverno e verão agrupados revelaram que a densidade de espécies e a abundância de formigas dependeram, principalmente, da profundidade da serapilheira, variável que explicou, respectivamente, 73,9% e 39,6% da variação. Para a diversidade de espécies (H') a cobertura do solo por serapilheira explicou 51,8%.

Discussão

Os resultados obtidos corroboram que ambientes de restinga mais heterogêneos possuem maior riqueza, abundância e diversidade de espécies de formigas. As fisionomias de restinga escolhidas para análise da fauna de formigas representaram um gradiente de riqueza de espécies vegetais, no entanto as duas fisionomias mais complexas foram similares na maioria dos parâmetros ecológicos analisados para a mirmecofauna, exceto para a riqueza total de espécies. Nesse caso, houve uma relação positiva entre riqueza de plantas e riqueza de formigas. Além disso, houve importante variação entre as épocas de coleta, com maior abundância e densidade de espécies de formigas na época mais quente e úmida.

As espécies de formigas encontradas na fisionomia mais homogênea representaram um subconjunto da comunidade encontrada no ecossistema. O ambiente mais homogêneo, próximo à praia, caracterizado predominantemente pela palmeira *A. arenaria*, possuía uma serapilheira inexistente ou muito superficial, composta principalmente de folhas. Estiveram ausentes dessa comunidade as espécies que dependem sobremaneira da serapilheira, como várias espécies de Ponerinae e Ectatomminae. Espécies de *Hypoponera* e *Gnamptogenys* nidificam frequentemente em galhos secos (Carvalho & Vasconcelos 2002) e predam pequenos artrópodes que vivem na serapilheira (Hölldobler & Wilson 1990). Segundo Andersen (2000), as espécies de *Hypoponera* são mais abundantes e diversas em ambientes de florestas onde formam um componente importante da fauna de serapilheira em florestas tropicais úmidas. Outros exemplos são as espécies das sub-famílias Cerapachyinae e Amblyoponinae, predadores especializados de artrópodes da serapilheira (Hölldobler & Wilson (1990).

A disponibilidade de locais para nidificação é uma influência importante na produtividade e estrutura da comunidade de formigas (Andersen 2000), mas antes disso, as condições de temperatura e umidade criam um envelope de restrições para a maioria das espécies de formigas (Hölldobler & Wilson 1990). Neste estudo, assim como no de Nakamura et al. (2003), a profundidade da serapilheira foi

Tabela 1. Lista de espécies coletadas nas três fisionomias vegetais na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, em agosto de 2004 e março de 2005. Os números são para a abundância seguida do número de amostras em que a espécie ocorreu.

Táxons	FN. 1	FN. 2	FN. 3	Total	Ranking
Amblyoponinae					
<i>Amblyopone armigera</i> Mayr	-	-	1/1	1/1	76/71
Cerapachyinae					
<i>Cerapachys splendens</i> Borgmeier	-	1/1	2/2	3/3	61/57
<i>Cerapachys</i> sp.	-	-	1/1	1/1	76/71
<i>Cylindromyrmex brasiliensis</i> Emery	-	-	1/1	1/1	76/71
Dolichoderinae					
<i>Dorymyrmex</i> sp.	56/21	-	-	56/21	25/27
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius)	-	3/2	9/5	12/7	49/50
Ectatomminae					
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel	19/7	-	4/4	23/11	39/43
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger	104/10	4/1	6/2	114/13	16/39
<i>Gnamptogenys</i> sp1	-	110/24	281/49	391/73	8/8
<i>Gnamptogenys</i> sp2	-	10/2	3/2	13/4	48/56
<i>Gnamptogenys</i> sp3	-	1/1	2/2	3/3	61/57
<i>Gnamptogenys</i> sp4	-	-	1/1	1/1	76/71
Formicinae					
<i>Brachymyrmex</i> sp1	11/6	259/69	123/46	393/121	7/5
<i>Brachymyrmex</i> sp2	231/45	15/7	29/12	275/64	9/9
<i>Camponotus</i> sp1	53/30	6/5	-	59/35	23/19
<i>Camponotus</i> sp2	1/1	41/5	6/5	48/11	26/43
<i>Camponotus</i> sp3	22/13	7/7	1/1	30/21	37/27
<i>Camponotus</i> sp4	-	1/1	66/22	67/23	20/25
<i>Camponotus</i> sp5	-	-	1/1	1/1	76/71
<i>Paratrechina</i> sp	-	85/39	14/11	99/50	18/12
Myrmicinae					
<i>Apterostigma</i> sp1	-	4/3	22/15	26/18	38/32
<i>Apterostigma</i> sp2	-	6/5	34/17	40/22	32/26
<i>Atta robusta</i> Borgmeier	11/8	50/10	2/2	63/20	22/30
<i>Basiceros discigera</i> (Mayr)	-	-	2/2	2/2	69/65
<i>Carebara urichi</i> (Wheeler)	-	154/11	1/1	155/12	12/40
<i>Cephalotes pavonii</i> (Latreille)	-	8/8	-	8/8	54/48
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug)	3/3	-	-	3/3	61/57
<i>Crematogaster nigropilosa</i> Mayr	1/1	23/6	22/11	46/18	29/32
<i>Crematogaster distans</i> Mayr	-	46/19	1/1	47/20	26/30
<i>Crematogaster</i> prox. <i>brevispinosa</i>	-	1/1	2/2	3/3	61/57
<i>Crematogaster</i> prox. <i>erecta</i>	-	-	1/1	1/1	76/71
<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery	27/15	12/9	28/17	67/41	20/15
<i>Cyphomyrmex minutus</i> Mayr	-	-	3/2	3/2	61/65

