

UFRRJ
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
ANIMAL

DISSERTAÇÃO

**Ecologia de parasitóides (Diptera: Phoridae) de *Atta*
robusta Borgmeier, 1939 (Hymenoptera:
Formicidae) em ambiente de restinga**

Diego da Silva Gomes

2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

ECOLOGIA DE PARASITÓIDES (DIPTERA: PHORIDAE) DE *Atta robusta* BORGMEIER, 1939 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM AMBIENTE DE RESTINGA

DIEGO DA SILVA GOMES

Sob a Orientação do Professor
Jarbas Marçal de Queiroz

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração em Ciências Biológicas.

Seropédica, RJ
Abril de 2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

DIEGO DA SILVA GOMES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**,
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, área de Concentração em Ciências
Biológicas.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/04/2011

Jarbas Marçal de Queiroz. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Omar Eduardo Bailez. Prof. Dr. UENF

Elen de Lima Aguiar Menezes. Dra. UFRRJ

Dedicatória

“Dedico este trabalho à minha
esposa Ana Paula e ao meu filho
Breno”

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus por me ajudar nos momentos mais difíceis.

À minha esposa, Ana Paula, que sempre esteve ao meu lado durante o desenvolvimento deste trabalho.

À minha mãe, Ana Maria, ao meu pai, Altamir e aos meus irmãos, Thieberson, Wisley, Patrick e Shelen, pelos ensinamentos e apoio para a minha formação pessoal.

Ao Prof. Dr. Jarbas Marçal de Queiroz, pela orientação, paciência e auxílio em minha formação profissional.

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e à CAPES, pela bolsa concedida.

Ao CAEx (Centro de Adestramento do Exército), em especial ao Cel. Cardoso e ao General Rodrigo Ballboussier Ratton pela permissão de coleta na restinga da Marambaia.

À Gerência de Gestão das Unidades de Conservação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente da cidade do Rio de Janeiro pela autorização de coleta no Parque Natural Municipal de Marapendi.

Ao Dr. Brian Brown, pela identificação dos exemplares de forídeos.

Ao professor Antônio José Mayhé-Nunes, pelo auxílio preliminar na identificação de *Atta robusta*.

A todos os professores do Instituto de Biologia e da Pós Graduação em Biologia Animal pelos ensinamentos que me fizeram chegar até aqui.

Aos colegas de curso e demais pessoas, Fábio, André, Leandro, Renata, Juliana, Luana, Luciano, Rodrigo, Julio, Jardel, Thiago, Mayara, Michele, Leonardo, Gabriel, Christian, Rafael, Sr. Jarbas, Sérgio, Zacarias, Antônio Custódio, Edmar, pela convivência durante o período em que estive na UFRRJ.

RESUMO

GOMES, Diego da Silva. **Ecologia de parasitóides (Diptera: Phoridae) de *Atta robusta* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em ambiente de restinga.** 2011. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Biologia Animal). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

A formiga cortadeira *Atta robusta* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) é uma espécie endêmica de ambientes de restinga existentes entre os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Porém, com a fragmentação deste ambiente e conseqüente perda da área nativa, devido principalmente ao crescimento urbano, esta espécie corre sério risco de extinção, tornando-se imprescindíveis estudos que visem auxiliar na compreensão de sua ecologia, como a ação de forídeos parasitóides (Diptera: Phoridae). Este estudo teve como objetivo principal estudar possíveis associações destas moscas com *A. robusta*. Durante o período entre junho de 2009 e outubro de 2010 foram estudados dois ambientes de restinga na cidade do Rio de Janeiro: Parque Marapendi e restinga da Marambaia. Em cada um destes ambientes foram escolhidas duas áreas (com composição vegetal diferenciada), uma aberta e mais degradada, e outra fechada, mais preservada. Em cada área foram escolhidas nove colônias de *A. robusta*, totalizando 36 colônias nas quatro áreas dos dois ambientes. Cada dia de coleta de dados constou de seis horas de observação, divididas em oito tempos de 45 minutos. Estas observações foram feitas em trilhas e em olheiros, de forma consecutiva, sempre se iniciando pelos olheiros. Os 15 primeiros minutos de cada tempo foram para verificar o tráfego de formigas e os 30 minutos restantes, para captura de forídeos que atacavam *A. robusta*. Variáveis ambientais (temperatura e umidade) foram anotadas, bem como o local de ataque (trilha e olheiro). Foram coletados 73 forídeos de duas espécies: *Neodohrniphora* sp. nov. (46 indivíduos) e *Myrmosicarius* sp. (27 indivíduos). A primeira espécie foi confirmada como uma nova espécie e foi mais frequente em áreas de restinga mais fechadas, enquanto a segunda, em áreas abertas. As duas espécies atacam em trilhas e olheiros. O número de indivíduos de *Myrmosicarius* sp. foi influenciado negativamente pela temperatura e positivamente pela umidade relativa do ar. No caso de *Neodohrniphora* sp. nov., todas as regressões relacionando o número de indivíduos capturados com as variáveis estudadas foram não significativas. As espécies de forídeos parecem estar associadas a áreas específicas de restinga, na qual temperatura e umidade são fatores limitantes da atuação dos parasitóides *Myrmosicarius* sp., porém não regulam o comportamento parasitóide de *Neodohrniphora* sp. nov.

Palavras chave: forídeo, formiga, *Myrmosicarius*, *Neodohrniphora*

ABSTRACT

GOMES, Diego da Silva. **Ecology of parasitoids (Diptera: Phoridae) of *Atta robusta* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) in restinga environment.** 2011. 49f. Dissertation (Master's in Sciences, Animal Biology). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

The leaf cutter ant *Atta robusta* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) is an endemic species existent in restinga environment between States of Rio de Janeiro and Espírito Santo. However, with the fragmentation of this environment and consequent loss of the native area, owed due mainly to the urban growth, this species takes serious extinction risk, becoming indispensable studies that seek auxiliary in the understanding of your ecology, as the action of parasitoids phorids (Diptera: Phoridae). This work had as main objective to study possible associations of these flies with *A. robusta*. During the period between June 2009 and October 2010 two restinga environment were studied in the city of Rio de Janeiro: Parque Marapendi and restinga da Marambaia. In each environment they two areas were chosen (with differentiated vegetable composition), an open and more degraded, and another closed, more preserved. In each area nine colonies of *A. robusta* were chosen, totaling 36 colonies in the four areas of the two environments. Every day of data collection consisted of six hours of observation, divided in eight times of 45 minutes. These observations were made in trails and entrance of the nests, in a consecutive way, always beginning for the entrance nests. In the first ones 15 of each time were to verify the traffic of ants and the 30 remaining minutes, for capture of the phorids that attacked *A. robusta*. Environmental variables (temperature and humidity) were logged, as well as the attack place (trails and nests entrances). Seventy three phorid flies of two species were collected: *Neodohniphora* sp. (46 individuals) and *Myrmosicarius* sp. (27 individuals). The first one was confirmed as a new species and it was more frequent in more closed restinga areas, while the second, with open areas. The two species attack in trails and entrance of the nests. The number of individuals of *Myrmosicarius* sp. was influenced negatively with the temperature and positively with the relative humidity of the air. In the case of *Neodohniphora* sp. nov., all the regressions relating the number of individuals captured with the studied variables were not significant. The phorid species appear to be linked to specific areas of restinga, in which temperature and humidity are factors limiting the performance of parasitoids *Myrmosicarius* sp., but do not regulate the behavior of parasitoid *Neodohniphora* sp nov.

Key words: phorid, ant, *Myrmosicarius*, *Neodohniphora*

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Alguns exemplos de espécies de formigas cortadeiras do gênero *Atta* e seus respectivos forídeos parasitóides, além das características de sua atuação, como local de ataque, local de oviposição, desenvolvimento da larva e formação da pupa. 9
- Tabela 2.** Número de forídeos das espécies *Neodohniphora* sp. nov. e *Myrmosicarius* sp. coletado nas áreas abertas e fechadas da restinga da Marambaia e do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ninho de <i>Atta robusta</i> encontrado na área fechada do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.	11
Figura 2. Restinga da Marambaia e Parque Marapendi. Rio de Janeiro, Brasil.	12
Figura 3. Parque Natural Municipal Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.	13
Figura 4. Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.	14
Figura 5. Área fechada da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.	16
Figura 6. Área aberta da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.	16
Figura 7. Área fechada do Parque Natural Municipal Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.	17
Figura 8. Área aberta nas proximidades do Parque Natural Municipal Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.	17
Figura 9. <i>Myrmosicarius</i> sp. coletado em áreas abertas do Parque Marapendi e restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.	21
Figura 10. <i>Neodohniphora</i> sp. coletado em áreas fechadas do Parque Marapendi e restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.	22
Figura 11. Operária mínima de <i>A. robusta</i> sobre fragmento de folha transportado por operária maior.	24
Figura 12. Fragmentos vegetais deixados sobre olheiro em ninho de <i>Atta robusta</i> encontrado na área aberta do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.	25
Figura 13. Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie <i>Myrmosicarius</i> sp. coletado em cada um dos oito tempos na área aberta da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2009.	26
Figura 14. Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie <i>Myrmosicarius</i> sp. coletado em cada um dos oito tempos na área aberta do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010.	26
Figura 15. Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie <i>Myrmosicarius</i> sp. coletado em cada um dos oito tempos na área aberta da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2009.	27

- Figura 16.** Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletado em cada um dos oito tempos na área aberta do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 28
- Figura 17.** Regressão linear entre tráfego de formigas na trilha e no olheiro e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletado em cada um dos oito tempos na área aberta da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2009. 29
- Figura 18.** Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e no olheiro e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletado em cada um dos oito tempos na área aberta do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 29
- Figura 19.** Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletado em cada um dos oito tempos nas duas áreas abertas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 30
- Figura 20.** Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletado em cada um dos oito tempos nas duas áreas abertas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 31
- Figura 21.** Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e no olheiro e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletados em cada um dos oito tempos nas duas áreas abertas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 31
- Figura 22.** Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. coletado em cada um dos oito tempos na área fechada da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2010. 32
- Figura 23.** Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. coletado em cada um dos oito tempos na área fechada do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 33
- Figura 24.** Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. coletado em cada um dos oito tempos na área fechada da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2010. 33
- Figura 25.** Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. coletado em cada um dos oito tempos na área fechada do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 34

- Figura 26.** Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e olheiro e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. coletado em cada um dos oito tempos na área fechada da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2010. 34
- Figura 27.** Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e olheiro e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. coletados em cada um dos oito tempos na área fechada do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 35
- Figura 28.** Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. coletado em cada um dos oito tempos nas duas áreas fechadas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 36
- Figura 29.** Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. coletado em cada um dos oito tempos nas duas áreas fechadas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 36
- Figura 30.** Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e no olheiro e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. coletado em cada um dos oito tempos nas duas áreas fechadas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010. 37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 <i>Atta robusta</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae)	4
2.2 Inimigos Naturais de Formigas Cortadeiras	5
2.3 Forídeos Parasitóides de Formigas	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Área de Estudo	11
3.2 Coleta de Dados	15
3.3 Análise de Dados	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÕES	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

Restingas são ambientes encontrados na costa brasileira, pertencentes ao domínio de Mata Atlântica, caracterizados por conter solos arenosos e diferentes fitofisionomias de composição florística herbácea, arbustiva e arbórea (ARAÚJO, 2000; MENEZES & ARAÚJO, 2005). Estão enquadradas como Áreas de Preservação Permanente-APP, pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4771, de 15/09/1965), não podendo ser devastadas, de acordo com a alínea “f” do art. 2º.

No entanto, nas últimas décadas, a pressão humana sobre esses ambientes acarretou em diminuição de sua área natural. No Estado do Rio de Janeiro existem 21 ambientes de restinga de diferentes tamanhos e formados, na maioria das vezes, por pequenos fragmentos, que totalizam uma área aproximada de 60 mil hectares (ROCHA et al., 2007). Durante o período de 1984 a 1999 houve perda de cerca de 30% da cobertura vegetal nas restingas deste Estado (PCRJ, 2000 *apud* ZAMITH & SCARANO, 2006). Rocha et al. (2007) verificou que as principais causas responsáveis por esta degradação são: a remoção de sua vegetação para desenvolvimento imobiliário; o estabelecimento de espécies vegetais exóticas; a alteração do substrato original; e a coleta seletiva de espécies vegetais de interesse paisagístico.

Tal degradação e o possível desaparecimento desses ambientes no futuro fazem com que estudos sejam endereçados às estratégias de defesa e conservação de suas espécies endêmicas, as quais precisam ser conhecidas. *Atta robusta* Borgmeier (Hymenoptera: Formicidae), conhecida popularmente como saúva-preta, pertence ao grupo das formigas cortadeiras e é um exemplo de espécie endêmica das restingas. Está no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção do IBAMA (FOWLER, 1995; FOWLER et al., 1996; MACHADO et al., 2008) devido ao contexto atual em que se encontram esses ambientes.

O conhecimento da biologia de *A. robusta* ainda é limitado, pois a maioria dos estudos com formigas cortadeiras foi realizado com as espécies de importância econômica para a agricultura (VILELA, 1986; DELLA LUCIA & VILELA, 1993). Portanto, estudos biológicos e populacionais de *A. robusta* tornam-se importantes para subsidiar as discussões em torno de seu status de conservação e também auxiliar na compreensão da ecologia de formigas cortadeiras de modo geral. As formigas cortadeiras, incluindo *A. robusta*, são importantes

elementos na cadeia alimentar, servindo como hospedeiros ou presas de diferentes inimigos naturais (DIEHL-FLEIG & SILVA, 1994; HERTEL & COLLI, 1998; JACCOUD et al., 1999) como os forídeos parasitóides (Diptera: Phoridae) (TONHASCA, 1996; TONHASCA & BRAGANÇA, 2000; TONHASCA et al. 2001; GAZAL et al. 2009). As operárias das formigas servem de alimento para as fases imaturas do parasitóide, utilizando o seu corpo como hospedeiro, ovipositando em partes específicas. Dependendo da espécie, o desenvolvimento do parasitóide pode ocorrer em diferentes partes do corpo da formiga. A larva do parasitóide se alimentará dos conteúdos internos destas partes, resultando em morte da formiga (ERTHAL & TONHASCA 2000; BRAGANÇA & MEDEIROS 2006). No caso de forídeos parasitóides do gênero *Pseudacteon* Coquillett, as larvas migram para a cabeça e, devido a isso, as espécies são conhecidas como moscas decaptadoras. (PORTER et al., 1995; PORTER, 1998).

