

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.3, n.1, p.49-57, jan.-mar., 2008

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 262 - 18/10/2007 • Aprovado em 23/12/2007

Rodrigo C. de Souza²

Maria E. F. Correia³

Marcos G. Pereira⁴

Eliane M. R. da Silva³

Ranieri R. Paula.⁵

Luís F. T. de Menezes⁶

Estrutura da comunidade da fauna edáfica em fragmentos florestais na Restinga da Marambaia, RJ¹

RESUMO

Propôs-se, no presente estudo, avaliar a complexidade ecológica da comunidade dos invertebrados do solo em dois fragmentos florestais (FF) sujeitos a encharcamento, na Restinga da Marambaia, RJ. Formicidae foi o grupo predominante; não houve preferência marcante dos grupos em relação aos compartimentos solo/serrapilheira. FF 1, com menor grau de saturação hídrica do solo, apresentou maior diversidade de grupos, enquanto FF 2, sujeito à maior saturação por água, indicou maior densidade de indivíduos e maior riqueza de grupos. O bom estado de funcionamento do ecossistema foi atestado pela presença de grupos característicos de ambientes não perturbados.

Palavras-chave: restinga da Marambaia, fauna do solo, biota do solo em restingas

Soil fauna community from forest fragments in Restinga da Marambaia, RJ, Brazil

ABSTRACT

The present study was carried out to evaluate the ecological complexity of the community of edaphic invertebrates in two flooded forest fragments (FF), in restinga of Marambaia, RJ. Formicidae was the predominant group, and there was not any preference by the groups for the compartments soil/litter. FF 1, with the lesser degree of soil saturation, presented higher diversity, while FF 2, with the highest saturation, presented greater density of individuals and greater richness of groups. Some groups of the edaphic fauna that are only collected in not disturbed environments were collected in Marambaia, which showed the good functioning of Restinga's ecosystem.

Key words: restinga of Marambaia, soil fauna community, soil biota in restinga.

²MSc. em Ciências Ambientais e Florestais. 465 km 7, Seropédica, RJ. CEP 23890-000.

rcamara73@gmail.com

³Pesquisadora Embrapa Agrobiologia. BR 465 km 7, Seropédica, RJ. CEP 23890-000.

ecorreia@cnpab.embrapa.br, eliane@cnpab.embrapa.br. Tel: 21 26821500.

⁴Professor Associado Departamento de Solos da UFRRJ. BR 465 km 7, Seropédica, RJ. CEP 23890-000. Bolsista do CNPq.gervasio@ufrj.br. Tel: 21 37873772.

⁵Graduando em Engenharia Florestal, UFRRJ. BR 465 km 7, Seropédica, RJ. CEP 23890-000. Bolsista FAPERJ. ranieri@yahoo.com. Tel: 21 37873772.

⁶Professor Adjunto, Departamento de Ciências da Saúde, Biológicas e Agrárias da UFES. R. Humberto de Almeida Franklin, 257, São Mateus, ES. CEP 29933-415. lfmenezes@gmail.com. Tel 27 3763 8687

¹Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao PPGCAF – UFRRJ

INTRODUÇÃO

As Restingas, formações vegetais que cobrem as planícies arenosas costeiras de sedimentação quaternária (Suguio & Tessler, 1984), são ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica, o qual, de acordo com Capobianco (2002) ocupava, originalmente cerca de 1.306.000 km², área correspondente a aproximadamente 15% do território brasileiro. Na atualidade, mais de 90% de sua área original foram destruídos, inicialmente por conta da extração de madeira e lenha (Araújo & Lacerda, 1987) e da ampla exploração e comercialização de mamíferos e aves (Bueno, 1999) e, atualmente, devido à realização de aterros, construções de moradias, de estradas ou de áreas de lazer, deposição de rejeitos humanos e introdução de espécies exóticas (Soares, 1984).

Seus solos são pobres em nutrientes (Soares, 1984) e em argila, de constituição predominantemente arenosa (Araújo & Lacerda, 1987), condições que reforçam a importância dos mecanismos de retenção e ciclagem de nutrientes para a manutenção do equilíbrio biológico nesses ambientes. A fauna do solo, composta por invertebrados heterotróficos que passam pelo menos uma fase do seu ciclo de vida no solo (Giller, 1996), dentre outros, exerce importante papel na disponibilidade de nutrientes para as plantas, uma vez que é responsável pela regulação da população de microrganismos decompositores da matéria orgânica e pela fragmentação deste material.

A estabilidade do ecossistema é fruto da interação entre vários processos indissociáveis (Correia, 2002), dos quais fazem parte os processos ecológicos dentro das populações, as interações entre as espécies ou grupos de organismos em uma comunidade e o próprio ambiente físico. Em solos com vegetação natural a evolução do ecossistema é decorrente dos processos e mecanismos de adaptação dos recursos biológicos às condições ambientais, já que os mesmos são afetados pela redução da qualidade e da quantidade da matéria orgânica, que é sua fonte alimentar, e por alterações edafoclimáticas bruscas, tais como estiagem prolongada, encharcamento do solo, fogo, congelamento, compactação do solo, as quais afetam diretamente a porosidade e, desta maneira, alteram a circulação de água, a oxigenação e até mesmo a capacidade que os organismos têm de se mover (Assad, 1997).

Existe uma correlação positiva entre diversidade e estabilidade ecológica. Para Odum (1988), quanto maior a diversidade maior também é a possibilidade de mais de uma espécie ou grupo de espécies desempenharem o mesmo papel ecológico (redundância), o que é interessante haja vista que, se determinado grupo sofrer mais severamente as consequências de um impacto, o outro grupo com funções semelhantes e menos afetado do que este, poderá promover a compensação nos fluxos de energia e de materiais; assim sendo, a estabilidade do ecossistema depende da habilidade da comunidade em conter espécies ou grupos funcionais capazes de fornecer diferentes respostas às condições ambientais (Correia, 2002).

Quanto maior diversidade em determinado ecossistema, maior tende a ser a sua complexidade. De maneira geral, esta complexidade costuma aumentar em ambientes livres de per-

turbações, o que concorre para o aumento da sua estabilidade, embora uma diversidade maior não necessariamente promova a estabilidade do ecossistema, pois alguns deles, quando perturbados periodicamente, tendem a apresentar uma diversidade mais elevada que aqueles em “equilíbrio” (Odum, 1988).