Continua

Tabela 1. Continuação.

Táxons	FN. 1	FN. 2	FN. 3	Total	Ranking
<i>Cyphomyrmex olitor</i> Forel	9/4	23/15	12/8	44/27	31/21
<i>Cyphomyrmex morschi</i> Emery	1/1	-	-	1/1	76/71
<i>Eurhopalothrix</i> sp.	-	-	1/1	1/1	76/71
<i>Hylomyrma balzani</i> (Emery)	2/2	43/30	49/32	94/64	19/9
<i>Hylomyrma</i> gr. <i>longiscapa</i>	-	3/3	-	3/3	61/57
<i>Hylomyrma reitteri</i> (Mayr)	-	7/5	3/3	10/8	52/48
<i>Nesomyrmex</i> sp.	-	-	1/1	1/1	76/71
<i>Megalomyrmex goeldii</i> Forel	-	54/15	91/22	145/37	13/18
<i>Megalomyrmex drifti</i> Kempf	-	-	1/1	1/1	76/71
<i>Megalomyrmex silvestrii</i> Wheeler	-	-	4/1	4/1	59/71
<i>Octostruma rugifera</i> (Mayr)	-	9/6	10/5	19/11	42/43
<i>Oxyopocus</i> sp.	-	3/3	31/13	34/16	35/34
<i>Pheidole</i> sp1	42/14	1.360/108	1.365/98	2.767/220	1/1
<i>Pheidole</i> sp2	89/27	248/67	198/61	535/155	3/2
<i>Pheidole</i> sp3	250/40	27/7	177/47	454/94	4/7
<i>Pheidole</i> sp4	9/5	111/25	53/22	173/52	10/11
<i>Pheidole</i> sp5	167/31	-	1/1	168/32	11/20
<i>Pheidole</i> sp6	4/2	101/36	26/8	131/46	15/13
<i>Pheidole</i> sp7	-	2/2	43/12	45/14	30/37
<i>Pheidole</i> sp8	7/2	103/26	31/10	141/38	14/17
<i>Pheidole</i> sp9	-	16/1	-	16/1	44/71
<i>Pyramica</i> sp1	16/5	6/2	18/14	40/21	32/27
<i>Pyramica</i> sp2	-	-	7/2	7/2	55/65
<i>Pyramica</i> sp3	-	-	1/1	1/1	76/71
<i>Rogeria subarmata</i> (Kempf)	-	1/1	-	1/1	76/71
Myrmicinae					
<i>Rogeria</i> sp.	2/2	-	-	2/2	69/65
<i>Solenopsis</i> sp1	134/31	176/60	138/53	448/144	6/3
<i>Solenopsis</i> sp2	2/2	52/21	51/21	105/44	17/14
<i>Solenopsis</i> sp3	2/2	1/1	-	3/3	61/57
<i>Solenopsis</i> sp4	-	2/1	-	2/1	69/71
<i>Solenopsis</i> sp5	-	2/1	-	2/1	69/71
<i>Strumigenys</i> sp1	1/1	2/1	8/3	11/5	51/54
<i>Strumigenys</i> sp2	-	-	4/3	4/3	59/57
<i>Trachymyrmex</i> gr. <i>cornetzi</i>	-	22/17	9/7	31/24	36/24
<i>Trachymyrmex iheringi</i> (Emery)	14/7	-	-	14/7	46/50
<i>Trachymyrmex</i> sp1	-	39/23	20/17	59/40	23/16
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger)	358/42	365/18	327/48	1050/108	2/6
Ponerinae					
<i>Anochetus mayri</i> Emery	6/4	17/12	12/9	35/25	34/23

