

UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

DISSERTAÇÃO

**Ecologia de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera:
Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob
manejo orgânico**

Fábio Souto de Almeida

2007



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**ECOLOGIA DE *Solenopsis invicta* Buren (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EM UM AGROECOSSISTEMA DIVERSIFICADO SOB
MANEJO ORGÂNICO**

FÁBIO SOUTO DE ALMEIDA

Sob a Orientação do Professor
Jarbas Marçal de Queiroz

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de concentração em Conservação da Natureza

Seropédica, RJ
Abril de 2007

595.796 Almeida, Fábio Souto de, 1982-
A447e Ecologia de *Solenopsis invicta* Buren
T (Hymenoptera: Formicidae) em um
agroecossistema diversificado sob manejo
orgânico / Fábio Souto de Almeida. - 2007.
58 f. : il.

Orientador: Jarbas Marçal de Queiroz.
Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Florestas.

Inclui bibliografia.

1. Formiga - Ecologia - Teses. 2.
Formiga - Ecossistema - Avaliação. 3.
Mosca - Parasito - Teses. 4. Ecologia
animal - Teses. I. Queiroz, Jarbas Marçal
de, 1968- II. Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro. Instituto de
Florestas. III. Título.

Bibliotecário: _____

Data: ___/___/___

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

FÁBIO SOUTO DE ALMEIDA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM -----/-----/-----

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

Jacques Hubert Charles Delabie. Dr. CEPLAC

Elen de Lima Aguiar Menezes. Dr^a. EMBRAPA-AGROBIOLOGIA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me permitido realizar este trabalho e pelo seu amor incondicional.

Agradeço ao Prof. Dr. Jarbas Marçal de Queiroz, pela dedicação, apoio, orientação e paciência e ao Prof. Dr. Roberto Carlos Costa Lelis coordenador do curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Ao Prof. Dr. Antônio José Mayhé Nunes pela identificação da mirmecofauna.

Ao Prof. Dr. Marcos Antônio Pesquero pela confirmação da identificação das espécies de *Pseudacteon*.

À EMBRAPA-Agrobiologia, em especial à Dra. Maria Elizabeth Fernandes Correia e Dra. Adriana Maria de Aquino, responsáveis pelo Laboratório de Fauna do Solo, onde parte do material coletado foi triado.

À Técnica Luciana Diniz de Oliveira por ajudar a montar e morfo-especiar as formigas.

À minha mãe, Vilma Fernandes Souto de Almeida, a meu pai, Afonso Maria de Almeida, e a meu irmão, Felipe Souto de Almeida, pelo apoio e compreensão.

E a todos professores, colegas, e demais pessoas que contribuíram para confecção deste trabalho ou para minha formação profissional e como ser humano.

RESUMO GERAL

ALMEIDA, Fábio Souto. **Ecologia de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico**. 2007. 58 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

Solenopsis invicta Buren (Hymenoptera: Formicidae) (formiga-lava-pé), espécie nativa da América do Sul, hoje ocorre na América Central, América do Norte e Oceania. A espécie é considerada uma praga importante devido às altas densidades populacionais, agressividade e à sua picada desagradável, podendo provocar reações alérgicas. A espécie pode também eliminar competitivamente outras espécies de formigas. No entanto, devido ao fato de ser consumidora de outros artrópodes, *S. invicta* está entre os predadores mais ativos e abundantes em muitas culturas. Entre os inimigos naturais de *S. invicta* estão as moscas parasitóides do gênero *Pseudacteon* Coquillett (Diptera: Phoridae), que são candidatas ao uso como agentes de controle biológico onde *S. invicta* é invasora. Este trabalho objetivou determinar a distribuição espacial dos ninhos de *S. invicta* em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico, e avaliar a influência de alguns fatores abióticos (pH, densidade do solo, temperatura e umidade do solo e do ar) sobre a densidade populacional da espécie; a influência de sua densidade populacional sobre a riqueza de espécies de outras formigas; e analisar a influência de alguns fatores bióticos e abióticos sobre a abundância de moscas *Pseudacteon* que parasitam *S. invicta*. O estudo foi realizado em quatro parcelas de 3.500 m², compostas por glebas cultivadas com diferentes espécies vegetais, no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica-RJ, Brasil. A distribuição dos ninhos de *S. invicta* foi significativamente agregada. A densidade populacional de *S. invicta* relacionou-se com as temperaturas do solo e do ar. Não houve relação significativa entre a densidade de *S. invicta* e o número médio de espécies de outras formigas. Quando ninhos de *S. invicta* foram perturbados, coletou-se quatro espécies de parasitóides do gênero *Pseudacteon*, sendo que *Pseudacteon obtusus* Borgmeier foi a mais abundante e freqüente, seguida por *Pseudacteon litoralis* Borgmeier, *Pseudacteon tricuspis* Borgmeier e *Pseudacteon solenopsidis* Schmitz. Essas espécies apresentaram diferentes padrões de atividade diurna. Um número maior dos parasitóides das espécies *P. litoralis* e *P. obtusus* foi coletado sob temperaturas mais amenas, ou seja, temperaturas elevadas diminuíram a atividade dessas moscas. Ninhos maiores atraíram maior número de parasitóides de todas espécies.

Palavras chave: formiga-lava-pé, moscas decapitadoras, fatores bióticos, fatores abióticos

GENERAL ABSTRACT

ALMEIDA, Fábio Souto. **Ecology of *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) in an agroecosystem**. 2007. 58 p. Dissertation (Master Science in Environment and Forest Sciences). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

The ant *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) (fire ant) is native from South America, but today occurs in Central America, North America and Oceania. The species is usually considered a serious pest because it can reach extremely high densities, is aggressive, can cause a painful sting, which often cause allergic reactions in the human being. Moreover, *S. invicta* can eliminate competitively other ant species in the ecosystems. However *S. invicta* workers are voracious consumers of arthropods and are among the most active and abundant predators in many crops. Among the natural enemies of *S. invicta*, parasitoid species of *Pseudacteon* Coquillett (Diptera: Phoridae) are candidates to be agent of biological control of this ant species in invaded regions. The goal of this study was to determine the spatial distribution of *S. invicta* nests in an organic agroecosystem, to evaluate the influence of some abiotic factors (pH, soil density, air and soil temperature, air and soil humidity) on the population density of this ant species; the influence of its population density on the species richness of other ants; and to evaluate the influence of some biotic and abiotic factors on the abundance of *Pseudacteon* flies, parasitoids of *S. invicta*. The study was conducted in four plots of 3,500 m², cultivated with different crop species, in the Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil. The nest distribution of *S. invicta* was significantly aggregated. The density of *S. invicta* was significantly related with soil and air temperatures. There was not significant relationship between the density of *S. invicta* and average species richness of others ants. Among the parasitoid species collected, *Pseudacteon obtusus* Borgmeier was the most frequent and abundant species on *S. invicta* disturbed nests, followed by *Pseudacteon litoralis* Borgmeier, *Pseudacteon tricuspis* Borgmeier and *Pseudacteon solenopsidis* Schmitz. The parasitoids species had different patterns of diurnal activity. A higher number of individuals *P. litoralis* and *P. obtusus* was collected under mild temperatures, whereas on high temperatures the fly activity was decreased. Bigger nests attracted greater number of parasitoids of all species.