Atualmente são conhecidos quatro gêneros de forídeos que parasitam outras formigas cortadeiras do gênero *Atta* (L.): *Neodohniphora* Malloch, *Myrmosicarius* Borgmeier, *Apocephalus* Coquillett e *Allochaeta* Borgmeier. Segundo trabalho de revisão realizado por BRAGANÇA (2007), sete espécies de *Atta* e cinco de *Acromyrmex* Mayr são parasitadas por aproximadamente 35 espécies de forídeos. No entanto, as moscas não são parasitóides exclusivos de cortadeiras, podendo utilizar diversas espécies de outros grupos de formigas como hospedeiros. Tem-se como exemplo, forídeos do gênero *Pseudacteon* Coquillett, que parasitam *Azteca instabilis* (F. Smith) (PHILPOTT et al., 2004), *Linepithema humile* (Mayr) (ORR & SEIKE, 1998) e *Solenopsis invicta* (ALMEIDA & QUEIROZ, 2009)

Variáveis ambientais como temperatura, umidade e luminosidade, além de fatores bióticos, como tamanho da cápsula cefálica e tráfego de formigas, parecem ser fatores limitantes da atuação desses parasitóides. Estudos demonstram que espécies de forídeos preferem ovipositar em condições ambientais mais favoráveis. Tais condições, bióticas ou abióticas, são responsáveis pelo sucesso da atuação do parasitóide e posterior desenvolvimento das formas imaturas. (PESQUERO et al., 1996; CALCATERRA et al., 2005; BRAGANÇA et al., 2008; ALMEIDA & QUEIROZ, 2009).

O presente estudo teve como objetivo verificar, em ambientes de restinga no Município do Rio de Janeiro, a ação de forídeos parasitóides sobre a espécie *A. robusta*. Foi estudada a influência de fatores abióticos (temperatura e umidade relativa do ar) e fatores

bióticos (tráfego de formigas em olheiros e trilhas) na atividade desses parasitóides e avaliada a influência da estrutura do ambiente (áreas abertas e fechadas) na ocorrência dos forídeos parasitóides e local de ataque às formigas (olheiro ou trilha).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Atta robusta* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae)

O grupo das formigas cortadeiras, formados pelos gêneros *Atta* (L.) e *Acromyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae), é muito conhecido devido à capacidade que tem de cortar folhas, flores além de outros componentes vegetais. Com este material, cultivam seu fungo simbionte que posteriormente servirá de alimento para toda a colônia (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). No Brasil, as formigas do gênero *Atta* são popularmente conhecidas como saúvas (MARICONI, 1970).

A literatura referente às formigas cortadeiras, principalmente as saúvas, é extensa e uma grande parte dá ênfase principalmente a sua importância econômica devido aos danos que algumas espécies causam aos sistemas agrícolas (VILELA, 1986; DELLA LUCIA & VILELA, 1993; DELLA LUCIA & ARAUJO, 2000). Porém, existem algumas espécies que são exceção, não invadindo agroecossistemas. Entre elas está uma espécie cuja literatura é escassa, tornando seu conhecimento limitado, denominada *Atta robusta*, também conhecida como saúva-preta (BORGMEIER, 1939).

A. robusta tem sido comumente encontrada em ambientes de restinga e parece ser este seu único habitat (GONÇALVES & NUNES, 1984; TEIXEIRA et al., 2003; TEIXEIRA & SCHOEREDER, 2003; TEIXEIRA et al., 2004). Seus ninhos são mais superficiais e espalhados que os de outras formigas do mesmo gênero (FOWLER, 1995; FOWLER, et al., 1996) e são formados por montículos de areia solta em forma de cratera com área que pode ultrapassar 200 m² (TEIXEIRA et al., 2008). Teixeira & Schoereder (2003) atribuíram a endemidade a uma possível dependência da cobertura vegetal presente em ambientes de restinga para manterem a temperatura e umidade necessárias para o cultivo de seu fungo simbiótico.

Um papel importante desempenhado por *A. robusta* junto aos ambientes de restinga é o auxílio na dispersão de sementes, chamada de mirmecocoria, processo pelo qual as formigas acabam, também, promovendo a limpeza das sementes, eliminando os fungos presentes, aumentando, desta forma, a taxa de germinação (TEIXEIRA, 2007). Além disto, a espécie

pode ser usada como indicadora em estudos de distúrbio e regeneração da vegetação local, pois a densidade de seus ninhos está correlacionada com a densidade de cobertura da vegetação através da copa das árvores ao contrário do padrão descrito para a maioria das espécies deste gênero (TEIXEIRA & SCHOEREDER, 2003).

Gonçalves & Nunes (1984) verificaram a ocorrência de *A. robusta* no litoral do Estado do Rio de Janeiro e perceberam que ela está presente desde São João da Barra até a restinga da Marambaia. Fowler et al. (1996) investigaram a distribuição desta espécie de formiga no litoral do Estado do Rio de Janeiro, com base na literatura obtida por Borgmeier (1939) e Mariconi (1970). Os autores encontraram colônias dessa espécie na Ilha do Fundão, um ambiente antropizado, concluindo que ela pode coexistir com o homem. Em estudos mais recentes, Teixeira et al. (2004) verificaram a ocorrência desta espécie em diversas localidades no Estado do Espírito Santo e Vargas et al. (2007) encontraram-na em três diferentes fitofisionomias em que trabalharam na restinga da Marambaia, Estado do Rio de Janeiro. Em estudo no Município de Ubatuba, litoral norte de São Paulo, Santos (2008) não encontrou essa espécie em ambientes de restinga da região. Além disto, não há registros de que a saúva preta habita restingas do Estado da Bahia e ao que tudo indica, sua distribuição geográfica é limitada ao Rio de Janeiro e Espírito Santo.

O Ministério do Meio Ambiente incluiu *Atta robusta* na lista de espécies ameaçadas de extinção (MACHADO et al., 2008). Para Fowler (1995) e Fowler et al. (1996) tal risco ocorre devido aos distúrbios causados pelo homem sobre a vegetação de restinga.

2.2 Inimigos Naturais de Formigas Cortadeiras

Inimigos naturais são organismos que matam, diminuem o potencial reprodutivo ou reduzem, de alguma outra maneira, o número de indivíduos de algum outro organismo (FLINT et al., 1998). Eles são classificados em patógenos, predadores, parasitos ou parasitóides (SCHOWALTER, 2006). Alguns vertebrados utilizam formigas cortadeiras como fonte de alimento, atuando como predadores. É o caso de tamanduás, tatus, sapos, rãs, pererecas e lagartos. Aves domésticas e pássaros como galinhas, gaviões, anas, pardais, sabiás alimentam-se de iças em dias de revoada, atacando-as em pleno vôo ou no solo, quando a rainha está perfurando ou procurando por lugar ideal para fazer a colônia (MARICONI 1977). Há também insetos predadores, como espécies de formigas do gênero *Solenopsis* que invadem

o ninho de certas espécies de cortadeiras e matam as formas adultas para roubar as formas imaturas que, posteriormente, servirão de alimento (MARICONI, 1977). Outro exemplo de predador é o besouro *Canthon virens* Mannerhein (Coleoptera: Scarabacidae), que preda *Atta laevigata* (Smith). Durante a época de revoada, após captura e decapitação de rainhas grávidas, esses besouros utilizam o gáster dessas formigas para oviposição e posterior fonte de alimento para suas larvas (HERTEL & COLLI, 1998). Porém, segundo Silveira et al. (2006), há uma baixa eficiência de predação de *C. virens* sobre *A. laevigata*, possivelmente devido à capacidade que estas formigas têm de remover este besouro de sua parte dorsal.

Além dos animais vertebrados e invertebrados, microorganismos, como algumas espécies de fungos, controlam naturalmente o tamanho das populações de formigas cortadeiras. São denominados patógenos ou entomopatógenos, grupo dos quais fazem parte os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metsche) Sorokin e *Paecilomyces farinosus* (Holmsk.), os quais vêm sendo estudados para o controle biológico de formigas dos gêneros *Acromyrmex* Mayr e *Atta* (L.) (DIEHL-FLEIG & SILVA, 1994; JACCOUD et al., 1999). Loureiro & Monteiro (2005), em laboratório, encontraram resultados significativos da patogenicidade destes fungos sobre *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus).

Alguns microorganismos podem afetar as formigas eliminando o fungo simbionte. É o que ocorre com os fungos das espécies *Trichoderma viride* Pers. e *Scovopsis weberi* J. J. Muchovej & Della Lucia. O primeiro tem efeito antagonista e o segundo é um fungo parasita (BOT et al., 2001; LOPEZ & ORDUZ, 2003; REYNOLDS & CURRIE, 2004).

2.3 Forídeos Parasitóides de Formigas.

As moscas parasitóides da família Phoridae (Diptera) utilizam formigas como hospedeiros para completar seu ciclo de vida. O parasitoidismo é exclusivo de insetos e combina atributos de predação e parasitismo (SCHOWALTER, 2006). Os parasitóides necessitam de um hospedeiro para complementar seu desenvolvimento em adulto (GALLO et al., 1988).

A maioria dos estudos desenvolvidos até agora envolve o gênero *Pseudacteon* como parasitóides de formigas do gênero *Solenopsis* Westwood (ORR et al., 1995; PESQUERO et

al., 1996; MORRISON et al., 1997; MORRISON et al., 2000; MORRISON & PORTER, 2005). Principalmente devido aos danos que este grupo de formigas causa às pessoas e a plantas e animais em agroecossistemas (PORTER et al. 1995; PORTER & BRIANO, 2000). No entanto, Morehead & Feener (2000) estudaram o parasitoidismo de *Apocephalus paraponerae* Borgmeier sobre a formiga *Paraponera clavata* (Fabricius) e Orr & Seike (1998) verificaram a atividade de forídeos parasitóides do gênero *Pseudacteon* Coquillett sobre a formiga Argentina *Linepithema humile* (Mayr).

Os forídeos de formigas cortadeiras possuem várias características comportamentais e biológicas que variam de espécie para espécie. Dentre elas citam-se a preferência pelo local de oviposição e de desenvolvimento das formas imaturas e emergência das moscas adultas. Alguns forídeos podem ovipositar em uma ou em várias espécies de formigas. O local de oviposição no corpo da formiga varia entre as espécies de forídeos e pode ocorrer no gáster, na parte posterior ou direita da cabeça ou entre as mandíbulas. Suas larvas se desenvolvem na cabeça ou no torax das formigas parasitadas. Nestes locais, estas formas imaturas alimentam-se do conteúdo interno do hospedeiro. A pupa pode ser formada no interior da cápsula cefálica, no tórax, entre as mandíbulas ou até mesmo o solo. São destes locais que os adultos parasitóides poderão emergir (BRAGANÇA & MEDEIROS, 2006; BRAGANÇA, 2007).

As moscas utilizam diferentes guias de localização e reconhecimento do hospedeiro, que podem ser, entre outras, estímulos químicos e visuais, como por exemplo, movimento, cor, tamanho ou até mesmo diferentes substâncias químicas liberadas (ORR, 1992; MOOREHEAD & FEENER, 2000; WUELLNER et al., 2002). Mathis et al. (2010) demonstraram que forídeos do gênero *Pseudacteon* usam sinais químicos e não visuais, para encontrar a formiga *Azteca instabilis* (Smith). Gazal et al. (2009) verificaram que *Neodohniphora elongata* Brown responde aos movimentos de seu hospedeiro, *Atta sexdens rubropilosa* Forel. Porém, quando o estímulo era apenas químico, o parasitoide não o atacava. Além disso, estímulo visual associado a feromônios da cortadeira resultou em um tempo maior de inspeção pelo forídeo.

Luminosidade parece ser fundamental para algumas espécies de forídeos reconhecerem seus hospedeiros. Pesquero et al. (1996) demonstrou que a incidência de luz parece interferir na atividade parasitóide de *Pseudacteon tricuspis* Borgmeier em sobre a formiga *Solenopsis saevissima* (Smith). Estes forídeos foram mais ativos somente durante o

período diurno e, segundo os autores, esse fator deve auxiliá-lo no reconhecimento de seu hospedeiro. Em estudo laboratório Bragança et al. (2008) verificaram a influência da luminosidade na atividade de forídeos parasitóides das espécies *Neodohniphora elongata* Brown e *Neodohniphora tonhascai* Brown sobre *Atta sexdens rubropilosa*. As formigas foram submetidas a três diferentes níveis de luminosidade: alta (simulando luminosidade diurna), média (simulando entardecer e amanhecer) e ausência de luz (simulando a noite). Somente houve ataque de forídeos parasitóides no nível de luminosidade alto, sugerindo que essas espécies de forídeos parasitóides somente são ativas durante o dia e não ativos durante o amanhecer, entardecer ou durante a noite. Os autores concluíram que o estímulo visual pode ser um fator essencial na localização e reconhecimento do hospedeiro para *Neodohniphora* spp. Em estudos de campo realizados por Orr (1992), verificou-se que forídeos da espécie *Neodohniphora curvinervis* Malloch também atacam seu hospedeiro, a formiga *Atta cephalotes* (Linnaeus), durante o período diurno. Porém, segundo os autores, estes forídeos continuaram ativos sob luminosidade artificial durante a noite.

Diferentes espécies de forídeos podem ter preferências diferenciadas quanto ao local de ataque em colônias, que podem ocorrer em olheiros, trilhas ou áreas de forrageamento. Tonhasca et al. (2001) encontraram *Myrmosicarius grandicornis* Borgmeier, na maioria das vezes, dentro ou nas proximidades dos olheiros, enquanto que a espécie *Neodohniphora* sp. foi encontrada ao longo da trilha de forrageamento de colônias de *Atta sexdens* (L.). Também, *Apocephalus attophilus* ataca seu hospedeiro somente em áreas de forrageamento, enquanto estão cortando material vegetal. Eles se aproveitam deste fato para inserir os ovos entre suas mandíbulas (tabela 1). Bragança et al. (2003) verificou que *Atta bisphaerica* Forel é atacada pelos forídeos das espécies *A. attophilus*, *M. grandicornis* e *Neodohniphora bragancai* Brown. Porém estas espécies, apesar de coexistirem no mesmo local, atacam o mesmo hospedeiro em locais diferentes (área de forrageamento e ao longo das trilhas). Em forídeos que atacam outro grupo de formigas, Almeida & Queiroz (2009) verificaram que a espécie *Pseudacteon solenopsidis* Schmitz ataca *Solenopsis invicta* nas trilhas. Segundo Orr et al. (1997), esta espécie ataca somente neste local.

Tabela 1. Algumas espécies de forídeos parasitóides e seus respectivos hospedeiros, as formigas cortadeiras do gênero *Atta*, além das características de sua atuação, como local onde ocorre o ataque, local de oviposição no corpo da formiga, local de desenvolvimento da larva e formação da pupa.