Continua

Tabela 1. Continuação.

Táxons	FN. 1	FN. 2	FN. 3	Total	Ranking
<i>Hypoconera</i> sp1	1/1	2/2	9/9	12/12	49/40
<i>Hypoconera</i> sp2	-	4/4	6/5	11/9	52/47
<i>Hypoconera</i> sp3	-	7/6	11/9	18/15	43/36
<i>Hypoconera</i> sp4	-	3/3	2/2	5/5	58/54
<i>Hypoconera</i> sp5	-	1/1	1/1	2/2	69/65
<i>Hypoconera</i> sp6	-	2/2	1/1	3/3	61/57
<i>Hypoconera</i> sp7	-	-	1/1	1/1	76/71
<i>Leptogenys</i> sp1	-	10/10	13/6	23/16	39/34
<i>Leptogenys</i> sp2	-	4/4	3/2	7/6	55/53
<i>Odontomachus chelififer</i> (Latreille)	-	164/46	288/83	452/129	5/4
<i>Odontomachus haematodus</i> (L.)	1/1	-	-	1/1	76/71
<i>Odontomachus hastatus</i> (Fabricius)	-	1/1	-	1/1	76/71
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel	-	35/17	13/10	48/27	26/21
<i>Pachycondyla arhuaca</i> (Forel)	-	7/7	7/5	14/12	46/40
<i>Pachycondyla lunaris</i> (Emery)	-	1/1	-	1/1	76/71
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius)	1/1	8/7	7/6	16/14	44/37
<i>Pachycondyla stigma</i> (Fabricius)	1/1	-	-	1/1	76/71
<i>Pachycondyla villosa</i> (Fabricius)	5/5	2/2	-	7/7	55/50
Pseudomyrmecinae					
<i>Pseudomyrmex</i> gr <i>oculatus</i>	1/1	-	1/1	2/2	69/65
<i>Pseudomyrmex</i> gr <i>gracilis</i>	-	7/6	13/5	20/11	41/43
<i>Pseudomyrmex venustus</i> (Smith F.)	-	-	2/1	2/1	69/71
Total de espécies/espécies exclusivas	37/7	63/7	73/16	92	

o fator preponderante que explicou as variações na riqueza de espécies. Se de um lado uma serapilheira mais profunda representa maior oferta de alimento e locais para nidificação, por outro, ela proporciona um microclima favorável à vida de um número maior de espécies (Nakamura *et al.* 2003). As fisionomias com maior riqueza de espécies vegetais na Marambaia tinham serapilheira mais profunda cobrindo bem o solo, a temperatura era menor e a umidade relativa do solo maior.

Na formação mais homogênea, a temperatura elevada do solo pode ter sido responsável pela ausência de algumas espécies e a dominância maior de diversas espécies dos gêneros *Ectatomma*, *Dorymyrmex*, assim como, em parte, *Camponotus* e *Brachymyrmex*. Algumas espécies desses grupos podem nidificar no solo e basear sua dieta em líquidos provenientes de plantas vivas (Lapola *et al.* 2003, Longino 2005). Por outro lado, há também o caso de *Odontomachus* que costuma nidificar junto a bromélias (Gonçalves & Mayhé-Nunes 1984, Blüthgen *et al.* 2000), raras na comunidade dominada por *A. arenaria*, mas muito comum no subbosque da floresta (Menezes & Araújo 2005). Leal (2004) também encontrou poucos poneríneos em diferentes fisionomias de

caatinga, onde a serapilheira é escassa. Uma espécie que parece não ter sido afetada pela complexidade do ambiente foi *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae), mundialmente conhecida pela sua capacidade de invadir novos ambientes (McGlynn 1999), pois foi igualmente encontrada nos três ambientes.