Key words: fire ant, decapitating fly, biotic factors, abiotic factors

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Tamanho da área de cada tratamento (ha) e o número de grupos de armadilhas, calculado e instalado, em áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 17
- Tabela 2.** Densidade de ninhos de *Solenopsis invicta*, como a área ocupada por ninhos por hectare e número de ninhos por hectare, e a riqueza de formigas total e média em áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 19
- Tabela 3.** Formicidae coletados em áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 21
- Tabela 4.** Abundância média (\pm EP) e frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae), parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), por evento de coleta de 30 minutos ($n = 24$) no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006. 48
- Tabela 5.** Análise de correlação de Spearman entre a abundância de moscas parasitóides *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae) fêmeas e a temperatura do ar, umidade relativa do ar e tamanho dos ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) ($n = 96$) no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006. 53

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Esquema do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. Nota: linhas em vermelho delimitam as parcelas amostradas. 12
- Figura 2.** Sistema agroflorestal implantado no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, junho de 2006. 14
- Figura 3.** Ninho de *Solenopsis invicta*, encontrado no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, junho de 2006. 14
- Figura 4.** Regressão linear entre o número médio de espécies de formigas e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em oito áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 22
- Figura 5.** Regressão linear entre o número médio de espécies de formigas e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em oito áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 22
- Figura 6.** Regressão linear entre a temperatura do solo e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 24
- Figura 7.** Regressão linear entre a temperatura do ar e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 24
- Figura 8.** Regressão linear entre o pH do solo e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 25
- Figura 9.** Regressão linear entre a densidade do solo e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 25
- Figura 10.** Regressão linear entre a umidade do solo transformada e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 26
- Figura 11.** Regressão linear entre a umidade relativa do ar transformada e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com

- diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 26
- Figura 12.** Regressão linear entre o pH do solo e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 27
- Figura 13.** Regressão linear entre a densidade do solo e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 27
- Figura 14.** Regressão linear entre a temperatura do solo e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 28
- Figura 15.** Regressão linear entre a umidade do solo transformada e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 28
- Figura 16.** Regressão linear entre a temperatura do ar e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 29
- Figura 17.** Regressão linear entre a umidade relativa do ar transformada e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 29
- Figura 18.** Abundância e porcentagem acumulada de indivíduos de *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae), parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), por tempo de coleta, em 96 amostragens de 30 minutos no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006. 44
- Figura 19.** Abundância média (\pm EP) de *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae) (número de fêmeas/ coleta de 30 minutos) (n = 96), parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006. Médias seguidas por letras diferentes, diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney, a 5% de probabilidade. 46
- Figura 20.** Frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae), parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em 96 eventos de coleta de 30 minutos no Sistema Integrado de Produção

Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006. 47

Figura 21. Abundância média (\pm EP) e frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon litoralis* Borgmeier (Diptera: Phoridae) parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) por evento de coleta de 30 minutos ($n = 24$), em diferentes horários de coleta no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006. 50

Figura 22. Abundância média (\pm EP) e frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon obtusus* Borgmeier (Diptera: Phoridae) parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) por evento de coleta de 30 minutos ($n = 24$), em diferentes horários de coleta no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006. 51

Figura 23. Abundância média (\pm EP) e frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon tricuspis* Borgmeier (Diptera: Phoridae) parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) por evento de coleta de 30 minutos ($n = 24$), em diferentes horários de coleta no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006. 52

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
CAPÍTULO I : DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E DENSIDADE POPULACIONAL DE <i>Solenopsis invicta</i> Buren (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM UM AGROECOSSISTEMA DIVERSIFICADO SOB MANEJO ORGÂNICO E EFEITOS SOBRE A MIRMECOFAUNA ASSOCIADA	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1 Área de Estudo	11
2.2 Densidade e Distribuição Espacial dos Ninhos de <i>Solenopsis invicta</i>	13
2.3 Coleta da Mirmecofauna	13
2.4 Variáveis Abióticas	15
2.5 Análise Estatística	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1 Densidade de ninhos de <i>Solenopsis invicta</i>	18
3.2 Distribuição espacial dos ninhos de <i>Solenopsis invicta</i>	18
3.3 Análise da mirmecofauna	18
3.4 Influência de variáveis abióticas sobre a densidade de ninhos de <i>Solenopsis invicta</i>	23
4 CONCLUSÕES	31
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
CAPÍTULO II : FATORES QUE INFLUENCIAM A ABUNDÂNCIA DE MOSCAS DO GÊNERO <i>Pseudacteon</i> Coquillett (DIPTERA: PHORIDAE), PARASITÓIDES DE <i>Solenopsis invicta</i> Buren (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)	36
RESUMO	37
ABSTRACT	38
1 INTRODUÇÃO	39
2 MATERIAL E MÉTODOS	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4 CONCLUSÕES	54
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
CONCLUSÕES GERAIS	58

INTRODUÇÃO GERAL

A Convenção sobre Diversidade Biológica encoraja o desenvolvimento de tecnologias e de práticas agrícolas, como a agricultura orgânica, que não somente aumentem a produtividade, mas que também sejam capazes de frear a degradação dos ecossistemas e promover a conservação da biodiversidade. Entretanto, o potencial da agricultura orgânica em promover a conservação da biodiversidade e manter níveis aceitáveis de produtividade só poderá ser alcançado através da compreensão do funcionamento dos ecossistemas e dos papéis exercidos pelas diferentes espécies (SCIALABBA, 2003).

A mirmecofauna é de grande importância para os agroecossistemas, pois ela regula substancialmente diferentes processos vitais para os mesmos, como a ciclagem de nutrientes e o movimento da água no solo, sendo importante para a manutenção da produtividade a longo prazo (LOBRY DE BRUYN, 1999). As formigas exercem um grande número de funções ecológicas, sendo inclusive apontadas como engenheiros dos ecossistemas, podendo influenciar diretamente ou indiretamente a disponibilidade de recursos de outros organismos através de mudanças no componente biótico ou abiótico (FOLGARAIT, 1998). Devido aos hábitos variados das espécies, as formigas cumprem papéis relevantes na dinâmica dos ecossistemas e na interação com outros organismos, com implicações econômicas, sociais e de saúde para o homem, sendo a maioria das espécies onívoras e generalistas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). São organismos muito comuns e extremamente abundantes em regiões de clima tropical. Sua importância em ecossistemas naturais, agroecossistemas e ambientes urbanos é muito grande.

Os efeitos das formigas sobre outras espécies são extremamente variados e complexos. Esse é o caso de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), conhecida popularmente como formiga-lava-pé ou formiga-de-fogo. É uma séria praga, muito conhecida pelos efeitos irritantes provocados em seres humanos e animais domésticos e pelos prejuízos à agricultura (BANKS *et al.*, 1990; WILLIAMS *et al.*, 2001; JETTER *et al.*, 2002). Além disso, é uma das mais importantes espécies invasoras do mundo, podendo provocar perda da biodiversidade dos ecossistemas invadidos (WOJCIK, 2001; HOLWAY *et al.*, 2002; JETTER *et al.*, 2002; MORRISON, 2002). Por outro lado, por ser uma voraz predadora, esta espécie é candidata ao uso como agente de controle biológico (EUBANKS, 2001; VOGT *et al.*, 2001).

No Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), em Seropédica-RJ, a espécie tem chamado atenção pela existência de muitos ninhos, por um possível efeito negativo sobre algumas plantas cultivadas e pelas picadas dolorosas. Investigar os fatores que possam influenciar a densidade de *S. invicta* e seu efeito sobre a comunidade de formigas no SIPA reveste-se de grande importância devido à natureza experimental e demonstrativa das técnicas agroecológicas do SIPA.

A utilização de inimigos naturais para o controle de *S. invicta* é uma interessante alternativa ao uso de substâncias químicas, as quais muitas vezes são nocivas ao meio ambiente. Moscas parasitoides do gênero *Pseudacteon* Coquillett (Diptera: Phoridae) (moscas decapitadoras) são promissoras agentes de controle biológico. Tais espécies, inclusive, vêm sendo introduzidas em algumas regiões dos Estados Unidos da América (GRAHAM *et al.*, 2003; PORTER *et al.*, 2004).

Os organismos evoluíram se adaptando às condições do meio em que vivem, podendo sobreviver dentro de certos gradientes, por exemplo, de temperatura e umidade. Efeitos negativos são esperados quando as condições do meio estão fora destes gradientes. É provável que exista relação entre a densidade populacional de *S. invicta* e o número de espécies de outras formigas. Também é esperado que fatores abióticos influenciem a distribuição espacial e a densidade de *S. invicta* e a abundância de moscas *Pseudacteon* spp., parasitoides da

formiga-lava-pé. Estudos que demonstrem a expressão destes fatores sobre estes organismos revestem-se de grande importância, pois, podem contribuir com informações para a melhor compreensão de suas características ecológicas e para seu manejo em agroecossistemas, em especial no SIPA que têm como um dos seus objetivos o controle de espécies praga sem a utilização de substâncias nocivas ao meio ambiente e ao consumidor.