Pelo fato da comunidade da fauna do solo participar amíúde dos processos que ocorrem na serrapilheira e no solo, decompondo e mineralizando a matéria orgânica e por apresentar grande sensibilidade às interferências no ecossistema, a sua composição reflete o seu estado de funcionamento (Correia & Andrade, 1999; Doran & Zeiss, 2000).

Perturbações ambientais podem ser detectadas quando ocorrem alterações na comunidade da fauna do solo (Silva & Correia, 2000), tanto com relação à diversidade quanto à densidade da fauna do solo, geradas por alguma intervenção na cobertura vegetal (Correia & Andrade, 1999). A diminuição da diversidade e a alteração da estrutura da população de determinados grupos da fauna do solo, podem indicar um processo de degradação do solo e, conseqüentemente, a perda de sua sustentabilidade (Silva, 1998), a médio e a longo prazos (Dorna & Zeiss, 2000). Este fato, aliado à crescente preocupação com a devastação de ecossistemas naturais, estimulou o surgimento de estudos da fauna do solo como bioindicadora da qualidade do solo, mas esta sugestão ainda está sendo construída (Aquino et al., 2005).

Dentre as características que um bom indicador biológico deve ter, figuram: a capacidade de refletir o funcionamento do ecossistema, o monitoramento economicamente viável e uma distribuição universal (Holloway & Stork, 1991).

Ainda há informações incipientes a respeito das espécies, da estrutura e da dinâmica das comunidades de fauna do solo e, portanto, estudos que investiguem esses temas contribuem para o maior conhecimento do potencial da biodiversidade (Correia, 2002) e podem contribuir também para a aplicação da fauna do solo como bioindicadora da qualidade ambiental, permitindo o monitoramento dos ecossistemas e auxiliando nos programas de recuperação e nas iniciativas de preservação, sobretudo no caso do Bioma Mata Atlântica e, mais especificamente, dos ecossistemas associados de Restinga, em função do estado atual de degradação.

Partindo desta premissa, é que se objetivou, neste estudo obter informações sobre a comunidade da fauna do solo de fragmentos florestais periodicamente inundados na Restinga da Marambaia, RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

A restinga da Marambaia, situada nas coordenadas 23° 03' S e 43° 36' W (Mattos, 2005) está, em parte, distribuída nos municípios do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba; corresponde a uma estreita faixa arenosa, com cerca de 40 km de comprimento no sentido L-O e 49,4 km² de área que, na extremidade Oeste, se liga ao Pico da Marambaia, elevação com 641 m de altitude; pela extremidade Leste, quase chega a se ligar ao continente, o que não ocorre em virtude de uma interrupção ocasionada pelo Canal do Bacalhau, por onde pas-

sam as águas que circulam nos manguezais de Guaratiba, na Baía de Sepetiba (Roncarati & Menezes, 2005).

A Restinga se enquadra no macroclima do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, segundo classificação de Köppen (Matts, 2005) e é um dos poucos refúgios para a fauna e a flora de Restinga (Menezes et al., 1998) no Estado do Rio de Janeiro. Este fato se deve em função da posição geográfica e da restrição do acesso à região imposto pelas forças armadas (Pereira et al., 1990).

O estudo se concentrou em dois fragmentos florestais (FF) localizados na porção oeste da Restinga da Marambaia, RJ. Os solos das áreas foram classificados como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico (Menezes et al., 2005) e a distância entre os FF, os quais se encontram próximos do embasamento da Ilha da Marambaia, é de aproximadamente 100 m. O levantamento florístico e fitossociológico das áreas (Tabela 1A e B) foi realizado por Alexandre dos Santos Medeiros e Luís Fernando Tavares Menezes (comunicação pessoal), enquanto o aporte de serrapilheira foi avaliado por Ranieri Paula Ribeiro e Marcos Gervasio Pereira (comunicação pessoal), ao longo de onze meses antes da época da coleta do material de serrapilheira e solo, ou seja, de outubro de 2005 a setembro de 2006, por meio de coletores cônicos (Tabela 2).

Pelo fato de estarem inseridos em depressões entre cordões arenosos, ambos os fragmentos estão sujeitos a inundação temporária, fruto do transbordamento do lençol freático, porém sob diferentes graus de saturação do solo: enquanto nos meses mais secos permanecem apenas poças esparsas em FF 1, em toda a extensão de FF 2 neste mesmo período, ainda se costuma conservar uma lâmina de água de 4cm na superfície do solo. Esta condição de elevada saturação hídrica do solo favorece o acúmulo de espessa camada de material orgânico na superfície do solo, a qual é estimada como sendo superior a 40 e 50 cm, respectivamente, em FF 1 e FF 2. Devido a esta situação, a coleta do material de fauna do solo, que foi efetuada em outubro de 2006, ocorreu em pontos com o menor grau de encharcamento possível (Correia & Oliveira, 2000).

Após a colocação no solo de uma sonda metálica com dimensões de 25 x 25 cm, foram coletadas cinco amostras de serrapilheira e cinco de solo, até a profundidade de 5 cm, em um talhão de aproximadamente um hectare, em cada FF. Cada amostra foi embalada separadamente em sacos plásticos identificados até o momento da extração da fauna, que se iniciou no dia seguinte. Para se buscar relações entre a comunidade da fauna edáfica e a temperatura e umidade do solo, registraram-se, no campo, os valores de temperatura do solo em cada ponto de coleta em FF 1 e FF 2, com auxílio de termômetro geotérmico digital e se estimou o conteúdo de água de cada amostra de solo (Ug %) (EMBRAPA, 1997).