Forídeos	Hospedeiro	Local de ataque	Local de oviposição	Des. da larva	Formação da pupa	Ref.*
<i>N. erthali</i> Brown	<i>A. laevigata</i> (Smith)	-	abdome	cabeça	entre as mandíbulas	5; 7
<i>A. attophilus</i> Borgmeier	<i>A. laevigata</i> (Smith)	área de forrag.	na boca	cabeça solo	solo	3; 7
	<i>A. bisphaerica</i> Forel	área de forrag.	na boca	cabeça solo	solo	6
<i>A. vicosae</i> Disney	<i>A. laevigata</i> (Smith)	-	-	torax	torax	7
<i>N. tonhascai</i> Brown	<i>A. laevigata</i> (Smith)	trilha	cabeça (parte posterior)	cabeça	entre as mandíbulas	5; 8
	<i>A. sexdens rubropilosa</i> Forel	trilha	cabeça (parte posterior)	cabeça	entre as mandíbulas	1; 8;9;10; 11;13
	<i>A. sexdens</i> (L.)	trilha	cabeça (parte posterior)	cabeça	entre as mandíbulas	2; 8
<i>M grandicornis</i> Borgmeier	<i>A. sexdens</i> (L.)	trilha	cabeça(lado direito)	cabeça	interior da cabeça	4
	<i>A. bisphaerica</i> Forel	trilha	cabeça(lado direito)	cabeça	interior da cabeça	6
<i>N. bragancai</i> Brown	<i>A. bisphaerica</i> Forel	trilha	abdome	cabeça	entre as mandíbulas	6
<i>N. elongata</i> Brown	<i>A. sexdens rubropilosa</i> Forel	trilha	cabeça (parte posterior)	cabeça	entre as mandíbulas	9;10; 11; 12;13
	<i>A. sexdens rubropilosa</i> Forel	trilha	cabeça (parte posterior)		entre as mandíbulas	8; 9;11;13

*Referências: 1: Tonhasca 1996; 2: Bragança et al. 1998; 3: Erthal & Tonhasca 2000; 4: Tonhasca et al. 2001; 5: Bragança et al. 2002; 6 : Bragança et al. 2003; 7: Bragança & Medeiros 2006; 8: Bragança 2007; 9: Silva et al. 2008; 10: Bragança et al. 2008; 11: Silva et al. 2008; 12: Bragança et al. 2009; Gazal et al. 2009.

Alguns estudos demonstram que, além dos fatores abióticos supracitados, fatores bióticos, como o tamanho das operárias de formigas cortadeiras, também podem ser responsáveis podem modificar o comportamento de ataque dos forídeos, conforme verificado por Silva et al. (2007). Neste estudo, as operárias maiores, cujas cápsulas cefálicas são também maiores, foram mais atacadas por forídeos parasitóides do que as operárias menores. Essa seleção garantirá aos parasitóides um maior sucesso reprodutivo. Tonhasca (1996) encontrou relação positiva entre o tamanho dos forídeos e cápsula cefálica que os deu origem, concluindo que fêmeas de determinada espécie irão buscar operárias maiores no entorno dos ninhos para ovipositar. Em laboratório, Bragança & Medeiros (2006) estudaram o parasitoidismo por forídeos das espécies *Apocephalus vicosae*, *Apocephalus attophilus* e *Neodorniphora erthali* Brown em *A. laevigata*. Neste estudo, os autores verificaram que tanto parasitóides maiores, como no caso de *N. erthali*, quanto espécies que produzem um maior número de larvas, no caso, *A. attophilus*, parasitam operárias de maior tamanho. Orr (1992)

verificou que durante o período diurno, as operárias de *Atta cephalotes* que saíam do ninho para forragear eram menores do que as operárias que forrageavam no período noturno. Para o autor, esta pode ser uma estratégia dessa espécie de formiga contra ataques de *Neodorniphora curvinervis*, espécie de forídeo de atividade diurna. As operárias menores tem menos risco de serem parasitadas.

Em outros grupos de formigas, a atividade parasitóide pode deixar a colônia do hospedeiro mais suscetível ao ataque de outras espécies de formigas. Fenner (1981) constatou que, na presença de forídeos do gênero *Apocephalus* Coquillett, operárias menores da formiga *Pheidole dentata* Mayr não recrutavam operárias maiores quando *Solenopsis texana* Emery oferecia risco ao ninho. Para os autores, esse comportamento é uma estratégia dessa espécie para evitar o parasitoidismo sobre as operárias maiores. Porém, ao mesmo tempo, deixavam o ninho mais suscetível à invasão de *S. texana*. Lebrun & Fenner (2002) verificaram que a competição por alimento aumenta as chances da espécie de formiga *Pheidole diversipilosa* Wheeler ser encontrada por forídeos parasitóides do gênero *Apocephalus* Coquillett. A presença do parasitóide em um recurso alimentar inibe fortemente a habilidade do hospedeiro em capturar seu alimento quando em competição com outras espécies de formigas.

MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em dois locais na cidade do Rio de Janeiro (23°01'S; 43°28'W) mais abundantes em termos de ninhos de *Atta robusta* (figura 1): Parque Natural Municipal Marapendi e a restinga da Marambaia (figura 2). O primeiro foi escolhido por estar em uma área mais urbanizada, onde a atuação antrópica é maior e o segundo, por se apresentar em situação mais preservada, dentro de área protegida pelo Exército Brasileiro.

(Foto: D.S. Gomes, 2009)



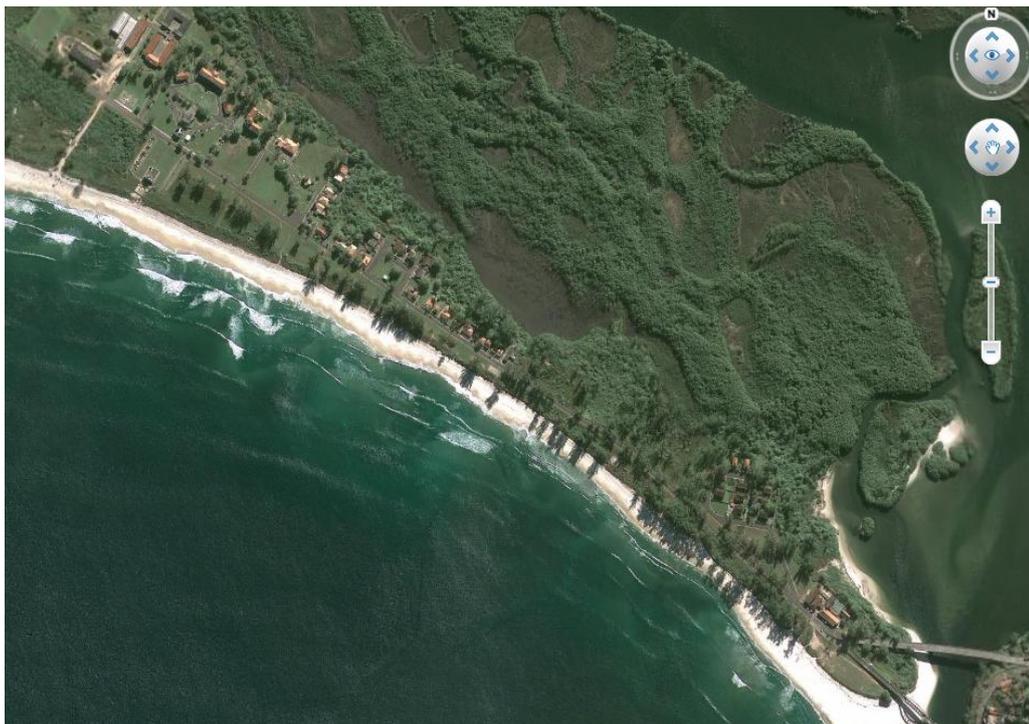
Figura 1. Ninho de *Atta robusta* encontrado na área fechada do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.

Com base na classificação de Köppen, o clima da região onde os ambientes estão inseridos é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, onde a temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C e a do mês mais quente, superior a 22 °C. A temperatura média anual atinge 23,7 °C, sendo o mês de fevereiro o mais quente e julho o mais frio. As chuvas são mais



Figura 3. Parque Natural Municipal Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.

A restinga da Marambaia (figura 4) situa-se em parte no município do Rio de Janeiro e possui aproximadamente 49,4 km² de área ao longo de cerca de 40 km de costa e está coberta por dunas de até 30 metros de altura (MENEZES & ARAÚJO, 2005). Para Rocha et al. (2007), a restinga da Marambaia se encontra em bom estado de conservação, principalmente por estar situada em área militar, sendo, assim, de acesso restrito. Devido a isto, atrai pesquisadores de várias áreas que envolvem desde estudos sobre grupos de animais vertebrados como sapos, cobras, lagartos e morcegos (CARVALHO & ARAUJO, 2004; COSTA & PERACHII, 2005), além de invertebrados (COSTA & OLDRINI, 2005; VARGAS et al., 2007) e até comunidades vegetais (JUNIOR *et al* 2007; SOUZA & MORIM, 2008; SOMMER et al., 2009). Segundo Menezes & Araújo (2005), são encontradas 11 formações vegetais na restinga da Marambaia, sendo quatro herbáceas, quatro arbustivas e três formações florestais e um total de 503 espécies fazem parte do inventário florístico deste ambiente. Para Rocha et al. (2007), este ambiente pode ser incluído prioritariamente em uma lista oficial de Unidades de Conservação devido à fragilidade de seu habitat e também devido à presença de vertebrados endêmicos.



Google

Figura 4. Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.

No Parque Marapendi e na restinga da Marambaia foram escolhidas duas áreas com características distintas, classificadas de acordo com sua composição vegetal: uma aberta (mais ensolarada) e outra fechada (mais sombreada), ambas dentro do domínio de restinga. As áreas abertas foram caracterizadas por se encontrarem em estágio maior de fragmentação de sua vegetação em relação às áreas fechadas. Além disso, possuem formação vegetal herbácea (gramíneas) predominante, contendo raros arbustos e árvores. No Parque Marapendi, esta área situa-se a aproximadamente 30 metros da praia, enquanto que na restinga da Marambaia, é área adjacente. A área fechada na restinga da Marambaia é caracterizada por uma vegetação heterogênea, com árvores de aproximadamente 25 metros de altura, classificado como floresta de cordão arenoso (MENEZES & ARAUJO, 2005). No Parque Marapendi, a vegetação também é heterogênea, com presença de muitas árvores, arbustos e também com grande quantidade de uma espécie de pteridófito (não identificada) na maior parte da área de coleta.

3.2 Coleta de Dados

O estudo foi realizado entre junho de 2009 e outubro de 2010. Foram escolhidos, de forma aleatória, 36 ninhos de *A. robusta* nestes ambientes, divididos igualmente entre os locais da seguinte forma: 18 ninhos na restinga da Marambaia [nove na área fechada (figura 5) e nove na aberta (figura 6)] e 18 ninhos no Parque Marapendi [nove área fechada (figura 7) e nove na aberta (figura 8)]. Na área aberta da restinga da Marambaia, as coletas foram feitas entre os meses de junho e setembro de 2009 e na área fechada, nos meses de março, abril maio e setembro de 2010. Na área aberta do parque Marapendi, as coletas ocorreram nos meses de outubro e novembro de 2009 e maio, setembro e outubro de 2010 e na área fechada, nos meses de agosto a novembro de 2009 e em maio, julho e agosto de 2010. O número de coletas em cada mês de observação variou de uma a quatro e se iniciaram entre 09:00 e 10:00 horas e terminaram entre 15:00 e 16:00. A distância entre ninhos de uma mesma área foi de aproximadamente 50 metros. Apenas um ninho, selecionado aleatoriamente, foi inspecionado por dia de coleta. Cada dia de coleta teve duração de 06 horas de observação e foi dividido em oito intervalos de 45 minutos. Em cada intervalo, ocorreram observações às colônias de formigas, de forma consecutiva, na região dos olheiros e trilhas. No total, foram feitas 216 horas de observação de campo.

(Foto: D.S.Gomes, 2009)



Figura 5. Área fechada da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.

(Foto: D.S.Gomes, 2009)



Figura 6. Área aberta da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.

(Foto: D.S.Gomes, 2009)



Figura 7. Área fechada do Parque Natural Municipal Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.

(Foto: D.S.Gomes, 2009)



Figura 8. Área aberta nas proximidades do Parque Natural Municipal Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.

Uma distância mínima de aproximadamente um metro foi mantida entre o observador e os locais de coleta (olheiros e trilhas), para não alterar o comportamento de forídeos. Foram observados somente os três primeiros metros de cada trilha, a partir do olheiro. O tráfego de formigas em olheiros foi quantificado por meio da contagem do número de formigas que entravam ou saíam colônia nos primeiros 15 minutos de cada intervalo. Em trilhas, foi demarcado um ponto específico foi quantificada e cada formiga que passava por ele, seja voltando para o ninho ou saindo para forragear. Os 30 minutos restantes foram destinados à observação de forídeos. Porém, as moscas que foram encontradas atacando seu hospedeiro nos 15 minutos iniciais, quando eram anotados os dados sobre o tráfego de *Atta robusta*, também foram coletadas.

Forídeos que atacavam ou faziam investidas contra *Atta robusta* no entorno do ninho (trilhas e olheiros) foram coletados com auxílio de um aspirador entomológico manual. No entanto, os forídeos que atacavam em trilhas poderiam ser coletados quando a busca era feita em olheiros, e vice-versa. No início e final de cada um dos intervalos de observação de cada dia de coleta, foi registrada a temperatura e a umidade relativa do ar com auxílio de termohigrômetro analógico, colocado sempre à sombra.

Foram anotadas observações sobre o comportamento de *Atta robusta* frente à ação do parasitóide, como o comportamento de defesa (individual ou através de operárias mínimas), além de informações sobre e local do corpo da formiga onde o parasitóide atacava.

Em cada ninho, exemplares de *Atta robusta* foram coletados para posterior confirmação da espécie. Através de um GPS, todos os ninhos onde ocorreram coletas foram georeferenciados. O material coletado foi colocado em frascos devidamente etiquetados com álcool 70 % e levados ao laboratório.

Exemplares das duas espécies de forídeos foram enviados ao Dr. Brian V. Brown (Natural History Museum of Los Angeles County) para identificação.

3.3 Análise de Dados

Para verificar a influência da temperatura, umidade relativa do ar e tráfego de formigas sobre a abundância de forídeos, foram feitas as médias dos dados coletados em cada um dos oito tempos nos nove ninhos de cada área e analisado com regressão linear.

Para verificar se existe diferença estatística no número de forídeos capturados em trilhas e olheiros, foi realizado teste qui-quadrado (χ^2).