Este trabalho teve como objetivo geral contribuir com conhecimento científico para a compreensão ecológica e para o manejo de insetos, em especial em agroecossistemas de produção orgânica.

O Capítulo I descreve um estudo da distribuição espacial dos ninhos de *S. invicta* no SIPA, assim como do efeito de alguns fatores abióticos sobre a densidade populacional da formiga e da influência de sua densidade sobre a riqueza de espécies de outras formigas. Já o Capítulo II, analisa a influência de alguns fatores bióticos e abióticos sobre a abundância de moscas *Pseudacteon* que parasitam *S. invicta* no SIPA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANKS, W.A.; ADAMS, C.T.; LOFGREN, C.S.; WOJCIK, D.P. Imported fire ant infestation of soybean fields in the southern United States. **Florida Entomologist**, v. 73, n. 3, p. 503-504, 1990.
- EUBANKS, M.D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, v. 21, p. 35-43, 2001.
- FOLGARAIT, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 1221-1244, 1998.
- GRAHAM, L.C.F.; PORTER, S.D.; PEREIRA, R.M.; DOROUGH, H.D.; KELLEY, A.T. Field releases of the decapitating fly *Pseudacteon curvatus* (Diptera: Phoridae) for control of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Alabama, Florida, and Tennessee. **Florida Entomologist**, v. 86, n. 3, p. 334-339, 2003.
- HÖLLDOBLER B.; WILSON, E.O. **The Ants**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1990. 732 p.
- HOLWAY, D.A.; LACH, L.; SUAREZ, A.V.; TSUTSUI, N.D.; CASE, T.J. The causes and consequences of ant invasions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 33, p. 181-233, 2002.
- JETTER, K.M.; HAMILTON, J.; KLOTZ, J.H. Red imported fire ants threaten agriculture wildlife and homes. **California Agriculture**, v. 56, n. 1, p. 26-34, 2002.
- LOBRY DE BRUYN, L. A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 425-441, 1999.
- MORRISON, L.W. Long-term impacts of an arthropod-community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2337-2345, 2002.
- PORTER, S.D.; NOGUEIRA DE SA, L.A.; MORRISON, L.W. Establishment and dispersal of the fire ant decapitating fly *Pseudacteon tricuspis* in North Florida. **Biological Control**, v.29, p. 179-188, 2004.
- SCIALABBA, N.E.H. **Organic agriculture: the challenge of sustaining food production while enhancing biodiversity**. Turquia: FAO, 2003. 38 p.
- VOGT, J.T.; GRANTHAM, R.A.; SMITH, W.A.; ARNOLD, D.C. Prey of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in Oklahoma peanuts. **Biological Control**, v. 30, n. 1, p.123-128, 2001.
- WILLIAMS, D.F.; COLLINS, H.L.; OI, D.H. The red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) an historical perspective of treatment programs and the development of chemical baits for control. **American Entomologist**, v. 47, n. 3, p. 146-159, 2001.

WOJCIK, D.P.; ALLEN, C.R.; BRENNER, R.J.; FORYS, E.A.; JOUVENAZ, D.P.; LUTZ, R.S. Red imported fire ants: impact on biodiversity. **American Entomologist**, v. 47, n. 1, p.6-23, 2001.

CAPÍTULO I

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E DENSIDADE POPULACIONAL DE *Solenopsis invicta* Buren (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM UM AGROECOSSISTEMA DIVERSIFICADO SOB MANEJO ORGÂNICO E EFEITOS SOBRE A MIRMECOFAUNA ASSOCIADA

RESUMO

Solenopsis invicta Buren (Hymenoptera: Formicidae) (formiga-lava-pé), espécie nativa da América do Sul, hoje ocorre também na América Central, América do Norte e Oceania. A espécie é considerada uma praga importante devido às altas densidades populacionais, agressividade e à sua picada desagradável, podendo provocar reações alérgicas. A espécie também pode eliminar competitivamente outras espécies de formigas. No entanto, devido ao fato de serem consumidoras de outros artrópodes, *S. invicta* está entre os predadores mais ativos e abundantes em muitas culturas. Este trabalho objetivou: determinar a distribuição espacial dos ninhos de *S. invicta*; verificar a influência de alguns fatores abióticos sobre a densidade populacional da formiga-lava-pé; e verificar a influência de sua densidade populacional sobre a riqueza de espécies de outras de formigas. O estudo foi realizado no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica-RJ, Brasil, de junho a julho de 2006. Foram amostradas quatro parcelas de 3.500 m², compostas por glebas cultivadas com diferentes espécies. Todos os ninhos de *S. invicta* foram marcados e tiveram seus tamanhos medidos. A distribuição dos ninhos foi significativamente agregada. Foram encontrados 104 ninhos de *S. invicta* (74,29 ninhos/ha). A soma da área destes ninhos totalizou 12,60 m² (9,00 m²/ha). A área ocupada por ninhos de *S. invicta* por hectare foi significativamente relacionada com a temperatura do solo e a temperatura do ar. Foram coletadas 39 espécies de formigas, mas não houve relação significativa entre a densidade de *S. invicta* e o número médio de espécies de outras formigas.

Palavras chave: formiga-lava-pé, fatores abióticos, riqueza de espécies

ABSTRACT

The ant *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) (fire ant), is native from South America, but today occurs in Central America, North America and Oceania too. The species is usually considered a serious pest because it can reach extremely high densities, be aggressive, and has a painful and often allergenic sting. Moreover, *S. invicta* can eliminate competitively other ant species in the ecosystems. However *S. invicta* workers are voracious consumers of arthropods and are among the most active and abundant predators in many crops. The goal of this study was to determinate the spatial distribution of *S. invicta* nests in an organic agroecosystem, to evaluate the influence of some abiotic factors (pH, soil density, air and soil temperature, air and soil humidity) on the population density of this ant species and the influence of its population density on the species richness of other ants. The study was conducted in the project Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropedica, Rio de Janeiro, Brazil, from June to July, 2006. Four parcels of 3,500 m², cultivated with different species, were sampled. All *S. invicta* nests were marked and the sizes were measured. The nest distribution was significantly aggregated. A total of 104 nests of *S. invicta* were found (74.29 nests/ha). The sum of the area of these nests totalized 12.60 m² (9.00 m²/ha). The density, as *S. invicta* nest area per hectare, was significantly related with soil and air temperatures. Thirty-nine ant species were collected in the area, but ant species richness was not related with *S. invicta* density.

Key words: fire ant, abiotic factors, species richness

1 INTRODUÇÃO

Solenopsis invicta Buren (Hymenoptera: Formicidae), conhecida popularmente como formiga-lava-pé ou formiga-de-fogo, é uma espécie nativa da América do Sul que hoje ocorre também em países da América Central, América do Norte e Oceania (CALLCOTT & COLLINS, 1996; HOLWAY *et al.*, 2002). Esta espécie pode ser encontrada em vários habitats brasileiros, em ambientes naturais ou áreas cultivadas (FONSECA & DIEHL, 2004; DIEHL *et al.* 2005b).

Nos Estados Unidos da América, os gastos anuais em domicílios para o controle de *Solenopsis* spp. alcançam 2,5 bilhões de dólares e cerca de 50% das pessoas que habitam regiões infestadas por estas formigas são picadas pelo menos uma vez por ano, sendo que muitas destas acabam por necessitar de cuidados médicos (DELLA LUCIA, 2003). *Solenopsis invicta* é motivo de preocupação nos EUA. Caso esta espécie se estabeleça na Califórnia, estima-se que os prejuízos causados pela formiga neste Estado alcancem de 387 a 989 milhões de dólares por ano, devido aos danos causados a equipamentos elétricos, animais domésticos, seres humanos e à agricultura, além de afetar a vida selvagem (JETTER *et al.*, 2002). Sua agressividade e picadas dolorosas contribuem para a aversão dos trabalhadores rurais em efetuar colheita e outras práticas culturais em áreas infestadas. A formiga-lava-pé pode causar danos diretos às plantas cultivadas, como demonstrado por BANKS *et al.* (1990) em estudo realizado em seis estados dos EUA, os autores estimaram que *S. invicta* e *Solenopsis richteri* Forel poderiam causar perdas de 31,2 a 156,4 milhões de dólares, dependendo da porcentagem da área total dos plantios de soja ocupada pelos ninhos.