Os invertebrados do solo foram obtidos por meio de extratores do tipo Berlese-Tüllgren (Garay, 1989), ligeiramente modificados. Cada amostra da serrapilheira e do solo foi depositada em um funil metálico contendo, em sua porção terminal, um recipiente de vidro com capacidade de 300 mL em sua base, com uma solução fixadora de ácido-acetilsalicílico a 3%. Lâmpadas de 40 W foram dispostas sobre os funis, forçando a migração dos animais para o fundo do funil, de

Tabela 1. Listagem florística do fragmento florestal 1 (FF 1) e 2 (FF2), na Restinga da Marambaia, RJ

Table 1. Floristic list of forest fragment 1 (FF 1) and 2 (FF2), at Restinga da Marambaia, RJ

Família	Espécie	Nº Ind.
A. Fragmento 1 (FF1)		
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	74
Annonaceae	<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	27
	<i>Annona glabra</i> L.	1
	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	1
Apocynaceae	<i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll. Arg.) Woodson	6
Aquifoliaceae	<i>Ilex microdonta</i> Reissek	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam) DC.	40
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Miq.	3
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	103
	<i>Garcinia brasiliensis</i> Mart.	1
Ebenaceae	<i>Diospyros ebenaster</i> Retz	6
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon communis</i> (Müll. Arg.) Pax.	7
	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	7
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	5
	<i>Pera glabrata</i> Baill.	3
Lauraceae	<i>Ocotea schottii</i> (Meisn.) Mez	14
Leguminosae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	1
	<i>Inga subnuda</i> Salzm. ex Benth.	6
Melastomataceae	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	6
Moraceae	<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott	1
	<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & Bouché	1
	<i>Ficus hirsuta</i> Schott	3
Myrsinaceae	<i>Myrsine venosa</i> A. DC.	4
Myrtaceae	<i>Calyptanthes brasiliensis</i> Spreng.	9
	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	1
	<i>Myrcia acuminatissima</i> O. Berg.	182
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam) DC.	82
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	4
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	1
Ochnaceae	<i>Ouratea cuspidata</i> (A. St.-Hil.) Engl.	1
Rubiaceae	<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Roem. & Schult.	4
	<i>Tocoyena bullata</i> Mart.	1
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	2
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	1
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	1
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	6
	Total de indivíduos	616
B. Fragmento 2 (FF2)		
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	61
Annonaceae	<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	10
	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	1
Apocynaceae	<i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll. Arg.) Woodson	1
Aquifoliaceae	<i>Ilex integerrima</i> (Vell) Reissek	2
	<i>Ilex microdonta</i> Reissek	3
Bignoniaceae	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	101
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart.	24
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	26
	<i>Kilmeyra lathropeyrum</i> Saggi	3

Continua ...

...continuação da Tabela 1

Família	Espécie	Nº Ind.
Ebenaceae	<i>Diospyros ebenaster</i> Retz	96
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	8
	<i>Actinostemon communis</i> (Müll. Arg.) Pax.	8
	<i>Pera glabrata</i> Baill.	7
Lauraceae	<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	2
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	1
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	2
Leguminosae	<i>Andira fraxinifolia</i> Bent	2
	<i>Inga subnuda</i> Salzm. ex Benth.	11
Melastomataceae	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	7
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> ssp. <i>tuberculata</i> (Vell.) T. D. Penn.	6
Moraceae	<i>Ficus clusifolia</i> Shopp	6
	<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & Boché	2
Myrsinaceae	<i>Cybianthus peruvianus</i> (A. DC.) Miq.	3
	<i>Myrsine venosa</i> A. DC.	2
Myrtaceae	<i>Calyptanthes brasiliensis</i> DC.	7
	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	9
	<i>Myrcia acuminatissima</i> O. Berg	79
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	10
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1
Rubiaceae	<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Roem. & Schult.	7
Sapotaceae	<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	1
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	21
	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	1
	Total de indivíduos	531

Tabela 2. Aporte de serrapilheira (kg ha^{-1}) e precipitação pluviométrica média (mm) observados no período de outubro de 2005 a setembro de 2006, nos dois fragmentos florestais (FF) da Restinga da Marambaia, RJ

Table 2. Litter aport (kg ha^{-1}) and average pluviometric precipitation (mm) observed during the period between October, 2005 and September, 2006, in two forest fragments (FF) in Restinga da Marambaia, RJ

Mês/Ano	FF (kg ha^{-1})		Precipitação (mm)
	1	2	
Out/05	177,05	177,13	80,0
Nov/05	170,65	178,03	136,6
Dez/05	156,71	138,88	168,9
Jan/06	341,54	286,96	228,2
Fev/06	317,47	260,45	181,3
Mar/06	172,62	159,10	98,8
Abr/06	166,78	224,02	101,8
Mai/06	88,76	99,90	116,9
Jun/06	81,58	91,96	44,0
Jul/06	203,35	170,69	35,4
Ago/06	144,44	114,32	67,4
Set/06	205,15	212,71	83,7
Total	2226,10	2114,15	1343,0

modo que os mesmos caíssem dentro dos frascos. Depois do material ter permanecido nesta bateria de funis durante onze dias, o conteúdo dos frascos foi completado com álcool a

70% e os animais foram transferidos para placas de Petri e, com auxílio de lupa binocular, procedeu-se à identificação dos grandes grupos (ordens ou famílias) por meio da comparação dos indivíduos com pranchas de identificação.

Estimaram-se os números totais de elementos coletados em cada área; a densidade (média das repetições de cada área) dos grandes grupos em número de indivíduos por m^2 (atividade), com o respectivo erro padrão; a riqueza total de grupos em cada área; a diversidade e a uniformidade para os compartimentos serrapilheira e solo de cada mata, e para o total encontrado em cada uma das duas áreas. A diversidade dos grupos da fauna do solo, que expressa a relação entre o número de grupos (riqueza de grupos) e a distribuição do número de indivíduos entre os grupos (uniformidade ou equiabilidade), foi estimada em função do Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H'), ao passo que a uniformidade dos grupos o foi de acordo com o Índice de Uniformidade de Pielou (e), conforme citação em Odum (1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a triagem dos invertebrados do solo da Restinga da Marambaia, RJ, a densidade total encontrada foi de 3.732 indivíduos por m^2 , dos quais 1.418 (38,00% do total) e 2.314 (62,00% do total), respectivamente, ocorreram nos fragmentos florestais (FF) 1 e 2. Formicidae e larvas de Diptera foram os dois grupos com maior atividade; em conjunto, abrangearam 38,15 e 54,37% do total da densidade da fauna edáfica, respectivamente, em FF 1 e FF 2 (Tabela 3). Esses dados, em adição ao fato de que o método empregado - funis de Berlese-Tüllgren - não é o mais adequado para as estimativas da densidade desses grupos (Correia, 1994), reforçam a sua expressiva participação no ecossistema estudado.