As variações entre as épocas de coleta observadas na comunidade da Marambaia podem ser relacionado com os diferentes graus de termofilia das espécies (Bestelmeyer 2000) e também com a influência da produtividade primária do ecossistema (Kaspari *et al.* 2000). As diferenças de temperatura entre os meses de março e agosto na Marambaia, apesar de pequenas, podem ser suficientes para alterar diferentemente os níveis de atividades das formigas (Bestelmeyer 2000). Como as armadilhas de solo do tipo pitfall coletam principalmente as espécies com maior mobilidade no ambiente, um ambiente mais frio em agosto pode explicar a menor abundância e riqueza de formigas capturada nessa época.

De outro lado, a evapotranspiração no local, uma medida indireta da produtividade (Kaspari *et al.* 2000), é cerca de duas vezes maior nos meses de verão do que nos de inverno

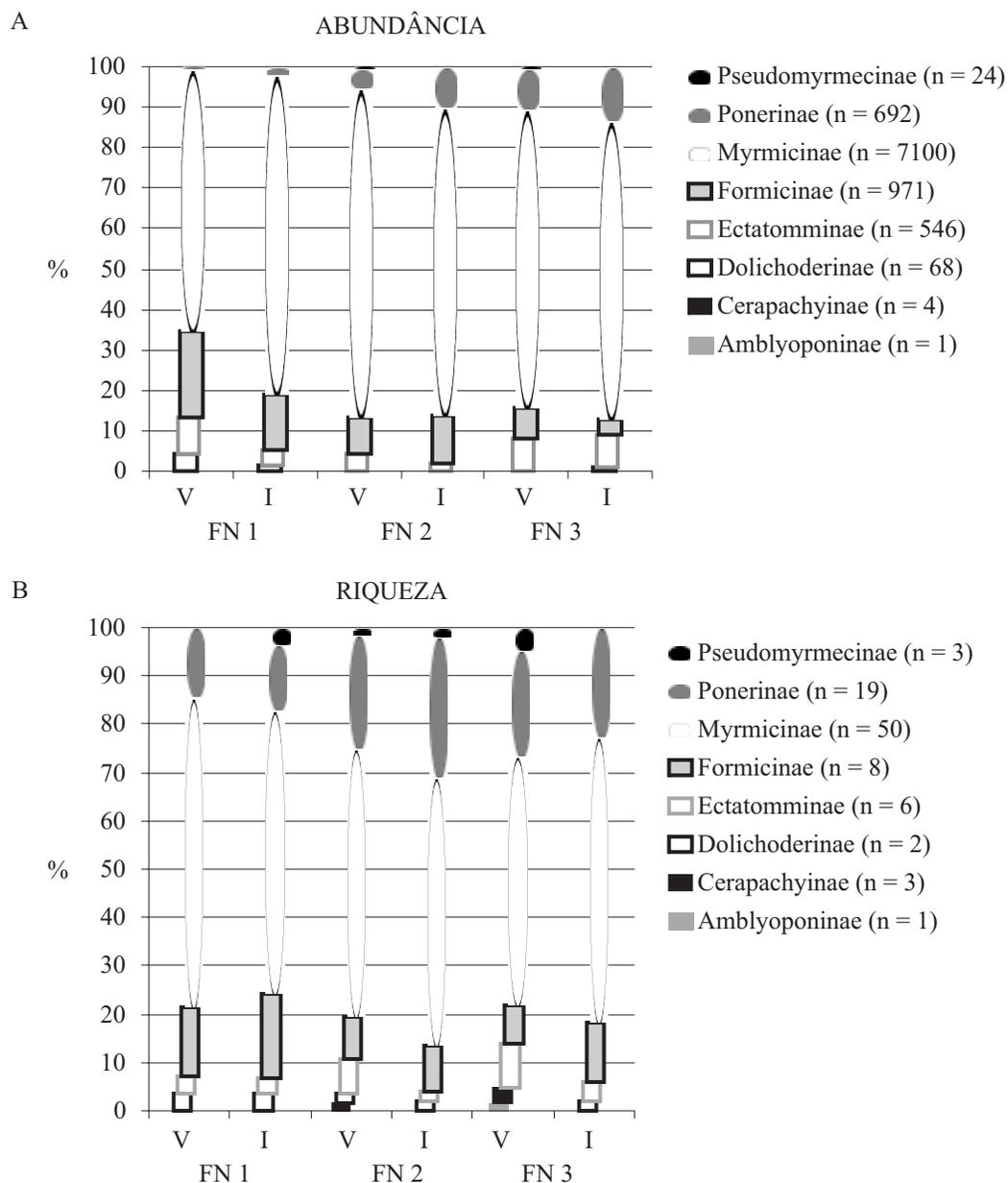


Fig. 1. Variação na composição da mirmecofauna entre os ambientes e épocas de coleta na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, segundo a abundância (A) e número de espécies (B) nas subfamílias.

Tabela 2. ANOVA para densidade de espécies (DE), abundância e diversidade de Shannon (H') da fauna de formigas de serapilheira coletadas nas três fisionomias vegetais amostradas na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ. Números entre parênteses representam os graus de liberdade.

	DE		Abundância		H'	
	F	P	F	P	F	P
Fisionomias (2)	45,189	0,000	7,02	0,010	6,914	0,010
Estações (1)	7,609	0,017	12,836	0,004	0,83	0,380
Interação (2)	2,597	0,116	0,791	0,476	0,347	0,714

Tabela 3. ANOVA para variáveis de habitat nas três fisionomias vegetais amostradas na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ. Números entre parênteses representam os graus de liberdade.

	Prof. serapilheira (cm)		% cobertura por serapilheira		T solo (°C)		UR solo	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Fisionomias (2)	47,022	0,000	43,882	0,000	22,068	0,000	5,292	0,023
Estações (1)	5,249	0,041	0,343	0,569	12,747	0,004	2,032	0,179
Interação (2)	0,978	0,404	0,324	0,729	14,008	0,001	0,812	0,467