Várias espécies de formigas, especialmente das subfamílias Myrmicinae, Dolichoderinae e Formicinae interagem com homópteros através da coleta do líquido açucarado expelido por esses (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Essas interações podem resultar em benefícios para os organismos e gerar danos indiretos às plantas cultivadas, pois se de um lado as formigas conseguem alimento, de outro, os homópteros ganham através da eliminação de seus inimigos naturais e da melhoria das condições de higiene dos agregados de ninfas (BUCKLEY, 1987; QUEIROZ & OLIVEIRA, 2001). GONZALEZ-HERNANDEZ *et al.* (1999) demonstraram como as interações com formigas proporcionaram maiores densidades do pseudococcídeo *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) em plantios de abacaxi. QUEIROZ & OLIVEIRA (2001), estudando as interações de formigas com mosca-branca, relataram que essas últimas beneficiam-se principalmente através da eliminação, pelas formigas, dos excessos de líquido açucarado sobre as ninfas. Entre as espécies de formigas que freqüentemente visitam agregados de homópteros sobre as plantas estão várias espécies de *Solenopsis*, incluindo *S. invicta* (BUCKLEY & GULLAN, 1991; VINSON & SCARBOROUGH, 1991; RICO-GRAY, 1993; QUEIROZ & OLIVEIRA, 2001).

A formiga-lava-pé também é apontada por vários autores como provável responsável pelo decréscimo da diversidade de artrópodes nativos em diversos ecossistemas invadidos, também causando danos a outros organismos (WOJCIK, 2001; JETTER *et al.*, 2002; MORRISON, 2002; PARRIS *et al.*, 2002). Os resultados de GOTELLI & ARNETT (2000) sugerem que a presença de *S. invicta*, em escala local, reduz a densidade de espécies de formigas nativas. Entretanto, MORRISON & PORTER (2003) constataram uma correlação positiva entre as densidades de *S. invicta* e a diversidade de outras espécies de formigas e artrópodes em geral. Isso pode indicar que tanto *S. invicta*, quanto outras espécies de artrópodes são afetadas similarmente pelos mesmos fatores.

Por outro lado, existem os benefícios que esta espécie de formiga poderia trazer ao homem por sua utilização como agente de controle de organismos que causam danos à plantas cultivadas, embora pouco se saiba sobre a eficácia do uso deste inseto como agente de

controle biológico (ROSSI & FOWLER, 2004). Em alguns sistemas agrícolas tradicionais, os produtores rurais foram os primeiros a encorajar o uso de formigas como agentes de controle biológico, principalmente espécies de *Solenopsis*, *Oecophylla*, *Dolichoderus*, *Anoplolepis*, *Wasmannia*, *Azteca* e *Formica* (VAN-MELE & CUC, 2001). EUBANKS (2001) encontrou correlação negativa entre as densidades de *S. invicta* e as de várias espécies de insetos herbívoros em cultivos de algodão e soja no Alabama, Estados Unidos da América, sugerindo que *S. invicta* possa ter um efeito benéfico para essas culturas. VOGT *et al.* (2001) observaram, em uma plantação de amendoim em Oklahoma, que *S. invicta* coletou sete vezes mais artrópodes pestes que benéficos. Já ROSSI & FOWLER (2002) observaram que não ocorreu redução nas densidades de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae), principal praga da cana-de açúcar no Brasil, duas semanas após a adição de colônias de *S. invicta* e *Solenopsis saevissima* (Forel) em áreas infestadas. Concluíram que apesar da metodologia ter sido economicamente viável, a liberação de colônias destas formigas não foi uma alternativa válida para a redução das densidades da praga.

Em um agroecossistema, além dos fatores naturais, as diversas técnicas empregadas na produção também afetam a biota do solo. Segundo ROSSI *et al.* (2006), as práticas culturais afetam grandemente a fauna de solo. RAMOS *et al.* (2004), estudando o impacto das capinas mecânica e química do sub-bosque de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (Myrtaceae) sobre a mirmecofauna, observaram que oito dias após as capinas o número de espécies reduziu de um quarto para ambos tipos de tratamentos culturais. Notadamente os formigueiros são afetados. Entretanto, neste estudo também se observou que a eliminação do sub-bosque causa efeito imediato, mas de pouca duração, pois após 60 dias o número de espécies tendeu a retornar ao normal. É importante destacar que duas espécies de *Solenopsis* neste estudo, de quatro encontradas, tiveram suas frequências bastante aumentadas ao final dos 60 dias. Isso indica que estas espécies podem preferir locais abertos para nidificar. Segundo MORRISON & PORTER (2003), *S. invicta* é muito abundante em áreas abertas no norte da Flórida, EUA.

Para a adequada compreensão da dinâmica populacional de uma espécie, o estudo de sua distribuição espacial é importante. Vários fatores contribuem para o sucesso de uma colônia de formigas e controlam sua distribuição espacial. Os fatores bióticos (interações intra e interespecíficas) e abióticos (como a temperatura e umidade do ar e do solo), são de grande importância para a distribuição e densidade das espécies de formigas (PORTER & TSCHINKEL, 1993; SOARES & SCHOEREDER, 2001; SANDERS *et al.*, 2003; DIEHL *et al.*, 2005a; MORRISON *et al.*, 2005). CORREIA & PINHEIRO (1995) monitoraram a fauna de solo de quatro áreas com diferentes usos no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica), Seropédica-RJ, e concluíram que a fauna do solo, em todas as culturas, apresentou uma redução gradativa de sua densidade, e que essa redução provavelmente estaria associada à diminuição na precipitação e aumento do déficit hídrico no período. ALBUQUERQUE *et al.* (2005) estudaram, em áreas de dunas, a densidade e distribuição dos ninhos da formiga *Mycetophylax simplex* (Emery) em quatro parcelas de 2.500 m², cada parcela foi dividida em 25 quadrados de igual tamanho para analisar o padrão de distribuição dos ninhos. As densidades médias nas parcelas variaram de 0,01 ninhos/m² a 0,13 ninhos/m² e a distribuição foi agregada. Os autores sugeriram que a densidade e o padrão de distribuição dos ninhos estariam relacionados à disponibilidade de locais de nidificação e recursos para forrageamento. SOARES & SCHOEREDER (2001), estudando a distribuição espacial de ninhos de formigas na serapilheira de uma floresta tropical, também encontraram uma distribuição agregada.

As variações do clima, da topografia e do tipo de solo causam heterogeneidade de grande escala. Segundo MORRISON *et al.* (2005), a distribuição geográfica de *S. invicta* pode aumentar com o aquecimento global. Em escalas pequenas, a heterogeneidade é gerada pelas estruturas das plantas, pelas atividades dos animais e por características do solo

(RICKLEFS, 2003). Espécies de formigas que formam seus ninhos no solo, como *S. invicta*, têm suas operárias, ovos, larvas e pupas em contato quase permanente com o mesmo, deste modo, características químicas do solo, assim como o pH, podem exercer influência sobre estes organismos. Também é possível que fatores físicos, como a densidade do solo, possam influenciar a densidade da espécie. Solos pouco ou muito densos podem dificultar a colonização de certas áreas.