Entre os cinco grupos com maior participação no total de indivíduos coletados da fauna do solo na Restinga da Marambaia, estiveram Formicidae (32,77%), larvas de Diptera (15,43%), Coleoptera (10,64%), Diptera (8,41%) e Collembola (8,15%) (Tabela 3), os quais, somados, corresponderam a 1.834 indivíduos por m^2 em FF 2 (69,11%) e 980 indivíduos por m^2 (79,26%) em FF 1, chegando a ser, portanto, quase o dobro em FF 2 (1,87 vez superior), em comparação com o outro fragmento florestal.

Martinho et al. (2004), empregando a mesma metodologia também em uma área periodicamente inundável na Restinga da Marambaia, verificaram que os cinco grandes grupos com maior participação na densidade total de invertebrados coletados, foram Formicidae (65,56%), Hymenoptera sem Formicidae (11,69%), Coleoptera (6,09%), Araneae (2,92%) e Collembola (2,66%). Pelo fato de muitos grupos da fauna edáfica apresentarem densidades claramente influenciadas pelo clima e até mesmo por pequenas variações ambientais (Oliveira, 1997), acredita-se que esta seja a possível razão pela qual houve diferenças entre o presente estudo e o estudo de Martinho et al. (2004), já que a coleta do primeiro foi tomada na primavera, enquanto a do segundo, no verão. Por outro lado, a composição da comunidade vegetal, a qual influencia diretamente a composição da comunidade edáfica (Correia &

Tabela 3. Densidade dos grupos da fauna do solo e número de indivíduos por m² (± erro padrão) encontrados na serrapilheira (SE), no solo (SO) e o somatório (TOT) nos fragmentos florestais (FF) 1 e 2, da Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006**Table 3.** Density of edaphic fauna groups individuals m² (± standard error) in litter (SE), soil (SO) and total (TOT) of forest fragments (FF) 1 and 2, in Restinga da Marambaia, RJ, in October, 2006

Grupo	FF 1			FF 2		
	SE (ind m ⁻²)	SO (ind m ⁻²)	TOT (ind m ⁻²)	SE (ind m ⁻²)	SO (ind m ⁻²)	TOT(ind m ⁻²)
Larvas diptera	70 ± 22	205 ± 89	275 ± 102	202 ± 105	99 ± 63	301 ± 125
Formicidae	192 ± 109	74 ± 66	266 ± 165	339 ± 94	618 ± 312	957 ± 396
Isoptera	160 ± 121	3 ± 3	163 ± 121	16 ± 9	-	16 ± 9
Coleoptera	42 ± 17	122 ± 29	163 ± 40	86 ± 15	147 ± 97	234 ± 103
Diptera	80 ± 17	58 ± 46	138 ± 55	141 ± 36	35 ± 6	176 ± 36
Collembola	128 ± 81	10 ± 6	138 ± 79	163 ± 79	3 ± 3	166 ± 81
Larvas coleoptera	86 ± 30	38 ± 23	125 ± 46	144 ± 49	22 ± 12	166 ± 44
Heteroptera	22 ± 10	29 ± 16	51 ± 16	38 ± 27	6 ± 4	45 ± 25
Thysanoptera	13 ± 9	16 ± 16	29 ± 16	45 ± 30	10 ± 4	54 ± 31
Homoptera	6 ± 4	16 ± 12	22 ± 11	42 ± 15	16 ± 5	58 ± 15
Hymenoptera	3 ± 3	13 ± 13	16 ± 12	6 ± 4	-	6 ± 4
Pseudoscorpionida	13 ± 9	-	13 ± 9	16 ± 12	3 ± 3	19 ± 16
Araneae	-	6 ± 6	6 ± 6	13 ± 6	3 ± 3	16 ± 7
Larvas lepidoptera	3 ± 3	-	3 ± 3	3 ± 3	-	3 ± 3
Oligocheta	-	-	3 ± 3	10 ± 6	-	10 ± 6
Symphyla	3 ± 3	-	3 ± 3	-	-	-
Chilopoda	-	3 ± 3	3 ± 3	3 ± 3	-	3 ± 3
Blattodea	-	-	-	10 ± 6	-	10 ± 6
Diplopoda	-	-	-	10 ± 6	6 ± 6	16 ± 7
Enchytraeidae	-	-	-	10 ± 10	-	10 ± 10
Isopoda	-	-	-	10 ± 6	10 ± 10	19 ± 9
Lepidoptera	-	-	-	10 ± 6	-	3 ± 3
Orthoptera	-	-	-	3 ± 3	-	3 ± 3
Psocoptera	-	-	-	3 ± 3	-	3 ± 3
Trichoptera	-	-	-	10 ± 6	3 ± 3	13 ± 6
Total	826 ± 442	592 ± 329	1.418 ± 691	1.331 ± 541	982 ± 532	2.314 ± 956

Andrade, 1999), não foi informada por Martinho et al. (2004) e, desta maneira, não se pode fazer muitas inferências ao se comparar os resultados encontrados pelos autores anteriormente citados com os do presente trabalho; já na Restinga de Maricá, RJ, Oliveira (1997) observou que Hymenoptera (23,91%), ordem representada apenas pela família Formicidae, Isoptera (23,36%), Homoptera (8,01%), Pseudoscorpionida (7,84%) e Thysanoptera (7,64%) foram os cinco grupos mais abundantes, mostrando que Formicidae, único grupo dentre os cinco mais abundantes em comum entre as duas restingas, tem grande participação nestes ecossistemas. Hay & Lacerda (1984) já haviam relatado previamente a importante participação de Isoptera e Formicidae nas restingas da Barra de Maricá e de Macaé, RJ, segundo os quais os grupos citados são fundamentais no processo de fragmentação de folhas e, portanto, peças-chave na ciclagem de nutrientes nestes ecossistemas. Em uma área de Restinga, no município de Carapebús, no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, For-

micidae também figurou entre os grupos dominantes, ao lado de Coleoptera, Hymenoptera (não Formicidae), Homoptera (subordem que pertence à ordem Heteroptera, a qual abrange cigarras, cigarrinhas, pulgões) e Heteroptera, conforme relatos de Alves et al. (1999).