(Mattos 2005). Isso sugere que a disponibilidade de alimentos para as espécies de consumidores seria menor em agosto do que em março, podendo afetar negativamente as populações das espécies. No entanto, há ainda um terceiro fator, que para Wolda (1978) e Levings (1983) é preponderante, a fim de explicar diferenças na abundância de insetos tropicais em diferentes épocas do ano. Esse fator é a umidade, que, no caso da Marambaia, é muito maior em março do que em agosto (Mattos 2005). Possivelmente, o que pode acontecer, é uma ação conjunto de todos esses fatores, sobre as populações. Entretanto, o presente estudo não permite concluir sobre a existência de uma sazonalidade na comunidade de formigas da Restinga da Marambaia. Para isso, será necessário uma análise por um período de tempo maior do que o que foi estudado até o momento..

Este estudo fornece a lista mais extensa já publicada de espécies coletadas em área de restinga (41 espécies identificadas). Trabalhos anteriores como os de Gonçalves & Mayhé-Nunes (1984) e Bonnet & Lopes (1993) utilizaram técnicas diferentes e mais seletivas do que as armadilhas

de solo usadas aqui. Embora os trabalhos com formigas de serapilheira sejam abundantes na literatura (*e.g.* Agosti *et al.* 2000), a mirmecofauna de restinga permanecia ainda pouco conhecida. A amostragem em diferentes fisionomias vegetais e épocas do ano, além de proporcionar informações ecológicas importantes, contribui para aumentar a lista de espécies conhecidas do local. Devido à sua localização ao longo da costa brasileira e suas características ecológicas, os ecossistemas de restinga, apesar de legalmente protegidos, vêm sofrendo redução em suas áreas e degradação por impactos antrópicos (Esteves & Lacerda 2000). Nos últimos 40 anos, com o processo acelerado de urbanização no município do Rio de Janeiro, muitas áreas de restingas foram destruídas e os remanescentes encontram-se incorporados à matriz urbana. A Marambaia pode ser considerada a última restinga preservada no município (Menezes *et al.* 1998) e resguarda uma fauna rica em espécies de formigas. A importância desses insetos em interações com outras espécies e sua participação nos processos ecológicos neste ecossistema merece ser estudada.

Tabela 4. Médias (\pm EP) dos parâmetros ecológicos da comunidade de formigas em diferentes fisionomias na Restinga da Marambaia, RJ. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferiram estatisticamente (teste de Tukey, $P = 0,05$). DE = densidade de espécies; H' = índice de diversidade de Shannon.