Investigar os diversos efeitos que *S. invicta* pode ter em comunidades bióticas de um agroecossistema é um desafio. No SIPA, a espécie tem chamado atenção de pesquisadores de outras áreas pela existência de muitos ninhos no local e também por um possível efeito negativo sobre algumas plantas cultivadas. Após 13 anos de instalação do SIPA pouco se sabe sobre a biologia e ecologia de espécies de formigas na área. Buscar informações que subsidiem planos de manejo de *S. invicta* no local reveste-se de grande importância dada a natureza experimental e demonstrativa das técnicas agroecológicas do SIPA. Informações sobre os fatores que influenciam a densidade da formiga são importantes, igualmente importantes são os possíveis efeitos da densidade da formiga sobre outros organismos. Um agroecossistema no Brasil, apesar de não ser um ecossistema natural, presumi-se possuir fatores limitantes ao crescimento populacional de *S. invicta* que não ocorrem em outros locais do globo onde esta espécie não é nativa. É interessante verificar se em sua região de origem, embora em um habitat modificado, *S. invicta* tem algum efeito sobre a fauna de formigas do solo. Deste modo, o presente estudo objetivou: determinar a distribuição espacial dos ninhos de *S. invicta* no agroecossistema; verificar a influência de alguns fatores abióticos sobre a densidade populacional da formiga-lava-pé; e verificar a influência da densidade populacional de *S. invicta* sobre a riqueza de espécies de outras formigas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O estudo foi conduzido na área do Sistema Intergrado de Produção Agroecológica (SIPA – “Fazendinha Agroecológica – km 47”), que está localizado no município de Seropédica, RJ (22°46’S de latitude, 43°41’W de longitude e 33 m de altitude). O SIPA é uma unidade de pesquisa de produção orgânica em bases agroecológicas de 59 ha, implantada desde 1993, e dentre suas características, destacam-se a diversidade de hortaliças (consórcio e rotação de culturas) e frutíferas, não uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos solúveis, privilegiando o uso de cobertura viva do solo, adubos verdes e compostos orgânicos. Anualmente, são cultivadas mais de 50 espécies de hortaliças, adequando-se ao complexo leguminosas e gramíneas para adubação verde e cobertura do solo, empregadas em sucessão e/ou consórcio simultâneo, em diferentes glebas que variam de ½ a 1 ha. Soma-se à área de produção, 25 hectares de áreas de preservação de fragmentos de Mata Atlântica e mais de 14 hectares de pastagens. São criados no SIPA bovinos mestiços a pasto e galinhas poedeiras em regime de pastoreio rotativo. É uma entidade registrada pela Embrapa Agrobiologia, em parceria com a Embrapa Solos, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (NEVES *et al.*, 2005).

Segundo a classificação de Köppen, o município de Seropédica apresenta o clima do tipo Cwa, ou seja, quente e úmido, com temperatura média anual de 22,7°C e 1200 mm de chuva anual, com uma estação seca de inverno (junho-agosto) e uma estação chuvosa de verão (dezembro-fevereiro) (FIDERJ, 1976)

Foram amostradas quatro parcelas, cada uma com 3.500 m² (40 x 87,5 m), que representam 14% do total da área cultivada do SIPA. Essas parcelas continham partes de várias glebas cultivadas com diferentes espécies. Na época da coleta de dados, as parcelas eram compostas por (Figura 1): 1) uma área cultivada com milho (*Zea mays* L.) e mucuna (*Mucuna* sp.) em consórcio (0,0560 ha), uma com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (0,0986ha) que se separam por uma linha de *Citrus* spp. intercalados entre coqueiros (*Cocos nucifera* Linn) (0,0755 ha) (Parcela Ciclo Curto 1); 2) uma área cultivada com batata-doce [*Ipomea batatas* (L.) Lam.] com faixas de guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.](0,0980 ha) e uma com cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) (0,0804 ha) que também apresentava uma linha única de coqueiros e *Citrus* spp. e acerola (*Malpighia glabra* L.) (Parcela Ciclo Curto 2); 3) uma área cultivada com banana (*Musa* sp.) (0,0433 ha) e uma com café (*Coffea arabica* L.) (0,2275 ha) sombreado com *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Parcela Perene 1); e 4) uma área com uma agrofloresta (0,1507 ha), composta pelas culturas do abacaxi [*Ananas comosus* (L.) Merr.], banana, cacau (*Theobroma cacao* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), *Citrus* sp., coqueiro, *G. sepium*, guapuruvu [*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake], mamão (*Carica papaya* L.) e urucum (*Bixa orellana* L.) (Figura 2), uma área cultivada com figo (*Ficus carica* L.) (0,0486 ha), além de uma área aberta coberta por grama, possuindo apenas algumas poucas espécies arbóreas, e que também foi incluída como um tratamento (Parcela Perene 2). Em todas as parcelas, as áreas cultivadas são separadas por espaços abertos gramados. As menores distâncias entre parcelas foram de 5 m entre as Parcelas Ciclo Curto 1 e Ciclo Curto 2, 23 m entre a Parcelas Ciclo Curto 2 e Perene 1 e de 30 m entre as Parcelas Perene 1 e Perene 2.

Em todas as glebas, é predominante o solo Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico.

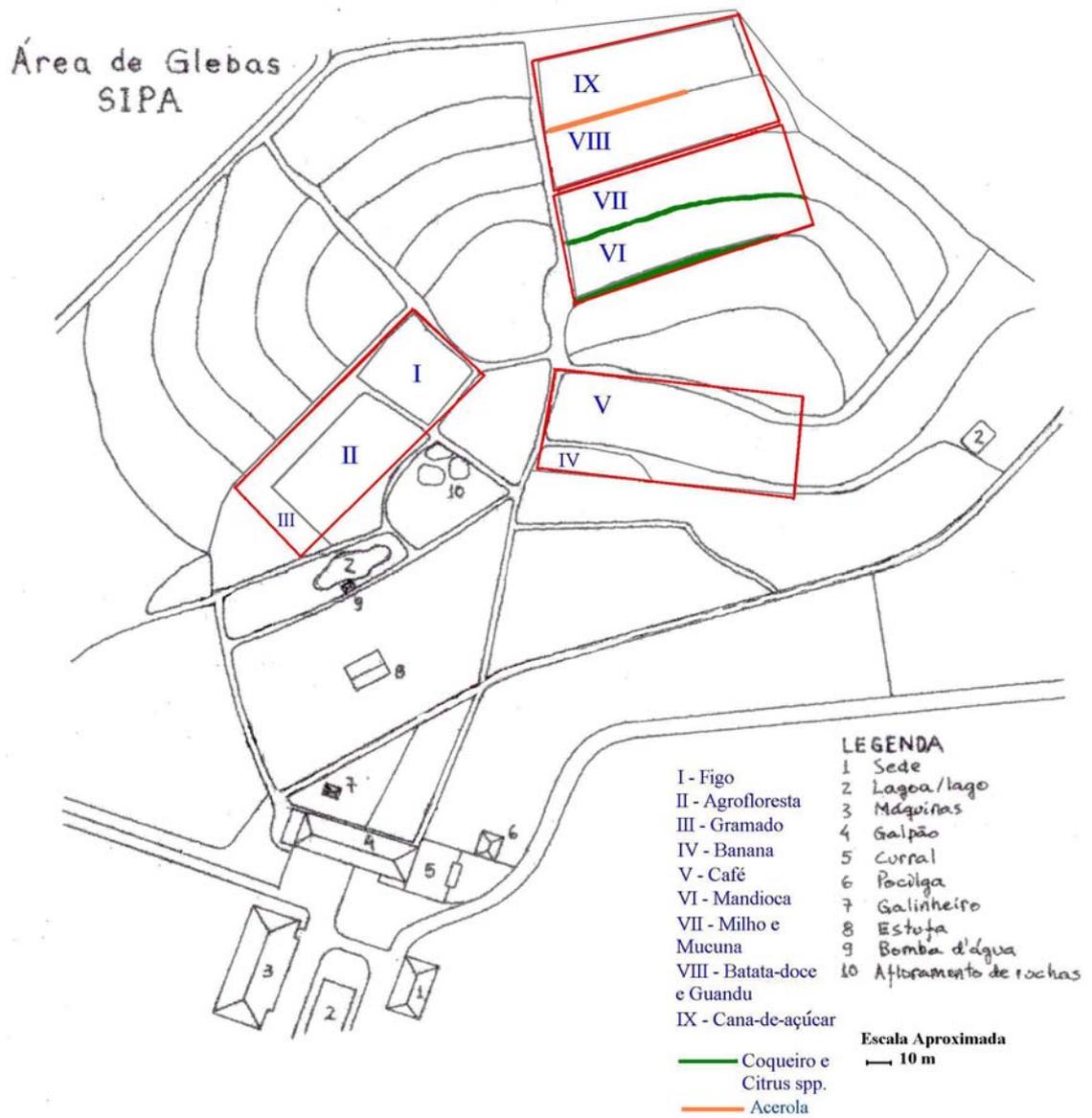


Figura 1. Esquema do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. Nota: linhas em vermelho delimitam as parcelas amostradas.