Segundo Feitosa & Ribeiro (2005), as formigas são considerados os animais dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres e, em função dos dados acima relatados, o mesmo parece ocorrer em ambientes de restinga.

Não se encontraram, em FF 1, indivíduos dos seguintes grupos: Psocoptera (piolhos-dos-livros), Orthoptera (gafanhotos, grilos, esperanças, paquinhos e taquarinhas), Enchytraeidae, Blattodea (baratas), Isopoda (isópodos), Trichoptera (tricotópteros ou friganeídeos), Lepidoptera (mariposas e borboletas) e Diplopoda (piolho de cobra, gongolo, grongoró e embuá), enquanto Symphyla (sínfilo) esteve ausente em FF 2. Percebeu-se, na Restinga da Marambaia, a ocorrência de grupos que, normalmente, só são verificados em ambien-

tes cujo ecossistema não apresenta degradação: Pseudoscorpionida (em ambos os fragmentos) e Symphyla (em FF 1) (Tabela 3).

Oligocheta, Enchytraeidae e Diptera, além de Diplura, foram os grupos ausentes no trabalho de Oliveira (1997), enquanto o mesmo se deu para Isopoda no trabalho de Martinho et al. (2004), que também detectaram, na Restinga da Marambaia, os grupos Pseudoscorpionida e Symphyla.

No entorno do Parque Estadual da Serra do Mar, em Ubatuba, SP, Pseudoscorpionida e Symphyla foram encontrados apenas em floresta secundária e em plantio de banana com 25 anos, indicando que essas áreas apresentaram menor grau de degradação (Silva et al., 2004). Pseudoscorpionida e Symphyla estiveram entre os grupos com densidades mais importantes em uma Mata Atlântica de tabuleiros no ES, ficando apenas atrás dos insetos sociais (Isoptera e Formicidae) (Correia, 1994). Ao avaliar o impacto da roça caíçara sobre a comunidade da fauna do solo comparado com uma floresta secundária na Ilha Grande, RJ, Silva (1998) percebeu que Symphyla ocorreu apenas na floresta secundária podendo, praticamente, o mesmo ser dito no caso de Pseudoscorpionida. Pseudoscorpionida foi encontrado na Restinga de Maricá na qual foi o segundo grupo mais representativo da fração Outros, atrás apenas de Homoptera (Oliveira, 1997), e apenas na área preservada da Restinga de Jurubatiba, RJ, em comparação com uma área de restinga degradada (Silva & Correia, 2000). Moço et al. (2005), em estudo de caracterização da distribuição vertical da fauna edáfica em duas épocas do ano (verão e inverno) e em cinco diferentes coberturas vegetais do Norte Fluminense (povoamento de eucalipto, floresta natural não preservada, floresta natural preservada, capoeira em regeneração e pasto), observaram que o grupo de pseudoscorpídeos somente foi encontrado na serrapilheira e no solo sob eucalipto e floresta preservada. Assim, informações a respeito da estrutura da comunidade de fauna edáfica são valiosas para o monitoramento do grau de degradação e de regeneração de ecossistemas, funcionando como eficiente indicador da qualidade do solo.

Não se percebeu nenhuma diferença estatística significativa com relação à densidade total de elementos da fauna do solo para todas as comparações realizadas, ou seja, para as serrapilheiras (SE), os solos (SO) e os totais dos dois FF, nem para a comparação serrapilheira x solo, em cada um dos FF (Tabela 4).

A Figura 1 ilustra a distribuição, por compartimentos (serrapilheira e solo), do percentual de participação dos cinco grupos da fauna do solo mais ativos em FF 1 e 2; todos os demais encontrados, cuja participação foi reduzida, foram agrupados sob a denominação Outros (OU). A atividade das formigas foi maior na serrapilheira (192 indivíduos m^{-2} ; 24%) que no solo (74 indivíduos m^{-2} ; 13%) em FF 1; este comportamento se inverteu em FF 2, pois sua atividade no solo foi maior (618 indivíduos m^{-2} ; 62%) que na serrapilheira (339 indivíduos m^{-2} ; 26%). No caso das larvas de Diptera, observou-se exatamente o oposto do que ocorreu com as formigas, enquanto em FF 1 sua atividade foi maior no solo (275 indivíduos m^{-2} ; 34%) que na serrapilheira (70 indivíduos m^{-2} ;

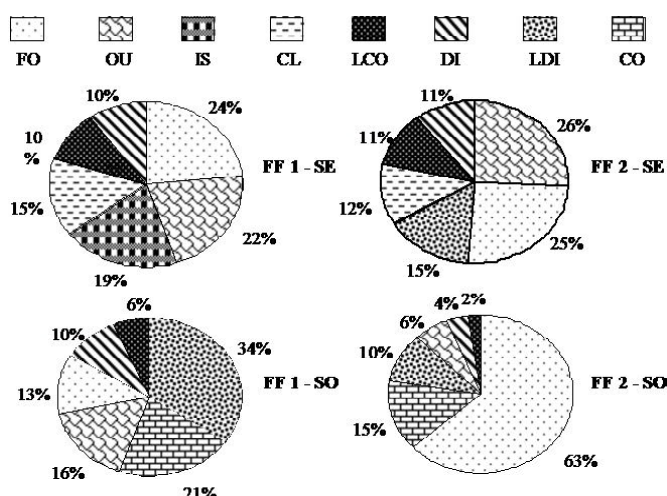
Tabela 4. Densidade total dos elementos da fauna do solo e número de indivíduos m^{-2} (\pm erro padrão) nos compartimentos serrapilheira (SE) e solo (SO) dos fragmentos florestais (FF) estudados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006¹

Table 4. Total density of the edaphic fauna elements number of individuals m^{-2} (\pm standard error) at litter (SE) and soil (SO) of the forest fragments (FF) studied in Restinga da Marambaia, RJ, in October, 2006¹

Compartimento	FF 1	FF 2
	(ind. m^{-2})	
SE	4.128 aA \pm 441,98	6.656 aA \pm 540,83
SO	2.960 aA \pm 328,74	4.912 aA \pm 531,96
Total	7.088 a \pm 691,17	11.568 a \pm 955,91

¹Valores médios de cinco repetições. Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Mann-Whitney ($\alpha < 0,05$).