Fisionomia	DE		Abundância		H'
	I	V	I	V	
FN.1	18,3 \pm 3,2 a	18,3 \pm 1,5 a	169 \pm 49,3 a	386,3 \pm 256 a	2,07 \pm 0,16 a
FN.2	32,7 \pm 3,8 b	37,3 \pm 4 b	522,7 \pm 198,4 b	811 \pm 298,8 a	2,44 \pm 0,19 b
FN.3	31,7 \pm 4,5 b	41,3 \pm 4,1 b	376,7 \pm 115 a	869,7 \pm 152,2 a	2,41 \pm 0,20 b

¹Não houve diferenças entre verão e inverno.

Tabela 5. Médias (\pm EP) dos valores das características de habitat nas diferentes fisionomias na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferiram estatisticamente (teste de Tukey, $P = 0,05$).

Fisionomia	Prof. serapilheira (cm)		% cobertura ¹	T solo (°C)		UR solo ¹
	I	V		I	V	
FN.1	1,08 \pm 0,8 a	1,29 \pm 0,2 a	59,59 \pm 23,9 a	23,9 \pm 1,2 a	35 \pm 1,8 a	62,11 \pm 11,01a
FN.2	4,72 \pm 1,6 b	6,34 \pm 0,8 b	96,2 \pm 6,04 b	20,4 \pm 2,3 a	22,2 \pm 0,8 b	67,77 \pm 9,7 ab
FN.3	4,83 \pm 0,3 b	5,84 \pm 0,8 b	95,73 \pm 9,17 b	21,1 \pm 0,7 a	22,4 \pm 0,9 b	78,32 \pm 8,5 b

¹Não houve diferenças entre verão e inverno.

Agradecimentos

Ao Exército Brasileiro, através do Campo de Provas da Marambaia, pela autorização para a realização das coletas na Restinga da Marambaia. Ao colega Sergio Veiga-Ferreira e sua família pelo auxílio e hospitalidade oferecidos durante a coleta de dados. Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Ferreira Brandão (Museu de Zoologia da USP) pelo auxílio na identificação e comparação do material na coleção MZSP. A CAPES pela bolsa concedida a ABV e GOS e ao CNPq pela bolsa a AJMN. A dois revisores anônimos pelas sugestões em uma versão prévia do manuscrito.