Todas as áreas cultivadas são capinadas, exceto a agrofloresta, e a periodicidade varia em função da necessidade, ou seja, da velocidade de crescimento de espécies que possam competir por recursos com as plantas cultivadas. Também em todas as glebas, com exceção dos tratamentos figo e agrofloresta, é feito o controle de formigas do gênero *Atta*, conhecidas popularmente como saúvas. Porém, o controle é feito em um pequeno pomar de acerolas ao lado do plantio de figo e, conseqüentemente, próximo ao sistema agroflorestral. O cultivo estabelecido a menos tempo era a cana-de-açúcar, pouco mais de dois meses. Não eram irrigados à época da amostragem a agrofloresta, o bananal, o cafezal e o canavial. Na área gramada onde foi realizada amostragem passam canos que vazam água, provavelmente por isto e pelas características do relevo, esta área encontrava-se algumas vezes notadamente encharcada.

A coleta dos dados foi realizada de junho a julho de 2006, e se referiram às variáveis bióticas e abióticas descritas nos itens seguintes. As áreas da Parcela Ciclo Curto ₁ compostas por linhas com *C. nucifera* e *Citrus* spp. foram consideradas um tratamento, porém somente para avaliar a influência das variáveis abióticas sobre a densidade de *S. invicta*.

2.2 Densidade e Distribuição Espacial dos Ninhos de *Solenopsis invicta*

As parcelas foram vistoriadas e todos os ninhos de *S. invicta* contados e marcados com estacas numeradas (Figura 3). Por haver correlação positiva entre o número de operárias de *S. invicta* e o tamanho de seu ninho (MACOM & PORTER, 1996 apud MORRISON & KING, 2004), foi calculada a área do monte de cada ninho. Para tal, mediu-se em cada ninho o comprimento do eixo mais longo (a) e do eixo perpendicular a este (b). A área foi calculada pela fórmula da elipse ($A = \pi * a/2 * b/2$), pois os ninhos geralmente têm esta forma (MORRISON & PORTER, 2003, 2005). As áreas dos ninhos de cada tratamento foram somadas, constituindo a área total ocupada pelos ninhos por tratamento, a qual foi dividida pelo tamanho da área do tratamento (em hectare), a fim de obter a densidade de ninhos de *S. invicta*, a qual foi expressa de duas formas: 1) como o total da área ocupada por ninhos de *S. invicta* por hectare; e 2) como o número de ninhos por hectare.

Para analisar a distribuição espacial dos formigueiros, cada parcela foi dividida em 25 sub-parcelas de 140 m² (8,0 x 17,5m), obtendo-se o número de ninhos em cada sub-parcela, segundo ALBUQUERQUE *et al.* (2005).

Os ninhos presentes na área cultivada com batata-doce foram contados e medidos, sendo incluídos na análise da distribuição espacial e no cálculo dos valores médios gerais. Entretanto, como a área teve o uso de seu solo alterado antes que se pudesse coletar as variáveis abióticas e a mirmecofauna, este tratamento não pôde ser utilizado para verificar a influência das variáveis abióticas sobre a densidade de *S. invicta* nem a influência da formiga-lava-pé sobre o número de outras espécies de formigas nas áreas.

2.3 Coleta da Mirmecofauna

Para amostragem da fauna de formigas foram utilizadas armadilhas do tipo pitfall, sendo adotada a amostragem proporcional. Este tipo de amostragem garante que as espécies presentes em cada espaço físico tenham a mesma probabilidade de serem coletadas, além de que áreas maiores necessitam maior esforço amostral para que possam ter sua mirmecofauna caracterizada completamente (SCHOEREDER *et al.*, 2004). Ademais, um número limitado de amostras pode subestimar a riqueza de espécies, pois aquelas com distribuição espacial restrita têm menor probabilidade de serem capturadas (ROSSI *et al.*, 2006).

Para o tratamento “banana” (com menor área), foram instalados dois grupos de armadilhas (número máximo possível, respeitando-se a distância entre grupos de armadilhas).



Figura 2. Sistema agroflorestal implantado no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, junho de 2006.



Figura 3. Ninho de *Solenopsis invicta*, encontrado no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, junho de 2006.

Como este tratamento apresentava 0,0433 ha de área, foi instalado um grupo de armadilha para cada 0,02165 ha, padrão este utilizado para os demais tratamentos. O número de grupos de armadilhas a serem instalados nos outros tratamentos foi calculado, então, dividindo-se o tamanho da área de cada tratamento por 0,02165 ha, procedendo-se posteriormente o arredondamento (Tabela 1).

Cada grupo de armadilhas consistia de três pitfalls posicionados nos vértices de um triângulo equilátero, a intervalos de dois metros, adaptado de SCHOEREDER *et al.* (2004). O uso de grupos de armadilhas, neste caso, permitiu o aumento do esforço de amostragem, mantendo-se a segurança da independência das amostras. Os grupos de armadilhas foram instalados em transectos, no centro da área de cada tratamento, a intervalos de 10 metros e, no mínimo, a seis metros da borda do tratamento.

Os pitfalls consistiam de copos plásticos de cor branca de 300 ml enterrados no solo até a borda (7,2 cm de diâmetro) e contendo 100 ml de álcool hidratado a 70%. As armadilhas permaneceram no campo sem líquido por dois dias antes do início da coleta para o adequado assentamento das mesmas no solo. Após este tempo, o líquido foi introduzido e as armadilhas recolhidas após 48 horas, sendo o material coletado acondicionado em potes identificados e contendo álcool hidratado a 70%, para transporte ao laboratório, onde as formigas foram triadas, identificadas ao nível de gênero com a chave de BOLTON (1994), separadas em morfo-espécies e, quando possível, identificadas ao nível de espécie.

Um grupo de armadilhas foi perdido no sistema agroflorestal e todas armadilhas foram perdidas na área cultivada com batata-doce, estas últimas foram destruídas por um trator. Não foi realizada amostragem da fauna de formigas nas áreas da Parcela Ciclo Curto ₁ cultivadas com *C. nucifera* e *Citrus* spp. porque as armadilhas iriam distar menos de 10 metros das armadilhas da área cultivada com milho e mucuna.

Foram determinadas a riqueza total (número total de espécies de formigas para cada tratamento) e a riqueza média (número médio de espécies de formigas por grupo de armadilhas), sendo excluído destes cálculos a espécie *S. invicta*.

2.4 Variáveis Abióticas

Foram obtidas, para cada tratamento, as variáveis pH, densidade, temperatura e umidade do solo, bem como a temperatura e umidade do ar. Adotou-se a amostragem ao acaso para tomada dos dados.

Para obtenção do pH do solo, amostras de solo até 10 cm de profundidade foram coletadas de 15 locais em cada tratamento, formando-se posteriormente uma amostra composta (ALMEIDA *et al.*, 1990). Foram feitas duas repetições por cultura, ou seja, duas amostras compostas, totalizando 30 amostras simples por área. O solo de todas amostras compostas foi seco ao ar, destorroado e peneirado. Para determinação do pH, foram misturados 50 ml de solo de cada amostra composta e 50 ml de água destilada, procedendo-se a leitura do pH após 30 min em tensiômetro digital e calculou-se o pH médio de cada tratamento.

Para obtenção da densidade e umidade do solo, coletou-se outras amostras de solo indeformadas com ajuda de um cilindro de 2,3 cm de diâmetro até a profundidade de 10 cm, sendo realizadas 6 amostras por tratamento. Cada amostra foi pesada antes (peso úmido) e depois de secada por dois dias em uma estufa a 105°C (peso seco). Com o valor de cada amostra se obteve as médias para densidade e umidade do solo, que para cada amostra foram calculadas através das seguintes fórmulas:

$$Ds = Ps / Vs$$

$$U = (Pu - Ps / Ps) * 100$$

Onde:

Ds = densidade do solo (g/cm^3)

U = umidade do solo (%)

Ps = peso do solo seco (g)

Pu = peso do solo úmido (g)

Vs = volume de solo indeformado (cm^3)

A temperatura do solo e do ar e a umidade do ar foram medidas em 30 diferentes locais em cada tratamento. Estes dados foram coletados na sombra e em um único dia ensolarado das 8:30h as 16:30h. Para minimizar o efeito do horário de coleta, as medições foram realizadas em seis eventos de coleta durante o dia em cada área, tomando-se cinco medições por evento de coleta. A temperatura do solo foi tomada a 5 cm de profundidade por meio de um termômetro de solo (PORTER, 1992). Já a temperatura e a umidade do ar foram obtidas a 5 cm acima da superfície do solo por meio de um psicrômetro.