Para verificar se as espécies encontradas estão associadas com as áreas (abertas ou fechadas) em que foram encontradas, foi realizado teste qui-quadrado (χ^2).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 27 forídeos parasitóides da espécie *Myrmosicarius* sp. (figura 9) e 46 da espécie *Neodohrniphora* sp. nov. (figura 10) associados à *Atta robusta* Borgmeier em restingas da cidade do Rio de Janeiro. Da primeira espécie, quatro forídeos foram capturados em áreas fechadas e os demais em áreas abertas do parque Marapendi e restinga da Marambaia. Dois espécimes de *Neodohrniphora* sp. nov. foram encontrados em áreas abertas e os outros 44 foram coletados em áreas fechadas, conforme a tabela 2. Estes resultados evidenciam a preferência de *Neodohrniphora* sp. nov. por áreas fechadas e de *Myrmosicarius* sp. por áreas abertas ($\chi^2 = 49,37$, gl = 1; $p < 0,01$). Além disso, dos quatro espécimes de *Myrmosicarius* sp. coletados em áreas fechadas, um deles estava atacando em trilha que se formou fora da mata presente, enquanto os outros três atacaram *A. robusta* em um ninho próximo à borda da mata. Nestes locais havia maior incidência de luz solar em relação ao seu interior. Elizalde & Folgarait (2010), em estudo realizado no Paraguai e Argentina, encontraram associações entre espécies de forídeos e habitats específicos. No estudo, *Myrmosicarius catharinensis* Borgmeier estava associado a ambientes de gramados, enquanto que *Apocephalus penicillatus* Brown & Disney, *Myrmosicarius longipalpis* Disney, *Myrmosicarius crudelis* Borgmeier e *Eibesfeldtphora cumsaltensi* Disney se associaram a ambientes florestais. Também Idris & Sapaj (2002), em estudo realizado na Malásia, verificaram que indivíduos dos gêneros *Megaselia* Rondani e *Woodiphora* Schmitz foram mais abundantes em ambientes florestais menos degradados. Devido a isso, algumas espécies podem ser usadas como indicadores biológicos de degradação florestal. Contudo, ALMEIDA & QUEIROZ (2009) não encontraram resultados significativos na preferência de forídeos parasitóides do gênero *Pseudacteon* Coquillett em atacar seu hospedeiro, *Solenopsis invicta* Buren em diferentes culturas em um agroecossistema sob manejo orgânico. Segundo eles, este fato deve ter ocorrido devido à proximidade dos ambientes.

Tabela 2. Número indivíduos de *Neodohniphora* sp. nov. e *Myrmosicarius* sp. (Diptera: Phoridae) coletados nas áreas abertas e fechadas da restinga da Marambaia e do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010.

Espécie	Local de coleta			
	Restinga da Marambaia		Parque Marapendi	
	área aberta	área fechada	área aberta	área fechada
<i>Myrmosicarius</i> sp.	13	4	10	0
<i>Neodohniphora</i> sp.	0	18	2	26
Total	13	22	12	26



Figura 9. *Myrmosicarius* sp. coletado em áreas abertas do Parque Marapendi e restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.

(Foto: D.S. Gomes, 2009)

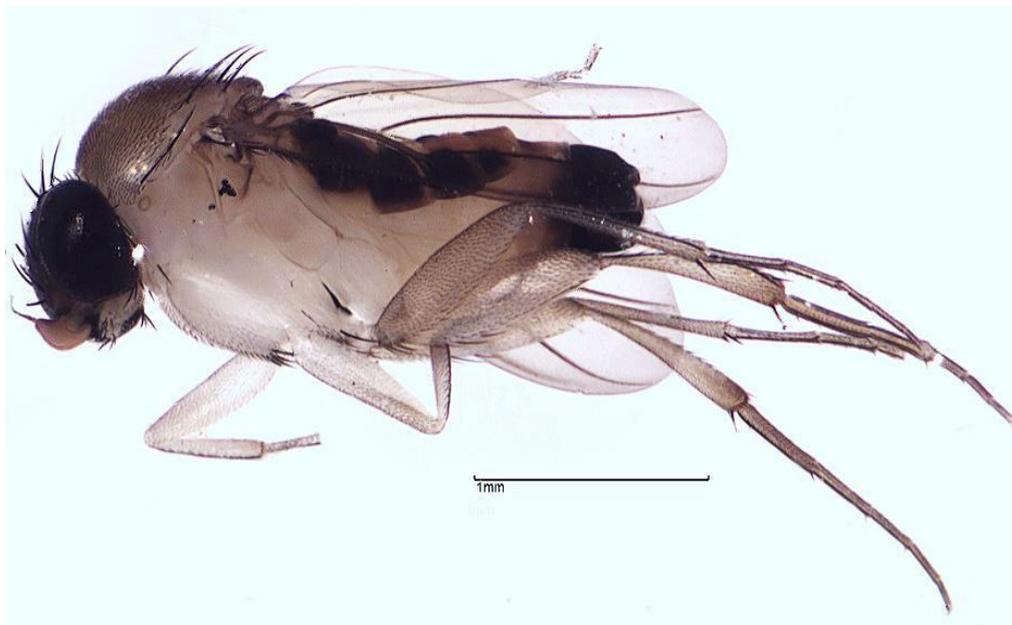


Figura 10. *Neodohniphora* sp. nov. coletado em áreas fechadas do Parque Marapendi e restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.

A. robusta apresentou diferentes comportamentos de defesa contra o ataque dos parasitóides, como se afastar deles, defender o local do corpo onde o parasitóide poderá ovipositar ou até mesmo atacá-los. Neste último, a formiga erguia a cabeça em direção ao parasitóide, atacando-o quando este tentava ovipositar na parte dorsal de sua cabeça, no caso de *Neodohniphora* sp. Estes comportamentos foram mencionados em outros estudos com outras espécies de formigas do gênero *Atta* com o intuito de dificultar a ação de ataque do parasitóide (FEENER & BROWN, 1993; TONHASCA, 1996; BRAGANÇA et al., 2009).

Apesar de alguns estudos evidenciarem a preferência de algumas espécies de forídeos por determinados locais de ataque (Tonhasca et al., 2001; Bragança et al. 2003), no presente estudo não houve diferença significativa no número de parasitóides capturados tanto em trilhas quanto em olheiros. Dos 27 forídeos coletados de *Myrmosicarius* sp., 16 foram coletados em trilhas, enquanto que os outros 11 foram coletados atacando em olheiros ($\chi^2 = 0,925$; gl = 1; $p > 0,05$). Quanto à *Neodohniphora* sp. nov., dos 46 espécimes coletados, 22 foram encontrados atacando em trilhas e os outros 24, atacando em olheiros ($\chi^2 = 0,87$; gl = 1; $p > 0,05$). Estes resultados evidenciam que estas duas espécies não apresentam preferências quanto ao local que devem atacar seu hospedeiro. Além disto, em algumas ocasiões, foi observado que alguns dos forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. iniciavam a perseguição de

indivíduos de *A. robusta* na trilha, mas só conseguiam atacar nas proximidades da entrada do olheiro devido ao comportamento de defesa dessa formiga que, em resposta ao ataque parasitóide, retornava para a colônia.

Durante observações de campo foi possível notar a presença de operárias mínimas sobre partes vegetais durante forrageamento de *A. robusta* (figura 11). Possivelmente, este comportamento possa ser uma estratégia de proteção da saúva-preta, chamada de *hitchhiking*, no qual as operárias mínimas defendem as operárias maiores de parasitóides. Este comportamento foi observado por Linksvayer et al. (2002), que estudaram o comportamento de operárias mínimas em ninhos de *Atta cephalotes*. No estudo, os autores concluíram que na presença de forídeos, mínimas defendem as operárias maiores contra oviposição durante o período diurno. Porém, possivelmente estas operárias mínimas podem ter outras funções durante o período noturno, quando várias operárias mínimas continuavam sobre os fragmentos vegetais. Fenner & Moss (1990) e Erthal & Tonhasca (2000) em estudo com *Atta colombica* (Guerin-Meneville) e *Atta laevigata*, respectivamente, também atribuem este comportamento à uma possível proteção das operárias menores contra oviposição do forídeo *Apocephalus attophilus*. Resultado contrário foi encontrado por Bragança et al. (1998) utilizando *Atta sexdens* (L.) como hospedeiro de *Neodohniphora tonhascai*. Segundo eles, isto ocorreu, provavelmente, devido ao baixo número de operárias mínimas sobre os fragmentos vegetais em condições de laboratório. Além disso, os autores sugerem ser este um comportamento de defesa “estereotipado” ou que possivelmente estas operárias mínimas possam ter outras funções.

(Foto: D.S. Gomes, 2009)



Figura 11. Operária mínima de *A. robusta* sobre fragmento de folha transportado por operária maior.

Foi comum encontrar fragmentos vegetais abandonados ao longo de alguns ninhos de *A. robusta* (figura 12). Durante algumas observações, verificou-se que a presença de forídeos parasitóides nas proximidades de olheiros e trilhas fez com operárias abandonassem fragmentos vegetais para retornar de volta ao ninho. Em estudos com outras espécies de formigas do gênero *Atta*, ficou constatado que a presença de forídeos parasitóides próximos às trilhas diminui a atividade de forrageamento e os fragmentos vegetais que seriam levados ao ninho foram deixados na trilha (TONHASCA, 1996; BRAGANÇA et al., 1998, TONHASCA & BRAGANÇA, 2000, TONHASCA et al., 2001). Além disto, na presença de forídeos parasitóides no entorno do olheiro, ou até mesmo em trilhas próximas a ele, foi possível verificar que operárias maiores de *A. robusta* evitavam sair para forragear e ficavam próximas à abertura do olheiro. Muitos destes forídeos permaneciam pousados sobre a vegetação próxima a estes locais à espera da saída de operárias do olheiro ou por sua passagem pela trilha.

(Foto: D.S.Gomes, 2009)



Figura 12. Fragmentos vegetais deixados sobre olheiro em ninho de *Atta robusta* encontrado na área aberta do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil.

Com relação aos fatores climáticos avaliados, observou-se que a abundância de *Myrmomicarius sp.* foi influenciada negativamente pela temperatura do ar em áreas abertas na restinga da Marambaia ($R^2 = 0,58$; $n = 9$; $p = 0,027$) (figura 13) e no Parque Marapendi ($R^2 = 0,73$; $n = 9$; $p = 0,007$) (figura 14).

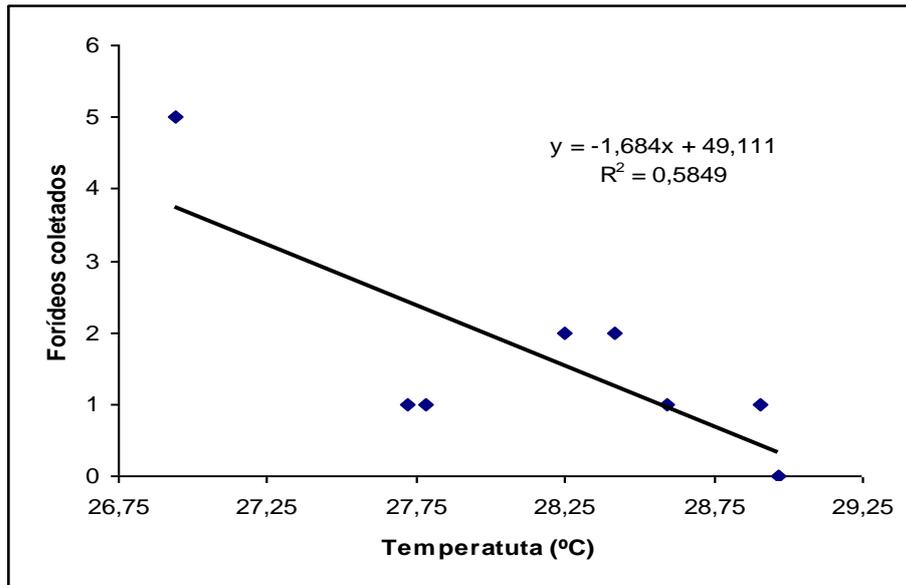


Figura 13. Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletados em cada um dos oito tempos na área aberta da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2009 ($p=0.027$).

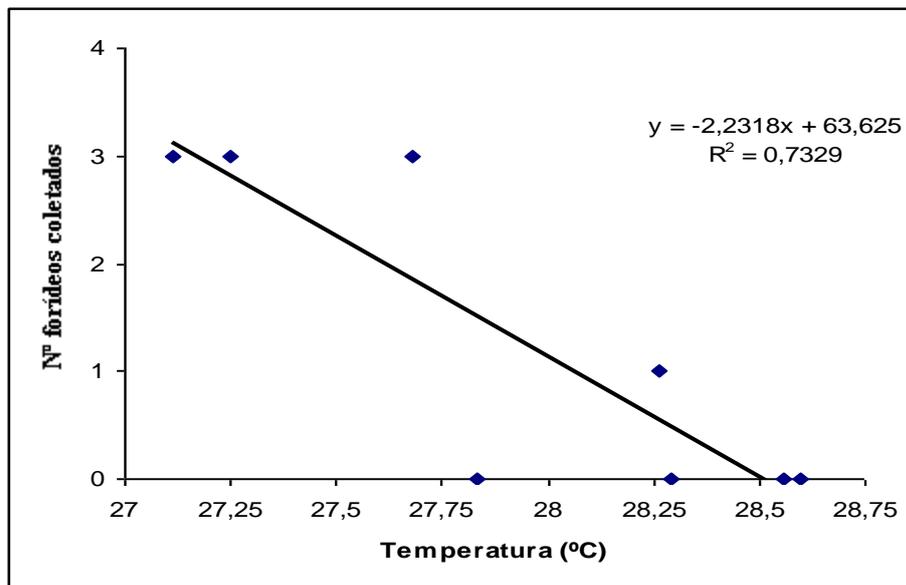


Figura 14. Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletados em cada um dos oito tempos na área aberta do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.007$).

Quando as análises foram entre o número de *Myrmosicarius* sp. e a umidade relativa do ar, a regressão foi significativa e positiva tanto para os dados obtidos na restinga da Marambaia ($R^2 = 0,67$; $n = 9$; $p = 0,013$) (figura 15) quanto no Parque Marapendi ($R^2 = 0,67$; $n = 9$; $p = 0,012$) (figura 16).