¹Average values of five repetitions. Average followed by distinct letters, small ones in the line and capital ones in the column, differ by the test of Mann-Whitney ($\alpha < 0,05$)



FO = Formicidae; OU = Outros; IS = Isoptera; CL = Collembola; LCO = larva de Coleoptera; DI = Diptera; CO = Coleoptera; LDI = larva de Diptera

FO = Formicidae; OU = Others; IS = Isoptera; CL = Collembola; LCO = Coleoptera's larvae; DI = Diptera; CO = Coleoptera; LDI = Diptera's larvae

Figura 1. Porcentagem dos grupos da fauna edáfica encontrados na serrapilheira (SE) e no solo (SO) dos fragmentos florestais (FF) 1 e 2 da Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006

Figure 1. Percentage of edaphic groups in litter (SE) and soil (SO) of forest fragments (FF) 1 and 2 of Restinga da Marambaia, RJ, in October of 2006

8%), em FF 2 ela foi superior na serrapilheira (202 indivíduos m^{-2} ; 15%), em relação ao solo (99 indivíduos m^{-2} ; 10%). Os expressivos percentuais de participação das larvas e de adultos de Diptera na comunidade da fauna edáfica sugerem que os FF estudados da Restinga da Marambaia são locais importantes para a reprodução desta ordem.

Dentre os grupos abrangidos pela denominação Outros, aqueles que apresentaram maior percentual de atividade foram: larvas de Diptera (8,47%), Coleoptera (5,08%) e Heteroptera (2,66%), na serrapilheira de FF 1; Heteroptera (4,90%), Thysanoptera (2,70%) e Homoptera (2,70%), no solo de FF 1; Coleoptera (6,46%), Thysanoptera (3,38%) e Homoptera (3,16%), na serrapilheira de FF 2 e Homoptera (1,63%), Thysanoptera (1,02%) e Isopoda (1,02%), no solo de FF 2.

Do total de vinte e cinco grupos encontrados nas áreas estudadas da Restinga da Marambaia, observou-se que a maior parte dos grupos (17) não apresentou preferência por um dos compartimentos, já que ocorreram tanto na serrapilheira quanto no solo, enquanto os demais (8) apresentaram preferência pelo compartimento serrapilheira, entre os quais figuraram larvas e adultos de Lepidoptera, Blattodea, Enchytraeidae, Oligocheta, Orthoptera, Psocoptera e Symphyla. Não se notou ocorrência de grupos, que se restringiram apenas ao compartimento solo.

Com respeito à riqueza total de grupos da fauna do solo, houve diferença significativa apenas para a comparação entre as serrapilheiras das duas áreas, pois este compartimento se apresentou mais rico em FF 2 (25 grupos) do que FF 1 (16 grupos) (Tabela 5). Acredita-se que esses resultados possam ter ocorrido em virtude de diferenças significativas entre as áreas estudadas com relação à temperatura e umidade do solo (Tabela 6), que foram superiores em FF 2; essas condições podem ter influenciado tanto a atividade de um número maior de grupos da fauna do solo quanto a velocidade de decomposição da matéria orgânica que, possivelmente, é mais lenta em FF 2 devido ao maior hidromorfismo, promovendo maior acúmulo de matéria orgânica no solo neste fragmento e, portanto, favorecendo a alimentação.

Tabela 5. Relação da riqueza, diversidade e equabilidade dos grupos da fauna do solo nos compartimentos serrapilheira (SE) e solo (SO) e no total dos fragmentos florestais (FF) estudados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006¹

Table 5. Richness, diversity and uniformity of edaphic fauna groups at the compartments litter (SE), soil (SO) and total of forest fragments (FF) in Restinga da Marambaia, RJ, October of 2006¹

FF	Compartimento	Riqueza		
		total	Shannon	Equabilidade
1	SE	15 b	2,12	0,78
	SO	13 a	1,95	0,76
	Total	17 a	2,23	0,79
2	SE	24 a	2,31	0,73
	SO	14 a	1,31	0,50
	Total	24 a	2,05	0,64

¹Valores médios de cinco repetições. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste de Mann-Whitney ($\alpha < 0,05$).

¹Average values of five repetitions. Average followed by distinct letters in the line differ by the test of Mann-Whitney ($\alpha < 0,05$).

Tabela 6. Umidade gravimétrica (Ug) e temperatura (Temp) do solo dos fragmentos florestais (FF) estudados na Restinga da Marambaia, RJ, em outubro de 2006¹

Table 6. Soil moisture (Ug) and temperature (Temp) at studied forest fragments (FF) in Restinga da Marambaia, RJ, in October, 2006¹

FF	Ug (%)	Temp (°C)
1	35,0b	21,7b
2	53,6a	22,7a

¹Valores médios de cinco repetições. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste de Mann-Whitney ($\alpha < 0,05$).

¹Average values of five repetitions. Average followed by distinct letters in the line differ by the test of Mann-Whitney ($\alpha < 0,05$).

De posse dos dados a respeito do aporte de serrapilheira nas áreas estudadas (Tabela 2), pode-se verificar uma quantidade maior de serrapilheira entre os meses de janeiro e fevereiro de 2006, período no qual a precipitação média foi a mais elevada. Este período de maior aporte foi responsável por 29,6 e 25,9% de toda a serrapilheira, respectivamente, em FF 1 e FF 2. Por outro lado, em um dos momentos mais secos do período analisado, junho de 2006, notou-se a menor quantidade de serrapilheira; esses valores refletem uma semelhança entre as áreas investigadas quanto à quantidade da serrapilheira aportada ao solo e esta variável, provavelmente, não teria sido responsável pela diferença entre os FF quanto à riqueza dos grupos da fauna do solo.

Também foi descartada a hipótese de que esta diferença tivesse sido fruto da diversidade florística entre as áreas pois, após análise dos dados contidos nas Tabelas 1 e 2, percebeu-se que dezenove famílias, vinte e três gêneros e vinte e quatro espécies, foram comuns a ambos os fragmentos; Myrtaceae foi a família botânica com maior riqueza de espécies e maior número de indivíduos, em ambos os FF; quatro das cinco espécies com maior valor de importância (VI) foram comuns a ambas as áreas. A semelhança entre os fragmentos quanto à cobertura vegetal levou a crer que a temperatura e o grau de umidade do solo estariam mais fortemente envolvidos na determinação das sutis diferenças observadas entre as áreas estudadas, com relação à estrutura da comunidade da fauna do solo.