Referências

- Agosti, D., J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz 2000. Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press, Washington, 280p.
- Andersen, A.N. 2000. A global ecology of rain forest ants: Functional groups in relation to environmental stress and disturbance, p.25-34. In D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz (eds.), Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institutions Press, Washington, 280p.
- Araujo, D.S., M.C.A. Pereira & M.C.P. Pimentel 2004. Flora e estrutura de comunidades na Restinga de Jurubatiba – síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a formação de *Clusia*, p.59-76. In C.F.D. Rocha, F.A. Esteves e F.R. Scarano (orgs.), Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, história natural e conservação. RiMa Editora, São Carlos, 376p.
- Bestelmeyer, B. 2000. The trade-off between thermal tolerance and behavioural dominance in a subtropical South American ant community. *J. Anim. Ecol.* 69: 998-1009.
- Blüthgen, N., M. Verhaagh, W. Goitia & N. Blüthgen 2000. Ant nests in tank bromeliads – an example of non-specific interaction. *Insectes Soc.* 47: 313-316.
- Bolton, B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University Press, 222p.
- Bolton, B. 2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomol. Inst.* 71: 1-370.
- Bonnet, A. & B.C. Lopes 1993. Formigas de dunas e restingas da praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC (Insecta: Hymenoptera). *Biotemas* 6: 107-114.
- Carvalho, K.S. & H.L. Vasconcelos 2002. Comunidade de formigas que nidifica em pequenos galhos da serapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 46: 115-121.
- Cerqueira, R. 2000. Biogeografia das restingas, p.65-75. In F.A. Esteves & L.D. Lacerda (eds.), Ecologia de restingas e lagoas costeiras. v. 1, Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM/UFRJ), Macaé, 446p.
- Esteves, F.A. & L.D. Lacerda 2000. Ecologia de restingas e lagoas costeiras. NUPEM/UFRJ, Macaé, 394 p.
- Gonçalves, C.R. & Nunes A.M. 1984. Formigas das praias e restingas do Brasil, p.373-378 In L.D. Lacerda, D.S.D. Araújo, R. Cerqueira & B. Tureq (orgs.), Restingas: Origem estrutura e processos. CEUFF, Niterói, 475p.
- Gonzalez, G. & T.R. Seastedt 2000. A comparison of the abundance and composition of litter fauna in tropical and subalpine forests. *Pedobiologia* 44: 545-555.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson 1990. The ants. Belknap Press, Cambridge, 732p.
- Kaspari, M, L. Alonso & S. O'Donnell 2000. Three energy variables predict ant abundance at geographical scale. *Proc. R. Soc. Lond. B* 267: 485-489.
- Kempff, W.W. 1978. A preliminary zoogeographical analysis of a regional ant fauna in Latin America. *Studia Entomol.* 20: 43-62.
- Lapola, D.M., W.F. Antonialli-Júnior & E. Giannotti 2003. Arquitetura de ninhos da formiga neotropical *Ectatomma brunneum* F. Smith, 1858 (Formicidae: Ponerinae) em ambientes alterados. *Rev. Bras. Zool.* 5: 177-188.
- Lassau, S.A. & D.F. Hochuli 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography* 27: 157-164.
- Leal, I.R. 2003. Diversidade de formigas em diferentes unidades da paisagem da caatinga, p.435-462. In I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.), Ecologia e conservação da caatinga. Ed. Univ, UFPE, Recife, 734p.
- Levings, S.C. 1983. Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: Some causes of patchy distributions. *Ecol. Monogr.* 53: 435-455.
- Longino, J.T. 2005. Ants of Costa Rica. Disponível em: <<http://www.evergreen.edu/ants/antsofcostarica.html>>. Acessado em: 09/03/2006.
- Lopes, P.P., J.N.C. Louzada, P.L. Oliveira-Rebouças, L.M. Nascimento & V.P.G. Santana-Reis 2005. Resposta da comunidade de Histeridae (Coleoptera) a diferentes fisionomias da vegetação de restingas no Espírito Santo. *Neotrop. Entomol.* 34: 25-31.
- Luerderwaldt, H. 1926. Observações biológicas sobre as formigas brasileiras, especialmente no estado de São Paulo. *Rev. Mus. Paul.* 14: 185-304.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and it's measurement. London, Croom Helm., 179p.
- Matos, C.L.V. 2005. Caracterização climática de Restinga de Marambaia, p.55-66. In L.F.T. Menezes, A.L. Peixoto & D.S.D. Araújo (eds.), Historia natural da marambaia, Seropédica, Editora ADUR, 288p.
- McGlynn, T.P. 1999. The worldwide transfer of ants: Geographical distribution and ecological invasions. *J. Biogeogr.* 26: 535-548.
- Menezes, L.F.T., A.L. Peixoto & D.S.D. Araújo. 2005. Historia natural da marambaia, Seropédica, Editora da Universidade Rural, 288p.
- Menezes, L.F.T. & D.S.D. Araújo. 2005. Formações vegetais da Restinga de Marambaia, p.67-120. In L.F.T. Menezes, A.L.

- Peixoto & D.S.D. Araújo (eds.), *Historia natural da marambaia, Seropédica*, Editora ADUR, 288p.
- Menezes, L.F.T., D.S.D. Araújo & M.H.B. Goes. 1998. Marambaia: A última restinga carioca preservada. *Ciência Hoje* 23: 28-37.
- Nakamura, A., H. Proctor & C.P. Catterall. 2003. Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. *Ecol. Manag. and Rest.* 4: 20-28.
- Passos, L. & P.S. Oliveira 2003. Interactions between ants, fruits and seeds in a restinga forest in soth-eastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 19: 261-270.
- Pianka, E. 1994. *Evolutionary ecology*. 5th ed, New York, Harper Collins College Publishers, 484p.
- Rocha, C.F.D., F.A. Esteves & F.R. Scarano 2004. Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, história natural e conservação. RiMa Editora, São Carlos, 374p.
- Tews, J., U. Brose, V. Grimm, K. Tielbörger, M.C. Wichmann, M. Schwager & F. Jeltsch 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The importance of keystone structures. *J. Biogeogr.* 31: 79-92.
- Valentin, J.L. 2000. *Ecologia numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, p.117.
- Wolda, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food, and abundance of tropical insects. *J. Anim. Ecol.* 47: 369-381.

Received 10/III/06. Accepted 11/VII/06.