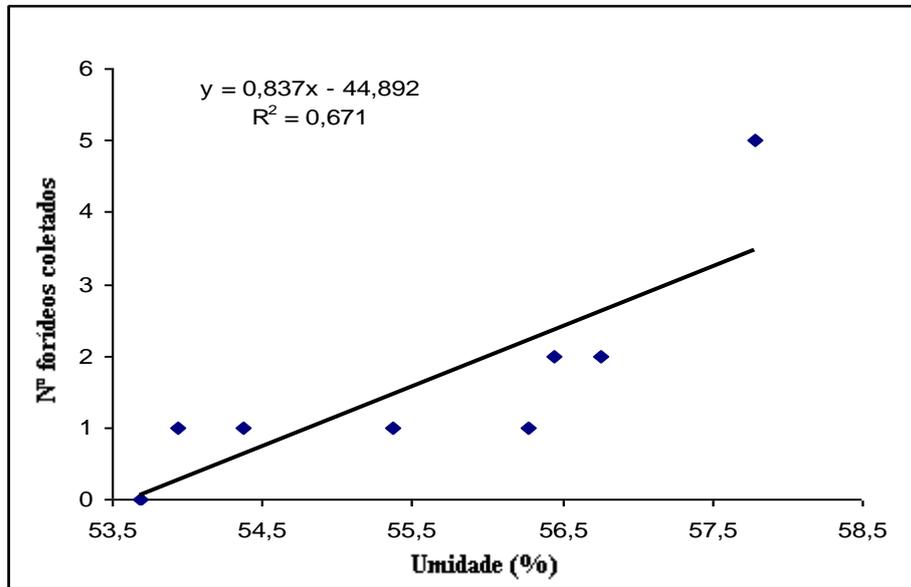


Figura 15. Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletados em cada um dos oito tempos na área aberta da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2009 ($p=0.013$).

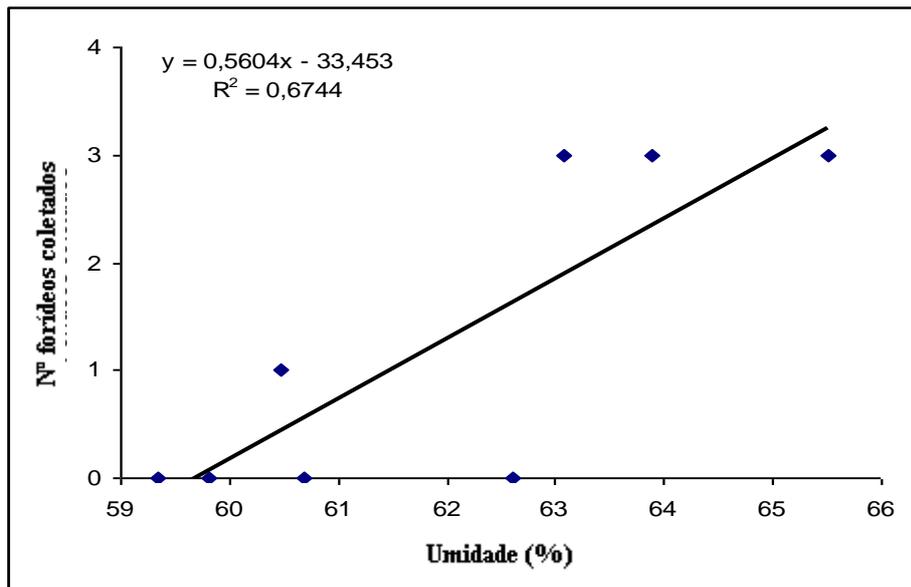


Figura 16. Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletados em cada um dos oito tempos na área aberta do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.012$).

Todavia, o número de *Myrmosicarius* sp. não foi influenciado pelo o tráfego de formigas, nem na restinga da Marambaia($R^2 = 0,03$; $n = 9$; $p = 0,65$) (figura 17) nem no Parque Marapendi ($R^2 = 0,33$; $n = 9$; $p = 0,13$) (figura 18).

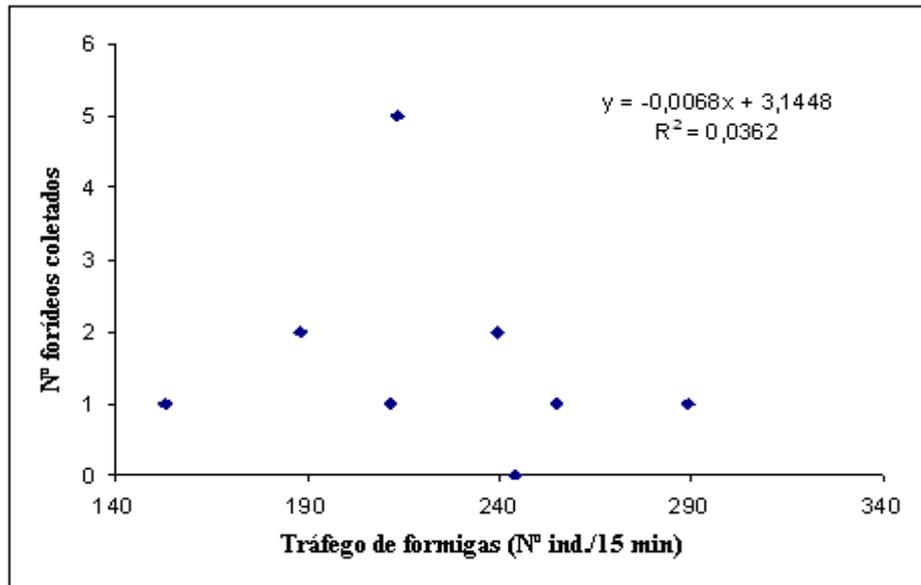


Figura 17. Regressão linear entre tráfego de formigas na trilha e no olheiro e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletados em cada um dos oito tempos na área aberta da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2009 ($p=0.652$).

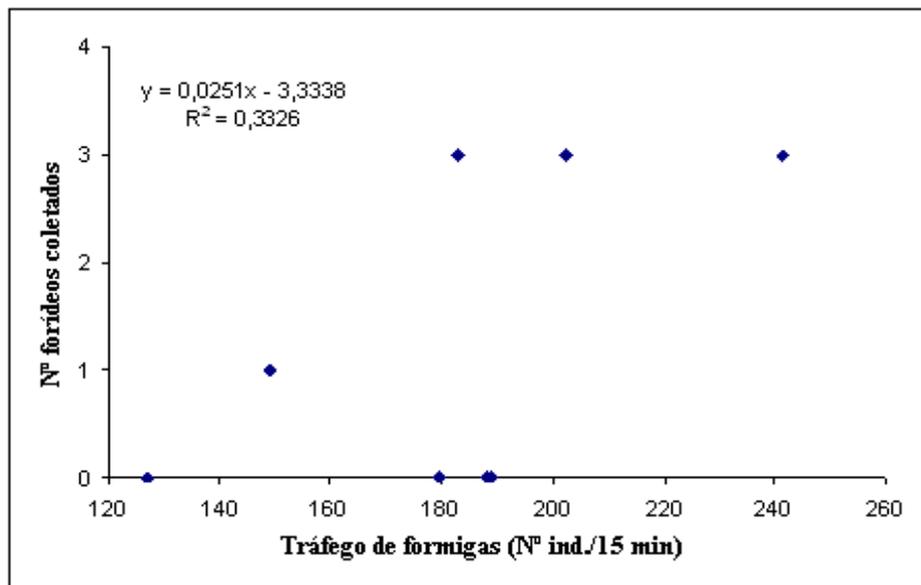


Figura 18. Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e no olheiro e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletado em cada um dos oito tempos na área aberta do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.135$).

Também foram significativas, utilizando a associação dos dados das duas áreas abertas supracitadas, as regressões relacionando o número de *Myrmosicarius* sp. coletado com a temperatura ($R^2 = 0,64$; $n = 18$; $p = 0,016$) (figura 19) e umidade do ar ($R^2 = 0,72$; $n = 18$; $p = 0,008$) (figura 20), sendo a regressão, negativa e positiva, respectivamente. Porém, a regressão entre o tráfego de formigas e o número de *Myrmosicarius* sp. coletado em ambas as áreas abertas não foi significativa ($R^2 = 0,09$; $n = 18$; $p = 0,45$) (figura 21).

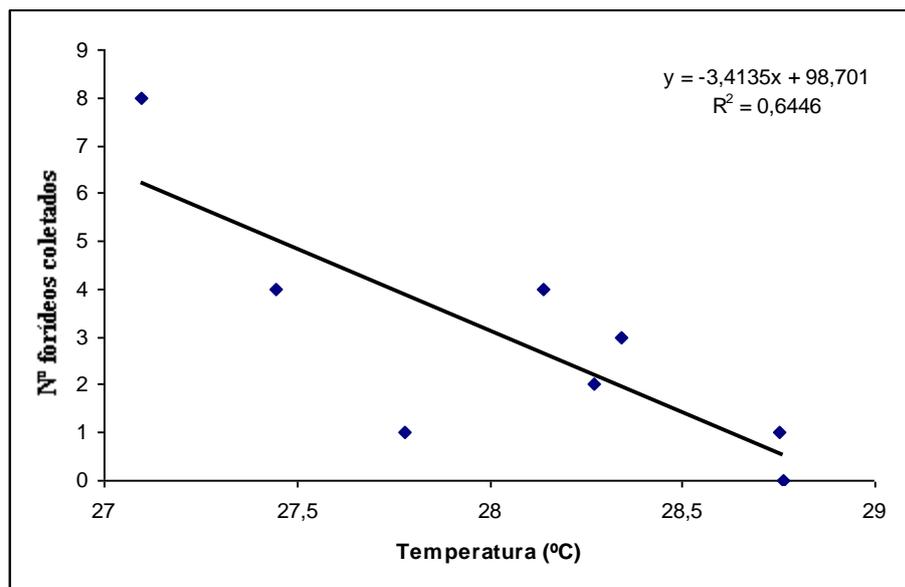


Figura 19. Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletados em cada um dos oito tempos nas duas áreas abertas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.016$).

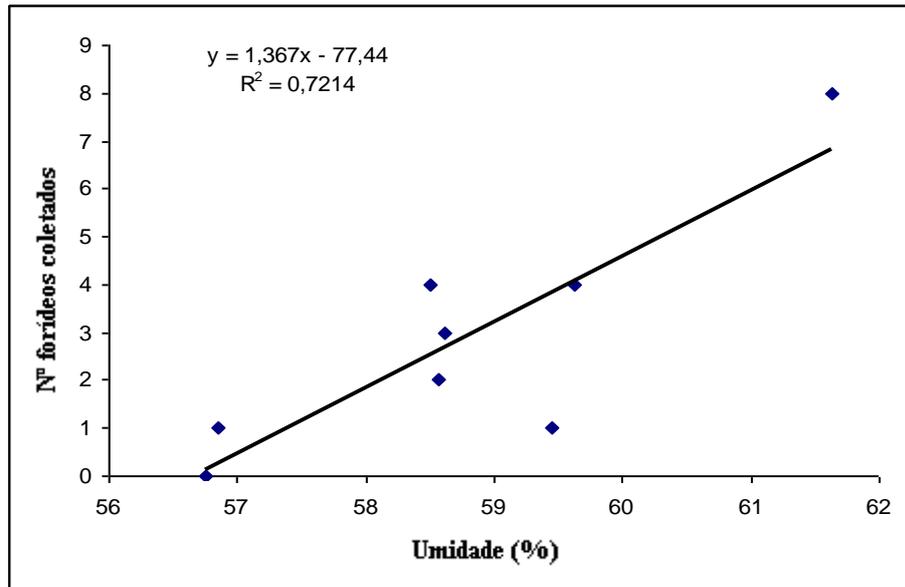


Figura 20. Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletado em cada um dos oito tempos nas duas áreas abertas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.008$).

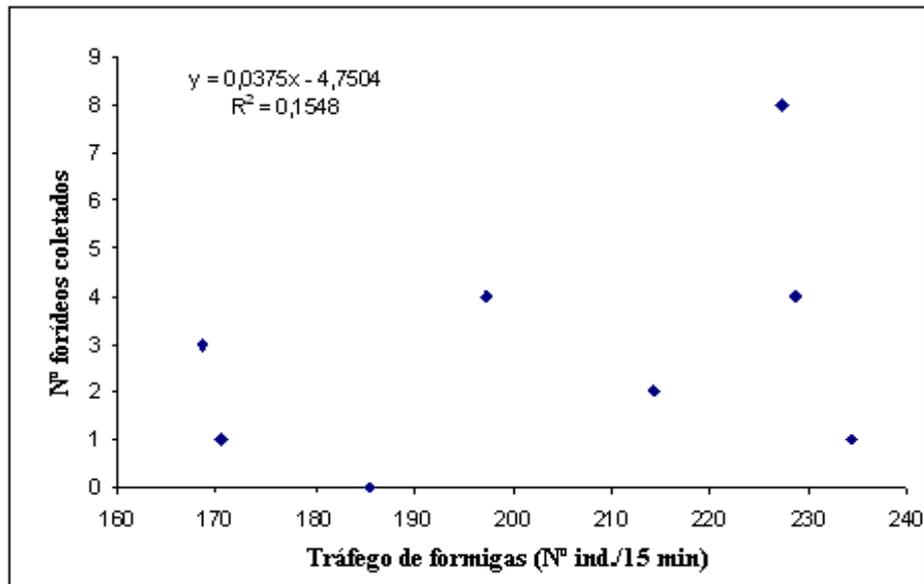


Figura 21. Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e no olheiro e o número de forídeos da espécie *Myrmosicarius* sp. coletado em cada um dos oito tempos nas duas áreas abertas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.335$).

O número de forídeos *Neodohniphora* sp. nov. capturados na restinga da Marambaia e Parque Marapendi não foi influenciado pela temperatura ($R^2 = 0,16$; $n = 9$; $p = 0,32$; figura 22 e $R^2 = 0,12$; $n = 9$; $p = 0,38$; figura 23), umidade relativa do ar ($R^2 = 0,02$; $n = 9$; $p = 0,71$; figura 24 e $R^2 = 0,059$; $n = 9$; $p = 0,56$; figura 25) e tráfego de formigas ($R^2 = 0,05$; $n = 9$; $p = 0,58$; figura 26 e $R^2 = 0,03$; $n = 9$; $p = 0,6$; figura 27).

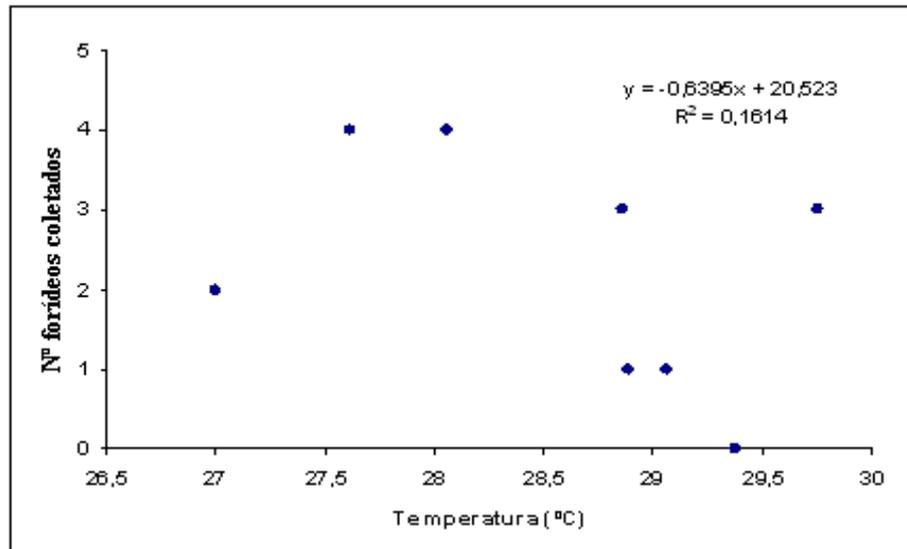


Figura 22. Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. nov. coletados em cada um dos oito tempos na área fechada da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2010 ($p=0,324$).