2.5 Análise Estatística

Para analisar se houve diferença entre tratamentos quanto à riqueza média, foi utilizada a análise de variância (ANOVA).

No estudo da distribuição espacial dos ninhos foi utilizada a distribuição de Poisson, calculando-se o Índice de Concentração e, através do teste do qui-quadrado (χ^2), determinando-se o padrão de distribuição espacial dos ninhos da formiga (LAROCA, 1995).

Foi realizada uma análise de regressão linear entre o número de grupos de armadilhas e a riqueza de espécies total.

Para o estudo da influência da formiga-lava-pé sobre a fauna de outras espécies de formigas de solo, a densidade de ninhos de *S. invicta* (área ocupada pelos ninhos por hectare e o número de ninhos por hectare) foi relacionada, também pela regressão linear, com o número médio de espécies de formigas por grupo de armadilhas.

Para a análise da influência dos fatores abióticos sobre a densidade de ninhos de *S. invicta* foi realizada a análise de regressão linear entre os valores de densidade (área ocupada por ninhos por hectare ou número de ninhos por hectare) e as variáveis pH do solo, densidade do solo, temperatura e umidade do solo e do ar. Para normalização, o número de ninhos por hectare foi transformado em logaritmo (\log_{10}) do número de ninhos por hectare. Os dados de umidade relativa do ar e umidade do solo, obtidos em porcentagem, foram divididos por 100 e transformados em arco-seno da raiz quadrada da umidade relativa do ar ou umidade do solo (ZAR, 1999).

Em todas as análises foi utilizada para significância a probabilidade de 5%.

Tabela 1. Tamanho da área de cada tratamento (ha) e o número de grupos de armadilhas, calculado e instalado, em áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

Tratamentos	Área (ha)	Nº Grupos	Nº Grupos
		Armadilhas Calculado	Armadilhas Instalado
Banana	0,0433	2,00	2
Agrofloresta*	0,1507	6,96	7
Batata-doce**	0,0980	4,53	5
Café	0,2275	10,51	11
Cana-de-açúcar	0,0804	3,71	4
Coqueiro e Citrus***	0,0755	-	-
Figo	0,0486	2,25	2
Gramado	0,0795	3,67	4
Mandioca	0,0986	4,56	5
Milho e Mucuna	0,0560	2,59	3

* - um grupo de armadilhas foi perdido; ** - todas as armadilhas foram perdidas;
 *** - não foram instalados grupos de armadilhas porque distariam menos de 10 metros das armadilhas do tratamento milho e mucuna.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade de ninhos de *Solenopsis invicta*

Foram encontrados 104 ninhos de *S. invicta* nas quatro parcelas amostradas, ou seja, 74,29 ninhos/ha. A soma da área destes ninhos totalizou 12,60 m² (9,00 m²/ha), ocupando 0,09% da área total amostrada. O menor ninho apresentou 0,0063 m² (0,10 x 0,08 m), já o maior 0,5105 m² (1,00 x 0,65 m). A área de ninho média foi 0,12 ± 0,01 m².

BANKS *et al.* (1990) encontraram de 22,2 a 207,5 ninhos/ha de *S. invicta* e *S. richteri*, em áreas de monocultivo de soja nos EUA, sendo a média de 116 ninhos/ha. PORTER (1992) observou no estado da Flórida, EUA, a densidade média de 262 ninhos/ha para colônias de *S. invicta* poligínicas e de 115 ninhos/ha para monogínicas. Para o estado do Texas, a densidade média foi 680 e 295 ninhos/ha, respectivamente para ninhos poligínicos e monogínicos (PORTER *et al.*, 1991 apud PORTER, 1992). MORRISON & PORTER (2003) encontraram em pastagens nos EUA uma variação na área coberta por ninhos de 0,83 a 80,99 m²/ha. Os resultados do presente estudo corroboram a afirmativa de PORTER *et al.* (1997), segundo os quais a densidade de formigas do gênero *Solenopsis* é menor na América do Sul do que na América do Norte. Em áreas de beira de estrada onde ocorre *S. invicta*, estes autores encontraram para a América do Sul valores médios de densidade de 58 ninhos/ha e 4 m²/ha, enquanto que para a América do Norte, os valores foram de 215 ninhos/ha e 25,9 m²/ha.

A menor densidade de ninhos obtida como a área ocupada por ninhos por hectare foi encontrada na agrofloresta, seguida do café consorciado com gliricídia, mandioca, cana-de-açúcar, milho e mucuna, banana, figo, gramado e, com maior densidade de ninhos, a área cultivada com coqueiro e *Citrus* spp. (Tabela 2). Quando a densidade foi expressa como o número de ninhos por hectare, a menor densidade ocorreu no cafezal, seguido do tratamento agrofloresta, cana-de-açúcar, mandioca, figo, gramado e banana. A área com maior número de ninhos por hectare foi novamente a cultivada com coqueiro e *Citrus* spp., seguida pelo tratamento milho e mucuna.

3.2 Distribuição espacial dos ninhos de *Solenopsis invicta*

A distribuição dos ninhos foi significativamente agregada (Índice de concentração = 2,21; $\chi^2 = 872,20$; g.l. = 7; P < 0,05). ALBUQUERQUE *et al.* (2005), para *Mycetophylax simplex* (Emery) e SOARES & SCHOEREDER (2001), para espécies de formigas de serapilheira, também encontraram distribuição agregada dos ninhos. Este padrão de distribuição espacial é um indicativo de que podem existir no SIPA áreas mais adequadas para *S. invicta* nidificar.

3.3 Análise da mirmecofauna

Observou-se que a riqueza total de espécies de formigas, excluindo-se *S. invicta*, foi maior no cafezal com gliricídia e menor na plantação de figo (Tabela 2). A agrofloresta, o café, a cana-de-açúcar, o gramado e a mandioca tiveram riqueza de espécies semelhantes.

Tabela 2. Densidade de ninhos de *Solenopsis invicta*, como a área ocupada por ninhos por hectare e número de ninhos por hectare, e a riqueza de formigas total e média em áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

TRATAMENTOS	<i>Solenopsis invicta</i>		FORMIGAS (exceto <i>S. invicta</i>)		
	Área Ocupada por Ninhos (m ² /ha)	Número de Ninhos/ha	Riqueza Total	Riqueza Média (±EP)	n
Agrofloresta	0,45	13,27	19	6,50±0,85	6
Banana	10,65	69,30	11	6,50±1,50	2
Café	1,26	13,19	20	5,27±0,73	11
Cana-de-açúcar	5,90	49,75	18	8,50±1,32	4
Coqueiro e <i>Citrus</i>	35,23	304,59	-	-	
Figo	18,67	61,73	10	7,50±1,50	2
Gramado	21,71	62,90	18	7,50±0,65	4
Mandioca	1,89	50,71	19	8,60±1,40	5
Milho e Mucuna	9,15	178,57	12	5,67±0,88	3

Nota: a análise de variância (ANOVA) indicou não haver efeito de tratamento na comparação do número de espécies por grupo de armadilhas nas áreas com diferentes usos do solo. n = número de grupos de armadilhas pitfall.

O mesmo se deu para o bananal, figo e milho. Todavia, como o número total de espécies coletadas foi positiva e significativamente relacionado com o número de grupos de armadilhas ($R^2 = 0,569$; $n = 8$; $P = 0,031$; $y = 1,0626x + 10,960$), estes resultados devem ser analisados com cautela, pois podem ter sido gerados em parte pelo esforço de amostragem diferenciado em função do tamanho da área amostrada (ver SCHOEREDER *et al.*, 2004). A análise de variância indicou não haver diferença significativa entre o número médio de espécies entre tratamentos (ANOVA, $P = 0,179$) (Tabela 2). Cabe ressaltar que a não significância pode ser resultado do baixo número de repetições de alguns tratamentos, como banana e figo, com apenas dois grupos de armadilhas.