Lima & Correia (2000) compararam a comunidade da fauna do solo entre três áreas: duas florestas secundárias de Mata Atlântica, sendo uma com 45 e a outra com 15 anos de regeneração, e um pasto adjacente, no Estado do Rio de Janeiro. Houve diferenças apenas entre os sistemas mais extremos – floresta e pasto. As áreas de floresta, as quais apresentaram os maiores valores de riqueza, diversidade e equabilidade dos grupos, não diferiram entre si; isto ocorreu, segundo os autores, porque não houve diferença na diversidade da cobertura vegetal entre as duas áreas e em virtude da amostragem ter sido realizada no final do período seco, quando as populações da fauna do solo estão mais baixas, o que teria mascarado as possíveis diferenças entre ambas.

Tanto em FF 1 quanto em FF 2 a diversidade de grupos da fauna do solo foi superior no compartimento serrapilheira. Este comportamento pode ter sido decorrente da maior oferta alimentar na serrapilheira, que proporcionou a sobrevivência e o desenvolvimento dos organismos (Martinho et al., 2004). Ao se contrastar os fragmentos, observou-se que, apesar de FF 2 ter contado com uma riqueza total maior de grupos (24) que FF 1 (17), este último apresentou os maiores valores do índice de Shannon para o solo (1,95) e para o total (serrapilheira + solo) verificado neste fragmento (2,23), em comparação com FF 2 (respectivamente, 1,31 e 2,05), em função da baixa equabilidade dos grupos da fauna do solo em FF 2, reflexo da dominância de formigas nesta área (Tabela 5).

Pelo menos aparentemente, as formigas se constituem nos animais dominantes em diversas comunidades bióticas, especialmente nas florestas, estando aqui incluídas as restingas, em função do elevado número de espécies e da numerosa po-

pulação que sai de cada ninho em busca vigorosa por alimento (Gonçalves & Nunes, 1984).

Os FF estudados demonstraram um equilíbrio e bom funcionamento do ecossistema da Restinga da Marambaia, pois foram encontrados grupos que costumam se restringir apenas a áreas livres de perturbação, além do fato de que a diversidade e a riqueza da fauna edáfica nas áreas demonstraram haver complexidade estrutural desta comunidade. A semelhança dos FF quanto à qualidade do solo, foi atestada pela ausência de diferenças significativas entre eles em relação ao número total de elementos da fauna do solo coletados e quanto ao número de grupos observados. Houve certa diferença entre os fragmentos referente à diversidade, fruto da menor equitabilidade dos grupos da fauna do solo em FF 2, o que ocorreu em função da elevada atividade de formigas neste sítio. Acredita-se que este fato tenha sido um reflexo mais das condições edáficas (saturação e temperatura do solo), já que não se considerou haver grandes diferenças entre as áreas quanto à qualidade e quantidade da serrapilheira.

Devido aos poucos trabalhos de caracterização da comunidade da fauna edáfica realizados em ambientes de Restinga, houve certa dificuldade de comparação dos dados desta pesquisa com os de outros autores. Seria interessante a realização de estudos que permitissem a comparação dos resultados obtidos neste trabalho com os de outras fisionomias vegetais dentro da própria Restinga da Marambaia, verificando a variabilidade da ocorrência dos diversos grupos de organismos em função não só das condições edáficas mas também da cobertura vegetal diferenciadas. Um outro tópico relevante se refere ao levantamento comparativo entre a fauna edáfica das Restingas e o de outras formações vegetais, a fim de que se testasse o padrão geral estabelecido para as comunidades vegetais e de vertebrados, o qual apregoa que tais comunidades são uma extensão da distribuição generalizada de espécies que ocorrem em outros ecossistemas, como: Mata Atlântica, Floresta Amazônica, Caatinga e Cerrado, como foi verificado por Vasconcellos et al. (2005) no caso de cupins.

CONCLUSÕES

Os FF da Restinga da Marambaia diferiram entre si sob alguns aspectos: FF 2, que se caracterizou pelo maior hidromorfismo, apresentou maior densidade de indivíduos e maior riqueza de grupos, enquanto FF 1 mostrou maior diversidade de grupos, a qual foi reflexo direto da maior equitabilidade de grupos em FF 1, pois o elevado contingente de apenas um grupo em FF 2, no caso Formicidae, praticamente determinou este resultado.

De maneira geral, o grupo da fauna mais abundante na Restinga foi Formicidae, seguido de Diptera, evidenciando a importância dos mesmos para o ecossistema estudado.

Não existiu uma preferência marcante dos grupos da fauna do solo em relação a um dos compartimentos estudados (solo/serrapilheira).

A fauna do solo pode ser considerada um bom indicador da qualidade e saúde do solo e, conseqüentemente, do ecos-

istema, uma vez que foi notada a presença de grupos que só são percebidos em ambientes não perturbados, demonstrando o estado de equilíbrio e o bom funcionamento do ecossistema da Restinga da Marambaia.

LITERATURA CITADA

- Alves, G. C.; Correia, M. E. F.; Silva, B. A. O.; Varanda, E. M. Comunidades de fauna do solo associadas a diferentes espécies vegetais em um ecossistema de restinga. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 13., Brasília, DF, 1999. Resumos... CD-Rom.
- Aquino, A. M.; Silva, E. M. R.; Sagguin Junior, O.; Rumjanek, N.; De-Polli, H.; Reis, V. M. A biota do solo e processos relevantes num novo contexto da agricultura. In: Wadt, P. G. S. (ed.). Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 635p.
- Araújo, D. S. D.; Lacerda, L. D. A natureza das Restingas. *Ciência Hoje*, v. 6, n. 33, p. 42-48, 1987.
- Assad, M. L. L. Fauna do solo. In: Vargas, M. A. T.; Hungria, M. (org.). *Biologia dos solos dos Cerrados*. Planaltina, DF: EMBRAPA - CPAC, 1997. p. 363-443.
- Bueno. Naufragos, traficantes e degredados. As primeiras expedições ao Brasil. Rio de Janeiro: Ed. Objetiva, 1999. 200p.
- Capobianco, J. P. R. Mata Atlântica: Conceito, abrangência e área original. In: Schäffer, W. B.; Prochnow, M. (org.). *A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira*. Brasília: APREMAVI, 2002. p. 111-123.
- Correia, M. E. F. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre estabilidade dos ecossistemas. Seropédica: Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Embrapa-CNPAB), 2002. 33p. Embrapa Agrobiologia. Documentos 156
- Correia, M. E. F. Organização da comunidade de macroartrópodos edáficos em um ecossistema de Mata Atlântica de tabuleiros, Linhares (ES). Rio de Janeiro: UFRJ. 1994. 92p. Dissertação de Mestrado
- Correia, M. E. F.; Andrade, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G. A.; Camargo, F. A. O. (ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.197-225.
- Correia, M. E. F.; Oliveira, L. C. M. Fauna de solo: aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Embrapa-CNPAB), 2000. 46p. (Embrapa Agrobiologia. Documento nº. 112).
- Doran, J. W.; Zeiss, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, v. 15, p. 3-11, 2000.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas em Solos. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, RJ, 1997. 212p.
- Garay, I. Relations entre l'hétérogénéité des litières et l'organisation des peuplements d'arthropodes édaphiques. Paris: École Normale Supérieure, 1989. Publications du Laboratoire de Zoologie, n. 35.