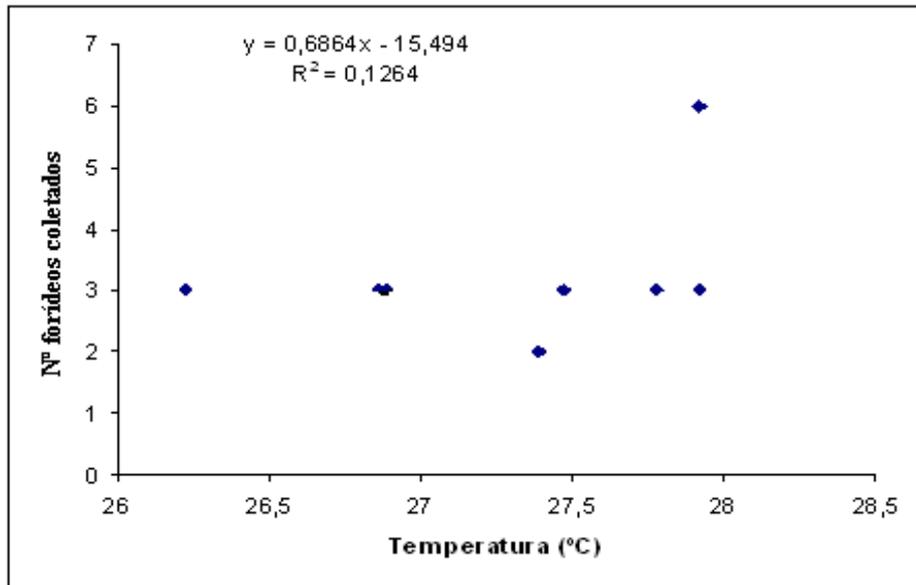


Figura 23. Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. nov. coletados em cada um dos oito tempos na área fechada do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.387$).

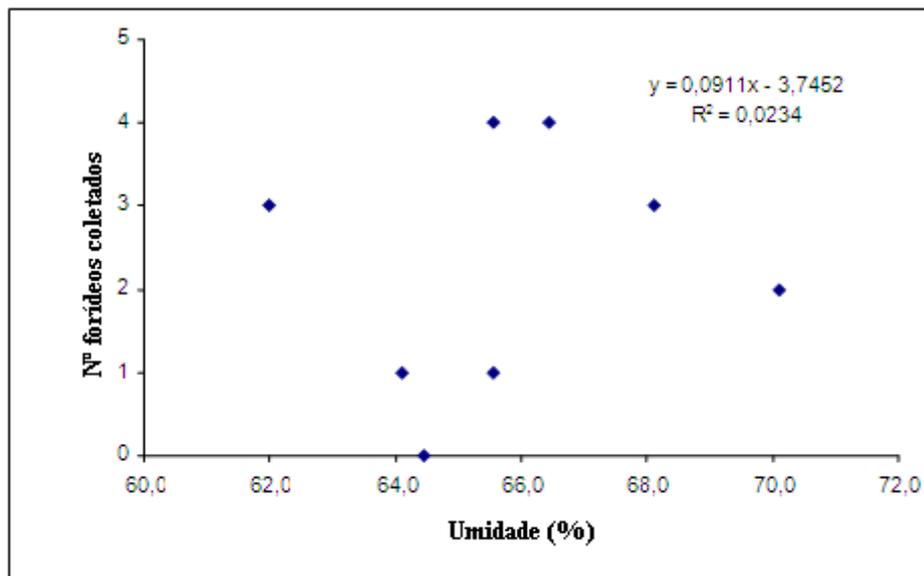


Figura 24. Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. nov. coletado em cada um dos oito tempos na área fechada da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2010 ($p=0,714$).

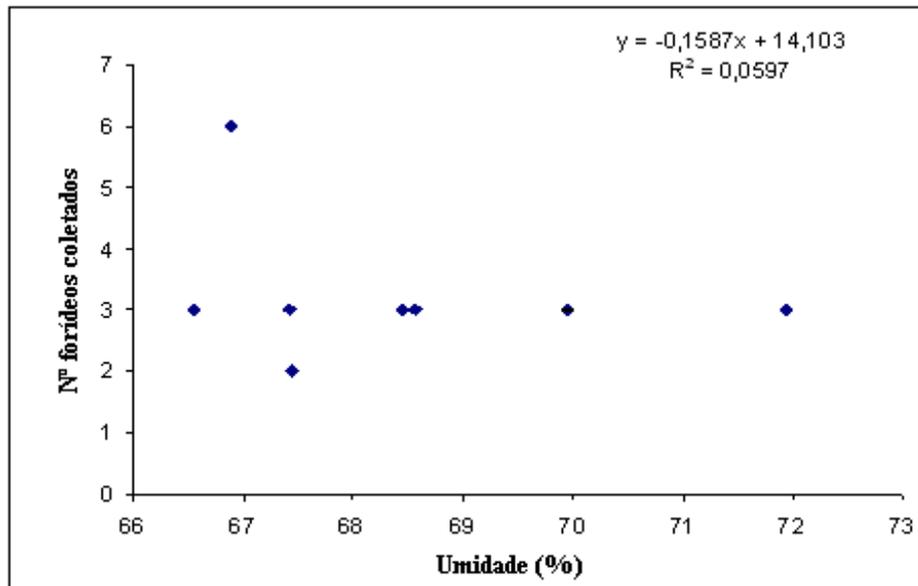


Figura 25. Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohrniphora* sp. nov. coletado em cada um dos oito tempos na área fechada do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 (p=0.560).

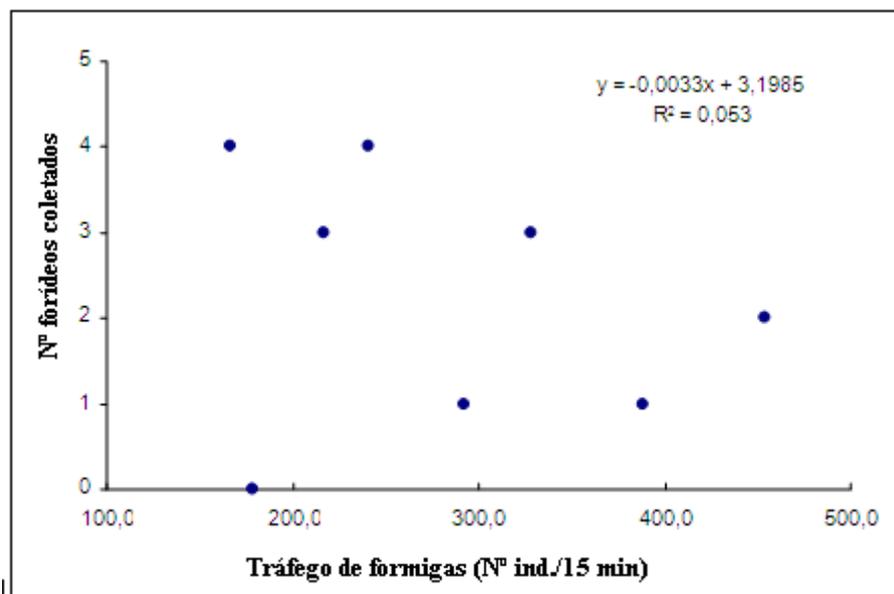


Figura 26. Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e olheiro e o número de forídeos da espécie *Neodohrniphora* sp. nov. coletado em cada um dos oito tempos na área fechada da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil, 2010 (p= 0,583).

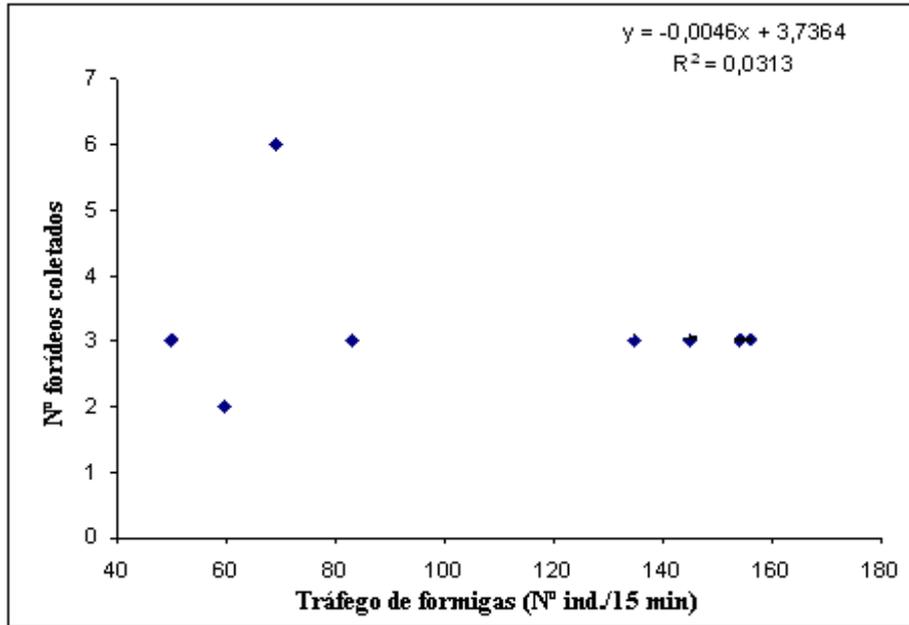


Figura 27. Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e olheiro e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. nov. coletados em cada um dos oito tempos na área fechada do Parque Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.675$).

Para os dados associados das áreas fechadas do Parque Marapendi e restinga da Marambaia, as regressões, entre temperatura ($R^2 = 0,01$; $n = 18$; $p = 0,76$) (figura 28), umidade relativa do ar ($R^2 = 0,001$; $n = 18$; $p = 0,93$) (figura 29) e tráfego de formigas ($R^2 = 0,09$; $n = 18$; $p = 0,45$) (figura 30) com o número de *Neodohniphora* sp. coletado não foram significativas.

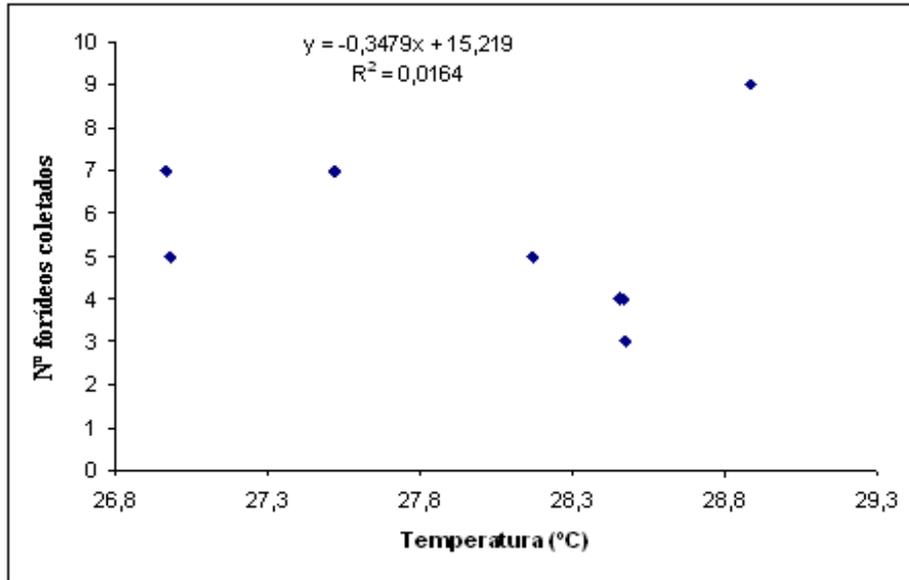


Figura 28. Regressão linear entre a temperatura do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. nov. coletados em cada um dos oito tempos nas duas áreas fechadas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.765$).

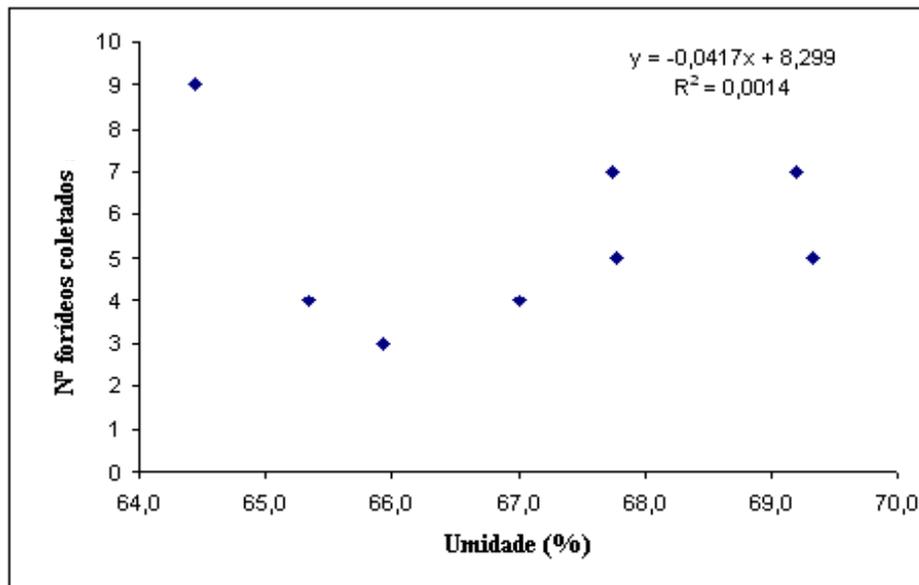


Figura 29. Regressão linear entre a umidade relativa do ar e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. nov. coletados em cada um dos oito tempos nas duas áreas fechadas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.936$).

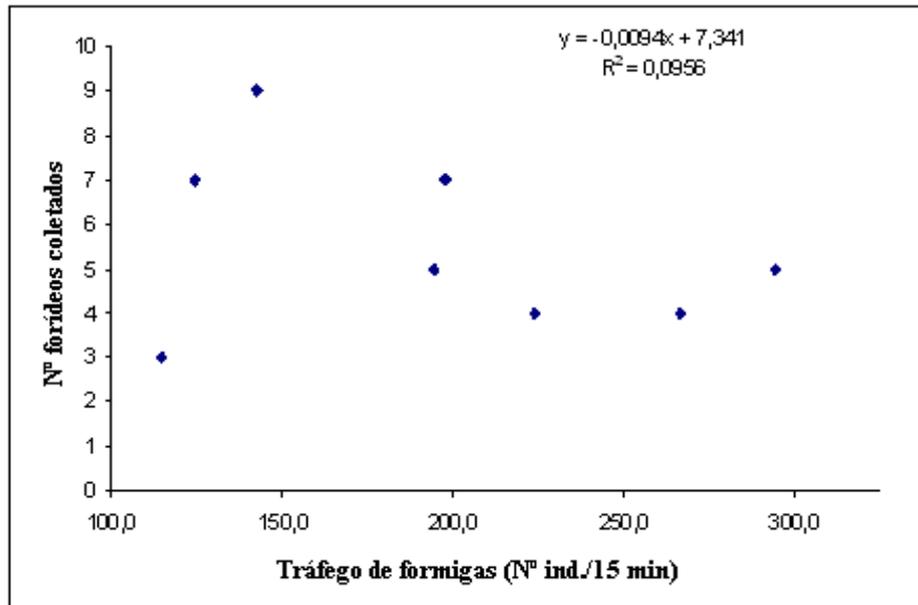


Figura 30. Regressão linear entre o tráfego de formigas na trilha e no olheiro e o número de forídeos da espécie *Neodohniphora* sp. nov. coletados em cada um dos oito tempos nas duas áreas fechadas (Parque Marapendi e restinga da Marambaia), Rio de Janeiro, Brasil, 2009/2010 ($p=0.456$).

Os resultados evidenciam que existe uma possibilidade maior de encontrar indivíduos da espécie *Myrmosicarius* sp., em condições de campo, antes das em horários do dia em que as temperaturas são mais amenas e próximas de 26 °C e em umidade relativa do ar alta, acima de 62%. *Neodohniphora* sp. nov. pode atacar *A. robusta* em qualquer hora do dia. Nas condições do presente estudo, os ataques desta espécie foram registrados em temperaturas entre 26°C e 30°C e umidade relativa do ar entre 62% e 72%. Provavelmente, a presença de uma maior diversidade vegetal nos ambientes fechados forneça maior proteção contra adversidades ambientais, como alta temperatura e incidência solar, quando comparados com os ambientes abertos. Estes devem ser alguns fatores que fazem com que *Neodohniphora* sp. nov. esteja mais ativa durante o dia do que *Myrmosicarius* sp. Segundo Bragança (2008), forídeos parasitóides do gênero *Neodohniphora* são ativos entre 06 h e 18 h, dependendo da região geográfica e estação do ano. Além disto, outros fatores ambientais, como porcentagem de cobertura das copas das árvores, podem promover a abundância de forídeos em determinados ambientes (CALCATERRA et al. 2005). Almeida et al. (2008) verificaram que a abundância de forídeos parasitóides de cinco espécies [*Myrmosicarius* sp. Borgmeier (não

identificada), *Neodohniphora arcuata* Brown, *Neodohniphora attae* Disney, *Neodohniphora dissita* Brown e *Neodohniphora prolixa* Brown] é maior no interior de uma floresta atlântica do que na borda. Segundo eles, este fato ocorre, possivelmente, devido às condições ambientais adversas geradas pela borda, como por exemplo, alta temperatura. Os autores afirmam que fatores como este dificultam o desenvolvimento de estágios imaturos. Verificaram ainda que a espécie *Atta cephalotes*, que possui maior número de colônias nas bordas, foi três vezes menos atacada neste local do que em no interior da floresta. Para Moore (2005), em condições de estresse, um ecossistema complexo fornece mais opções do que outro mais simplificado. Elizalde & Folgarait (2010) constataram em seu estudo que as espécies encontradas estavam associadas a determinadas características ambientais. No estudo, *Myrmosciarius longipalpis* e *Apocephalus penicillatus* estavam associadas a ambientes mais úmidos, frios e sombreados, enquanto que *Myrmosciarius cristobalensis* Disney, *Apocephalus necdivergens* e *Eibesfeldtphora cumsaltensis* a ambientes em condições mais secas e quentes. Além dessas espécies, *Eibesfeldtphora trilobata*, *Myrmosciarius crudelis* e *Myrmosciarius gonzalezae*, Disney, Elizalde & Folgarait tem preferência a ambientes mais úmidos e com temperaturas intermediárias. Por fim, *Myrmosciarius catharinensis* e *Apocephalus setitarsus* Brown estavam associados a ambientes quentes e menos úmidos. Também Almeida & Queiroz (2009) encontraram resultados significativos no número de *Pseudacteon litoralis* Borgmeier e *Pseudacteon obtusus* Borgmeier coletado em temperaturas mais amenas, próximas de 22°C.

A ausência de relação entre a abundância de *Neodohniphora* sp. nov. e *Myrmosciarius* sp. com a atividade de formigas em trilhas sugere que este fator não seria relevante. Tonhasca (1996) não encontrou associação entre a atividade de formigas da espécie *Atta sexdens rubropilosa* e número de forídeos de *Neodohniphora tonhascai* na trilha. Porém, estudos com outras espécies evidenciam que a quantidade de formigas no entorno do ninho pode influenciar a ação parasitóide. Para Porter (1998), forídeos parasitóides são atraídos para os ninhos de *Solenopsis invicta*, possivelmente devido às guias químicas das formigas. No caso de *Neodohniphora* spp., o estímulo visual parece ser um componente essencial para localização do hospedeiro (BRAGANÇA *et al.*, 2008; GAZAL *et al.* 2009). Segundo Almeida & Queiroz (2009), colônias maiores de *Solenopsis invicta*, quando perturbadas, atraem maior número de forídeos parasitóides do gênero *Pseudacteon*.

A princípio, o número de forídeos capturados parece ter sido baixo, especialmente da espécie *Myrmosicarius* sp. Para Silva et al. (2008) a duração das amostragens, além do horário e época em que são realizadas, podem influenciar na abundância de forídeos. Para Bragança & Medeiros (2006), em olheiros e trilhas de ninhos de *A. laevigata* situados à sombra, há maior possibilidade de ocorrer o ataque parasitóide, o que resulta em maiores taxas de parasitoidismo. Tonhasca (1996), em estudo realizado em floresta de eucalipto verificou que o número de forídeos da espécie *Neodohniphora tonhascai* variou entre um e seis indivíduos. No geral, encontraram 48 forídeos, durante um período total de observação igual a oito horas. Além disso, o forídeo esteve presente durante 75% deste período. Em estudo com outro grupo de formigas, Almeida & Queiroz (2009) encontraram 138 fêmeas de forídeos parasitóides do gênero *Pseudacteon* durante aproximadamente 20 horas de observação em 96 colônias de *Solenopsis invicta*.

Neodohniphora sp. nov. apresentou comportamento de ataque similar à outras espécies deste gênero. Os forídeos se aproximam de seu hospedeiro, sobrevoando próximo à parte superior e traseira de *Atta robusta*, ovipositando na parte posterior da cabeça do hospedeiro. Em algumas observações, percebeu-se também que o parasitóide pode pousar, muito rapidamente, na parte dorsal de seu hospedeiro para ovipositar. Em relação à *Myrmosicarius* sp., não foi possível, sob condições de campo, precisar o local de oviposição devido ao seu tamanho, menor que *Neodohniphora* sp. nov. e também à rapidez com que o ataque é realizado.

A possível extinção da saúva preta pode também acarretar em extinção das espécies de forídeos encontradas nos ambientes de restinga estudados, caso estas duas espécies tenham *A. robusta* como único hospedeiro. Caso isto se confirme, haveria a necessidade de incluir as duas espécies de forídeos na lista do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção do IBAMA (MACHADO et al., 2008). Desta forma, seriam imprescindíveis novos estudos com as espécies de forídeos encontradas no presente estudo a fim de desvendar aspectos de sua biologia e desenvolvimento reprodutivo, como local exato de oviposição e também o local de desenvolvimento das larvas, local de formação da pupa e parte do corpo da formiga onde ocorre a emergência do parasitóide adulto.

Devido ao estado de fragmentação que se encontram a maioria das restingas, não só do estado do Rio de Janeiro, mas também de todo o Brasil, existe uma carência por novos

estudos que possibilitem descobrir outras espécies novas que compõem sua fauna e flora. Por exemplo, Vargas et al. (2007), em estudo na restinga da Marambaia, encontraram uma espécie nova de formiga, posteriormente chamada de *Trachymyrmex atlanticus* Mayhé-Nunes & Brandão, também endêmica de restingas. De fato, existe uma grande possibilidade de que outras espécies dos mais variados grupos de animais, ainda nem conhecidas, possam vir a desaparecer.

Este é o primeiro estudo com forídeos parasitóides de *Atta robusta*. Os resultados encontrados sugerem a necessidade de estudos futuros a fim de complementar as lacunas deixadas como, por exemplo, verificar se *Myrmosicarius* sp. também ataca *A. robusta* à noite. Seria necessário também verificar se outras espécies de forídeos parasitóides atacam *A. robusta* em área de forrageamento, onde o material vegetal é cortado, como faz *Apocephalus attophilus* contra seus hospedeiros. Além disto, estudos em laboratório seriam de extrema importância para averiguar se existem outras espécies de forídeos que tem a saúva preta como hospedeiro nestes e em outros ambientes de restinga onde ela é encontrada, além de verificar suas respectivas taxas de parasitoidismo.

5 CONCLUSÕES

- Em ambientes de restinga da cidade do Rio de Janeiro, *Atta robusta* está associada a duas espécies de Phoridae (Diptera): *Myrmosicarius* sp. e *Neodohrniphora* sp. nov., sendo esta a primeira referência dessa associação;
- *Myrmosicarius* sp. foi mais abundante em áreas abertas (ensolaradas) e *Neodohrniphora* sp. nov., em áreas fechadas (sombreadas) presentes nas regiões de restinga;
- O nível de atividade de formigas não afetou a ocorrência de forídeos em trilhas e olheiros de ninhos de *A. robusta*;
- *Myrmosicarius* sp. e *Neodohrniphora* sp. nov. atacam *A. robusta* tanto em olheiros quanto em trilhas;
- Temperatura e umidade são fatores que influenciam a atividade de *Myrmosicarius* sp, sendo mais provável encontrá-los em temperaturas mais amenas e alta umidade;
- Temperatura e umidade não são fatores que influenciam a ocorrência dos parasitóides *Neodohrniphora* sp. nov. em trilhas e olheiros de ninhos de *A. robusta*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J. M. . Efeito da estrutura de habitat sobre a abundância de parasitóides *Pseudacteon* Coquillett (Diptera, Phoridae) em ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 461-465, 2009.
- ALMEIDA, W. R, WIRTH. R, LEAL, I. R. Edge-mediated reduction of phorid parasitism on leaf-cutting ants in a Brazilian Atlantic forest. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 129, n. 3, p. 251-257, 2008.
- ARAÚJO, D.S.D. Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- BORGMEIER, T. Nova contribuição para o conhecimento das formigas neotropicais. **Revista de Entomologia**, 10: 403-428, 1939.
- BOT, A.N.M.; CURRIE, C.R.; HART, A.G.; BOOMSMA, J.J. Waste Management in Leaf-Cutting Ants. **Ethology Ecology & Evolution**, v. 13, p. 225-237, 2001.
- BRAGANÇA, M.A.L. Perspectiva da contribuição de forídeos parasitóides no manejo de formigas cortadeiras. **Biológico**, v.69, p.177-181, 2007.
- BRAGANÇA, M.A.L.; DELLA LUCIA, T.M.C.; TONHASCA JUNIOR, A. First record of phorid parasitoids (Diptera: Phoridae) of the leaf-cutting ant *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical Entomology**, v.32, p.169-171, 2003.
- BRAGANÇA, M.A.L.; MEDEIROS, Z.C.S. Ocorrência e características biológicas de forídeos parasitóides (Diptera: Phoridae) da saúva *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) em Porto Nacional, TO. **Neotropical Entomology**, v.35, p.408-411, 2006.
- BRAGANÇA, M.A.L.; SOUZA, L.M.D.E ; NOGUEIRA, C.A.; DELLA LUCIA, T.M.C. Parasitismo por *Neodohniphora* spp. Malloch (Diptera, Phoridae) em operárias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.52, p. 300-302, 2008.
- BRAGANÇA, M.A.L.; TONHASCA JUNIOR, A.; DELLA LUCIA, T.M.C. Reduction in the foraging activity of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* caused by the phorid *Neodohniphora* sp. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, n. 89, p. 305-311, 1998.
- BRAGANÇA, M.A.L.; TONHASCA JUNIOR. A.; MOREIRA, D.D.O.. Parasitism characteristics of two phorid fly species in relation to their host, the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical Entomology**, n. 31, p. 241-244, 2002.

BRAGANÇA, M.A.L.; TONHASCA JUNIOR, A.; DELLA LUCIA, T.M.C. Características biológicas e comportamentais de *Neodohrniphora elongata* Brown (Diptera, Phoridae), um parasitóide da saúva *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, n.4, p. 600–606, 2009.

CALCATERRA, L.A.; PORTER, S.D.; BRIANO, J.A. Distribution and abundance of fire ant decapitating flies (Diptera: Phoridae: *Pseudacteon*) in three regions of Southern South America. **Annals of the Entomological Society of America**, n. 98, p. 85-95, 2005.

CARVALHO, A.L.G.; ARAUJO, A.F.B. Ecologia dos Lagartos da Ilha da Marambaia, RJ. **Revista Universidade. Rural**, Série Ciências da Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 24, n. 2, p. 159-165, 2004.

COSTA, B.N.; PERACHII, A.L. Morcegos da Ilha da Marambaia. In: MENEZES, L.F.T.; PEIXOTO, A.L. & ARAUJO, D.S.D. **História Natural da Marambaia**. Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2005. 288p.

COSTA, J.M.; OLDRINI, B.B. Odonatas da Ilha e restinga de Marambaia (RJ). In: MENEZES, L.F.T.; PEIXOTO, A.L.; ARAUJO, D.S.D. **História Natural da Marambaia**. Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2005. 288p.

DELLA LUCIA, T. M. C.; VILELA, E. F. Métodos atuais de controle e perspectivas. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, p.163-190. 1993.

DELLA LUCIA, T. M. C.; ARAÚJO, M. S. Formigas cortadeiras: atualidades no combate. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Manejo integrado: doenças, pragas e plantas daninhas. Visconde do Rio Branco, MG: **Suprema**, p.245-273, 2000.

DIEHL-FLEIGH, E.; SILVA, M.E. *Beauveria bassiana* para controle das formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*. In: **Curso de atualização no controle de formigas cortadeiras**, 3. Piracicaba. Anais, Piracicaba: IPEF, p. 6-7, 1994.