- Giller, P. The diversity of soil communities, the “poor man’s tropical rainforest”. *Biodiversity and Conservation*, v. 5, p. 135-168, 1996.
- Gonçalves, C. R.; Nunes, A. M. Formigas das praias e restingas do Brasil. In: Lacerda, L. D.; Araújo, D. S. D.; Turcq, B. (org.). *Restingas: origem, estrutura, processos*. Niterói, RJ: CEUFF, 1984. p. 373-378.
- Hay J. D.; Lacerda, L. D. Ciclagem de nutrientes do ecossistema de Restinga. In: Lacerda, L. D.; Araújo, D. S. D.; Turcq, B. (org.) *Restingas: origens, estrutura, processos*. Niterói: CEUFF, 1984. p. 459-475.
- Holloway, J. D.; Stork, N. D. The dimensions of biodiversity: the use of invertebrates as indicators of human impact. In: Hawksworth, D.L.(ed.). *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture*. Wallingford, 1991. p. 37-63.
- Lima, D. A.; Correia, M. E. F. Densidade e diversidade da fauna de solo em áreas de vegetação secundária de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. In: *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*, 13., Ilhéus, BA, 2000. Resumos... CD-Rom.
- Martinho, A. F.; Pereira, M. G.; Menezes, L. F. T.; Fernandes, M. M.; Durães, E. M. Mesofauna edáfica em uma área de Floresta Atlântica na Restinga da Marambaia (RJ). In: *Jornada de Iniciação Científica da UFRuralRJ*, 14, Seropédica, RJ, 2004. Anais... Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. v. 14, n. 1, p. 52-54.
- Mattos, C. L. V. Caracterização climática da Restinga da Marambaia. In: Menezes, L. F. T.; Peixoto, A. L.; Araújo, D. S. D. (ed.). *História natural da Marambaia*. Seropédica: EDUR, RJ. 2005. p. 55-66.
- Menezes, L. F. T.; Araújo, D.S.D. Formações vegetais da restinga de Marambaia - RJ. In: Menezes, L. F. T., Peixoto, A.L.; Araújo, D.S.D. (ed.). *História natural da Marambaia*. Seropédica: EDUR. 2005. p. 67-120.
- Menezes, L. F. T.; Araújo, D. S. D.; Goes, M. H. B. Marambaia: a última restinga preservada. *Ciência Hoje*, v. 23, n. 136, p. 28-37, 1998.
- Moço, M. K. S.; Gama-Rodrigues, E. F.; Gama-Rodrigues, A. C. G.; Correia, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte-Fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 555-564, 2005.
- Odum, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434p.
- Oliveira, L. C. M. Caracterização da comunidade de macroartrópodos edáficos em uma mata de restinga, Maricá (RJ). Rio de Janeiro: UFRJ, 1997. 92p. Dissertação de Mestrado
- Pereira, L. A.; Xerez, R.; Pereira, A. M. C. Ilha da Marambaia (baía de Sepetiba, RJ): resumo fisiográfico, histórico e importância ecológica atual. *Ciência e Cultura*, v. 42, n. 5-6, p. 384-389, 1990.
- Roncarati, H.; Menezes, L. F. T. Marambaia, Rio de Janeiro: origem e evolução. In: Menezes, L. F. T.; Peixoto, A. L.; Araújo, D. S. D. (ed.). *História natural da Marambaia*. Seropédica: EDUR, RJ. 2005. p. 15-38.
- Silva, R. F. Roça caiçara: dinâmica de nutrientes, propriedades físicas e fauna do solo em um ciclo de cultura. Seropédica: UFRRJ. 1998. Dissertação de Mestrado
- Silva, E. M. R.; Correia, M. E. F. Fungos micorrízicos arbusculares e fauna de solo no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. In: *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*, 13., Ilhéus, BA, 2000. Resumos... CD-Rom.
- Silva, C. F.; Lopes, C. E. P.; Pereira, M. G.; Silva, E. M. R.; Correia, M. E. F. Invertebrados do solo como indicadores da qualidade do solo em áreas de agricultura tradicional no entorno do Parque Estadual da serra do Mar em Ubatuba (SP). In: *Reunião Brasileira de Biologia do Solo*, 5., FERTBIO, Lages, SC, 2004. Resumos... CD-Rom.
- Soares, J. J. Levantamento fitossociológico de uma faixa litorânea do Rio Grande do Sul, entre Tramandaí e Praia do Barco. In: Lacerda, L. D.; Araújo, D. S. D.; Turcq, B. (org.) *Restingas: Origens, estrutura, processos*. Niterói: CEUFF, 1984. p.381-394.
- Suguió, K.; Tessler, M. G. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: Lacerda, L. D.; Araújo, D. S. D.; Turcq, B. (org.) *Restingas: origens, estrutura, processos*. Niterói: CEUFF, 1984. p. 15-25.
- Vasconcellos, A.; Mélo, A. C. S.; Segundo, E. M. V.; Bandeira, A. G. Cupins de duas florestas de Restinga do nordeste brasileiro. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 95, n. 2, p. 127-131, 2005.