ELIZALDE, L.; FOLGARAIT, P.J. Host diversity and environmental variables as determinants of the species richness of the parasitoids of leaf-cutting ants. **Journal of Biogeography**, 37, 2305–2316, 2010.

ERTHAL JUNIOR, M.; TONHASCA JUNIOR, A.. Biology and oviposition behavior of the phorid *Apocephalus attophilus* and the response of its host, the leaf-cutting ant *Atta laevigata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.95, p.71-75, 2000.

FEENER, D.H. JR. Competition between ant species: outcome controlled by parasitic flies. **Science**, v. 214, p. 815–817, 1981.

FEENER, D.H. JR; MOSS, K.A.G. Defense against parasites by *hitchhikers* in leafcutting ants: a quantitative assessment. *Behavior Ecology. Sociobiology*, v. 26, p. 17–29, 1990.

FEENER, D.H. JR; BROWN, B.V. Oviposition behavior of an ant-parasitizing fly, *Neodohrniphora curvinervis* (Diptera: Phoridae), and defense behavior by its leaf-cutting ant host *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal Insect Behavior*, n.6, p.675–688, 1993.

FLINT, M.L.; DREISTADT, S.H.; CLARK, J.K. **Natural Enemies Handbook: the Illustrated Guide to Biological Pest Control**. University of California Press, Division of Agriculture and Natural Resources, 1998, 154p.

FOWLER, H.G. The population status of the endangered Brazilian endemic leaf-cutting ant *Atta robusta* (Hymenoptera: Formicidae). *Biological Conservation.*, v. 74, p. 147-150, 1995.

FOWLER, H.G.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N. The endemic Brazilian leaf-cutting ants, *Atta silvaei* and *Atta robusta* (Hymenoptera: Formicidae): Population status. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 40, p. 111-112, 1996.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de Entomologia Agrícola**, 2ª edição. São Paulo, Editora Ceres, 1988, 649 p.

GAZAL, V.; BAILEZ, O; VIANA-BAILEZ, A.M. Mechanism of host recognition in *Neodohrniphora elongata* (Brown) (Diptera: Phoridae). *Animal Behavior*, v. 78, p.1177–182, 2009.

GONÇALVES, C.R.; NUNES, A.M.. **Formigas das praias restingas do Brasil**, p. 373-377. In L.D. de Lacerda, D.S.D. Araújo, R. Cerqueira & B. Turq (eds.), *Restingas: Origem, estrutura e funções*. Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense, 1984, 450p.

HERTEL, F.; COLLI, G. The use of leaf-cutter ants, *Atta Laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae), as a substrate for oviposition by the dung beetle *Canthon Viirens* Mannerheim (Coleoptera: Scarabaeidae) in Central Brasil. *The Coleopterists Bulletin*, v. 52, p. 105-108, 1998.

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

IDRIS, A.B.; SAJAP, A.S. The abundance of scuttle fly (Diptera: Phoridae) in five selected forests and the potential of its genera, *Megaselia* and *Woodiphora* as biological indicator of forests disturbance. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(5), p. 566-568, 2002.

JACCOUD, D.B.; HUGHES, W.O.H.; JACKSON, C.W. The epizootiology of a *Metarhizium* infection in mini-nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 93, p. 51–61, 1999.

JUNIOR, J.P.; MOREIRA, A.C.C.; HOTTZ, D.; PAULA, R.R. SOMNER, G.V.; MENEZES, L.F.T. Análise estrutural de uma formação vegetal arbustiva aberta na restinga da Marambaia – RJ. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl 1, p. 366-368, 2007.

LEBRUN, E.G.; FEENER, D.H. JR. Linked indirect effects in ant-phorid interactions: impacts on ant assemblage structure. **Oecologia** v. 133, p.599–607, 2002.

Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Novo código Florestal Brasileiro. Presidência da república. www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm. Acessado em 13/05/2011.

LINKSVAYER, T.A.; MCCALL, A.C.; JENSEN, R.M.; MARSHALL, C.M.; MINER, J.W.; MCKONE, M.J. The Function of Hitchhiking Behavior in the Leaf-cutting Ant *Atta cephalotes*. **Biotropica**, v. 34, n.1 p. 93–100, 2002.

LOPEZ, E.; ORDUZ, S. *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma viride* for control of nest of the fungus-growing ant, *Atta cephalotes*. **Biological Control**, San Diego, v. 27p. 194-200, 2003.

LOUREIRO, E.S.; MONTEIRO, A.C. Patogenicidade de isolados de três fungos entomopatogênicos a soldados de *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae). **Árvore**, v. 29, n. 4, p. 553-561, 2005.

MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Eds.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1ª. Ed., Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008, 1420 p.

MARICONI, F.A.M. **As Saúvas**. Ed. Agronômica Ceres, 1970, 167p.

MARICONI, F.A.M. **As Saúvas**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF. Circular Técnica. n. 77, p. 7, 1977.

MATHIS, K. A; PHILPOTT, S. M.; MOREIRA, R. F. Parasite Lost: Chemical and Visual Cues Used by *Pseudacteon* in Search of *Azteca instabilis*. **Journal Insect Behavior**, 2010.

MATTOS, C.L.V. Caracterização climática de restinga de Marambaia, p.55-66. In MENEZES, L.F.T.; PEIXOTO, A.L.; ARAÚJO, D.S.D. (eds.), **Historia Natural da Marambaia**, Seropédica, Editora ADUR, 2005, 288p

MENEZES, L.F.T.; ARAÚJO, D.S.D.. Formações vegetais da restinga de Marambaia, p.67-120. IN MENEZES, L.F.T.; PEIXOTO, A.L.; ARAÚJO, D.S.D. (eds.). **Historia Natural da Marambaia**, Seropédica. Editora ADUR, 2005, 288p.

MOORE, P.D. Roots of stability. **Nature**, 457, p. 959-961, 2005.

- MOOREHEAD, S.A.; FEENER, D.H. Visual and chemical cues used in host location and acceptance by a Dipteran parasitoid. **Journal Insect Behavior**, v. 14, p. 613, 2000.
- MORRISON, L.W.; DALL'AGILO-HOLVORCEM, C.G.; GILBERT, L.E., Oviposition behavior and development of *Pseudacteon* flies (Diptera: Phoridae), parasitoids of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). **Environmental Entomology**, v. 26, p. 716–724, 1997.
- MORRISON, L.W.; KAWAZOE, E.A.; GUERRA, R.; GILBERT, L.E. Ecological interactions of *Pseudacteon* parasitoids and *Solenopsis* ant hosts: environmental correlates of activity and effects on competitive hierarchies. **Ecological Entomology**, v. 25, p. 433–444, 2000.
- MORRISON, L.W.; PORTER, S.D. Phenology and parasitism rates in introduced populations of *Pseudacteon tricuspis*, a parasitoid of *Solenopsis invicta*. **BioControl**, v. 50, p. 127–141, 2005.
- ORR, M.R. Parasitic flies (Diptera: Phoridae) influence foraging rhythms and caste division of labor in the leaf-cutter ant, *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). **Behavior Ecology Sociobiology**, v. 30, p. 395–402, 1992
- ORR, M.R.; SEIKE, S.H. Parasitoids deter foraging by Argentine ants (*Linepithema humile*) in their native habitat in Brazil. **Oecologia**, v. 117, p. 420–425, 1998.
- ORR, M.R.; SEIKE, S.H.; BENSON, W.W.; GILBERT, L.E. Flies suppress fire ants. **Nature**, v. 373, p. 292–293, 1995.
- ORR, M.R.; SEIKE, S.H.; GILBERT, L.E. Foraging ecology and patterns of diversification in dipteran parasitoids of fire ants in south Brazil. **Ecological Entomology**, v. 22, p. 305–314, 1997.
- PESQUERO, M. A.; CAMPIOLO, S.; FOWLER, H. G.; PORTER, S.D. Diurnal pattern of ovipositional activity in two *Pseudacteon* fly parasitoids (Diptera: Phoridae) of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). **Florida Entomology**, v. 79, p. 455–457, 1996.
- PHILPOTT, S.; MALDONADO, J.; VANDERMEER, J.; PERFECTO, I. Taking trophic cascades up a level: behaviorally modified effects of phorid flies on ants and ant prey in coffee agroecosystems. **Oikos**, v. 105, p. 141–147, 2004.
- PORTER, S.D. Biology and behavior of *Pseudacteon* decapitating flies (Diptera: Phoridae) that parasitize *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). **Florida Entomology**, v. 81, p. 292–309, 1998.
- PORTER, S.D.; BRIANO, J. Parasitoid–host matching between the little decapitating fly *Pseudacteon curvatus* from Las Flores, Argentina and the black fire ant *Solenopsis richteri*. **Florida Entomology**, v. 83, p. 422–427, 2000.

PORTER, S.D.; PESQUERO, M.A.; CAMPIOLO, S.; FOWLER, H.G. Growth and development of *Pseudacteon* phorid fly maggots (Diptera: Phoridae) in the heads of *Solenopsis* fire ant workers (Hymenoptera: Formicidae). **Environmental Entomology**, v. 24, p. 475-479, 1995.

REYNOLDS, H.T.; CURRIE, C.R. Pathogenicity of *Escovopsis weberi*: the parasite of the attine ant-microbe symbiosis directly consumes the ant cultivated fungus. **Mycologia**, v. 96, n. 5, p. 955-959, 2004.

ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M.A.S.; JAMEL, C.E. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: Habitat loss and risk of disappearance. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 2, p. 263-273, 2007.

ROCHA, Y.T. Paisagens urbanas brasileiras e a teoria geográfica da paisagem. In: TERRA, C. G. & ANDRADE, R. (Org.). **Paisagens culturais: contrastes sulamericanos**. ed. Rio de Janeiro: Escola de Belas Artes/UFRJ, p. 123-141, 2008.

SANTOS, C.P.S. Distribuição da diversidade de formigas de serapilheira (Hymenoptera: Formicidae) ao longo de um gradiente elevacional no Parque da Serra do Mar. Núcleo de Picinguaba, São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, SP, 2008,70p.

SCHOWALTER, T.D. **Insect Ecology: an Ecosystem Approach**, 2 nd Ed. Elsevier/Academic, San Diego, CA, 2006.

SILVA, V.S.G; BAILEZ, O; VIANA-BAILEZ, A.M; TONHASCA, A. JR. Effect of the size of workers of *Atta sexdens rubropilosa* on the attack behavior of *Neodohrniphora* spp. (Diptera: Phoridae). **Sociobiology**, v. 50, n. 1, p. 35-44, 2007.

SILVA, V.S.G; BAILEZ, O; VIANA-BAILEZ, A.M, TONHASCA, A. JR; LUCIA, T.M.C.D. Survey of *Neodohrniphora* spp. (Diptera: Phoridae) at colonies of *Atta sexdens rubropilosa* (FOREL) and specificity of attack behaviour in relation to their hosts. **Bulletin of Entomological Research**, v. 98, p. 203-206, 2008.

SILVEIRA, F.A.O.; SANTOS, J.C.; VIANA, L.R.; FALQUETO, S.A.; VAZ-DE-MELO, F.Z.; FERNANDES, G.W. Predation of *Atta laevigata* (Formicidae) by *Canthon virens* (Coleoptera: Scarabaeidae). **Tropical Zoology**, v. 19, n. 2, p. 1-7, 2006.

SOMNER, G.V.; CARVALHO, A.L.G.; SIQUEIRA, C.T. Sapindaceae da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60 n. 3, p. 485-507, 2009.

SOUZA, M. C.; MORIM, M. P. Subtribo *Eugeniinae* O. Berg. e *Myrtinae* O. Berg (Myrtaceae) na restinga da Marambaia, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 652-683, 2008.

TEIXEIRA, M.C. **Dispersão de sementes por *Atta robusta* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) na restinga da Ilha de Guriri – ES.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa –MG. Tese de Doutorado, 2007, 80 p.

TEIXEIRA, M.C.; SANTOS, I.A.; SCHOEREDER, J.H.. *Atta robusta*: endemismo, extinção ou ausência de estudos?. p 359-367. In: VILELA, E.F., SANTOS, I.A., SCHOEREDER, J.H., SERRÃO, J.E., CAMPOS, L.A.O., LINO-NETO, J. (Ed). **Insetos Sociais: da biologia à aplicação.** Ed. UFV. 2008. 442p.

TEIXEIRA, M. C.; SCHOEREDER, J. H . The effect of plant cover on *Atta robusta* (Hymenoptera: Formicidae) distribution in restinga vegetation. **Sociobiology**, Austrália, v.41, n. 3, p. 615-623, 2003.

TEIXEIRA, M.C.; SCHOEREDER, J. H.; MAYHÉ-NUNES, A. J. Geographic distribution of *Atta robusta* Borgmeier (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical entomology**, Brasil, v. 32, n. 4, p. 719-721, 2003.

TEIXEIRA, M. C.; SCHOEREDER, J. H; LOUZADA, J. N. C. Occurrence of *Atta robusta* Borgmeier (Hymenoptera: Formicidae) in the North of Espírito Santo State, Brasil. **Neotropical Entomology**, Brasil, v. 33, n. 2, p. 265-266, 2004.

TONHASCA JR., A. Interactions between a parasitic fly, *Neodohrniphora declinata* (Diptera: Phoridae), and its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*. **Ecotropica**, v. 2, p. 157–164, 1996.

TONHASCA JR., A.; BRAGANÇA, M. A. L. Effect of leaf toughness on the susceptibility of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* to attacks of a phorid parasitoid. **Insectes Sociaux**, v. 47, p. 220-222, 2000.

TONHASCA JR., A.; BRAGANÇA, M. A. L. & ERTHAL JR. M. Parasitism and biology of *Myrmomicarius grandicornis* (Diptera, Phoridae) in relationship to its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera, Formicidae). **Insectes Sociaux**, v. 48, p. 154-158, 2001.

VARGAS, A.B; MAYHÉ-NUNES, A.J; QUEIROZ, J.M; SOUZA, G.O & RAMOS, E.F. Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidade de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 28-37, 2007.

VILELA, E. F. Status of leaf-cutting ant control in forest plantations in Brazil. In: LOFGREN, C. S., VANDER MEER, R. K. (Eds). Fire ants and leaf-cutting ants: **Biology and Management**. Boulder: Westview Press, p. 399-408, 1986.

WUELLNER, C.T.; DALL'AGLIO-HOLVERCEM, C.G.; BENSON, W.W.; GILBERT, L.E. Phorid fly (Diptera: Phoridae) oviposition behavior and fire ant (Hymenoptera: Formicidae) reaction to attack differ according to phorid species. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 95, p. 257–266, 2002.

ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Restoration of a restinga sandy coastal plain in Brazil: survival and growth of planted woody species. **Restoration Ecology**, v. 14, p. 87-94, 2006.