O menor número médio de espécies de formigas ocorreu no tratamento café consorciado com gliricídia, seguido dos tratamentos milho e mucuna, agrofloresta, banana, figo e gramado, sendo que os tratamentos agrofloresta e banana, além de figo e gramado, apresentaram o mesmo número médio de espécies. A área cultivada com mandioca apresentou o maior número médio de espécies, sendo o valor muito próximo ao encontrado na plantação de cana-de-açúcar.

A fauna de formigas coletada no SIPA foi composta por 39 espécies, sendo *Pheidole* o gênero com maior número (7), seguido por *Solenopsis* e *Camponotus*, com 5 espécies cada (Tabela 3). Também FONSECA & DIEHL (2004) e MARINHO *et al.* (2002), que coletaram formigas em eucaliptais, e VARGAS *et al.* (2007), para ambientes de restinga, concluíram que *Pheidole* foi o gênero com maior número de espécies. *Pheidole* é constantemente apontado como o gênero com maior número de espécies coletadas em amostragens realizadas na região neotropical (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). No presente trabalho, a morfoespécie *Pheidole* sp1 foi a única a ser coletada em todas as áreas. Já *Ectatomma brunneum* Fr. Smith, *Mycocepurus smithi* Forel, *Pheidole* sp4, *Pheidole* sp5 e *Solenopsis invicta* Buren ocorreram em sete dos oito tratamentos. *Camponotus* sp3, *Cyphomyrmex olitor* Forel, *Labidus* sp2, *Solenopsis* sp4 e *Strumigenys* sp1 ocorreram em duas glebas, enquanto *Brachymyrmex* sp2, *Camponotus* sp4, *Hypoconera* sp1, *Monomorium* sp1, *Odontomachus meinerti* Forel, *Pachycondyla* sp1, *Paratrechina* sp1, *Pheidole* sp6, *Pheidole* sp7, *Pseudomyrmex* sp1 e *Tapinoma* sp1 foram coletadas em apenas uma das oito áreas amostradas. *Solenopsis invicta* somente não foi coletada no tratamento agrofloresta, o qual apresentou a menor densidade da formiga como a área ocupada por ninhos por hectare e o segundo menor número de ninhos por hectare. PECK *et al.* (1998) coletaram 41 espécies de formigas em agroecossistemas com cultivos anuais, em dois estados nos Estados Unidos da América, Carolina do Norte e Virgínia. Os autores identificaram *Pheidole bicarinata* Forel, *Lasius alienus* (Foester), *Forelius pruinosus* (Roger), *Monomorium minimum* (Buckley), *Solenopsis texana* Emery e *Pheidole bicarinata* Forel como as espécies mais comuns, ocorrendo na maioria dos cultivos amostrados. *Solenopsis invicta* ocorreu em 16 regiões da Carolina do Norte em plantações de algodão, milho, soja e trigo.

Não houve relação significativa entre a densidade ninhos de *S. invicta* calculada como a área ocupada por ninhos por hectare e o número médio de espécies de formigas por grupo de armadilhas ($R^2 = 0,029$; $n = 8$; $P = 0,686$) (Figura 4). O mesmo aconteceu quando se relacionou o logaritmo do número de ninhos por hectare com o número médio de espécies de formigas ($R^2 = 0,032$; $n = 8$; $P = 0,671$) (Figura 5). Diferente do que é apontado por alguns estudos realizados em regiões invadidas por *S. invicta*, os dados coletados no SIPA indicam que a riqueza média de espécies de formigas nas áreas amostradas não está relacionada com a densidade da formiga-lava-pé. Entretanto, não se pode descartar a possibilidade de *S. invicta* exercer influência sobre algumas espécies de formigas em particular ou sobre outros organismos, fato que não foi verificado neste estudo. Tão pouco deve-se descartar a possibilidade da densidade de *S. invicta* influenciar a riqueza de espécies da mirmecofauna em outros agroecossistemas brasileiros, já que, até o que se conhece, não há mais informações

Tabela 3. Formicidae coletados em áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

ESPÉCIES	TRATAMENTOS							
	Agrofloresta	Banana	Café	Cana-de-açúcar	Figo	Gramado	Mandioca	Milho
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> Forel				x		x	x	x
<i>Brachymyrmex</i> sp1		x		x			x	
<i>Brachymyrmex</i> sp2							x	
<i>Camponotus</i> sp1		x	x			x	x	x
<i>Camponotus</i> sp2	x	x	x			x	x	
<i>Camponotus</i> sp3			x			x		
<i>Camponotus</i> sp4	x							
<i>Camponotus</i> sp5		x		x			x	
<i>Crematogaster</i> sp1			x	x	x	x	x	x
<i>Cyphomyrmex olitor</i> Forel	x			x				
<i>Ectatomma brunneum</i> Fr. Smith	x	x		x	x	x	x	x
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger				x	x	x		
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel	x		x				x	
<i>Hypoponera</i> sp1			x					
<i>Labidus</i> sp1			x				x	x
<i>Labidus</i> sp2				x				x
<i>Linepithema</i> sp1	x		x	x	x	x		
<i>Monomorium</i> sp1		x						
<i>Mycocepurus smithi</i> Forel	x		x	x	x	x	x	x
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille)	x	x	x					
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel						x		
<i>Pachycondyla</i> sp1	x							
<i>Paratrechina</i> sp1			x					
<i>Pheidole</i> sp1	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp2	x			x	x	x		
<i>Pheidole</i> sp3	x		x			x		
<i>Pheidole</i> sp4	x	x	x	x	x		x	x
<i>Pheidole</i> sp5	x	x	x	x	x		x	x
<i>Pheidole</i> sp6							x	
<i>Pheidole</i> sp7							x	
<i>Pseudomyrmex</i> sp1					x			
<i>Pyramica</i> sp1	x		x			x		
<i>Solenopsis invicta</i> Buren		x	x	x	x	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp1	x		x	x		x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp2	x		x	x		x	x	
<i>Solenopsis</i> sp3	x		x	x		x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp4	x			x				
<i>Strumigenys</i> sp1			x			x		
<i>Tapinoma</i> sp1		x						

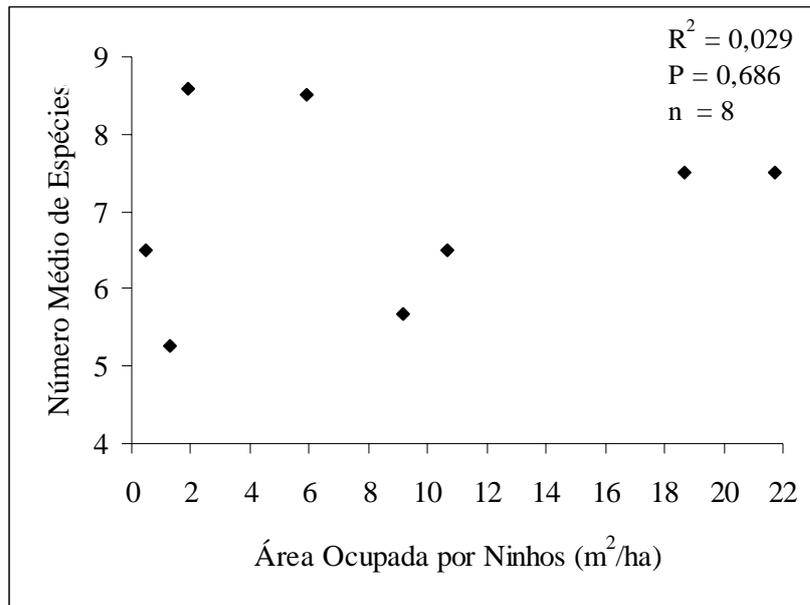


Figura 4. Regressão linear entre o número médio de espécies de formigas e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em oito áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

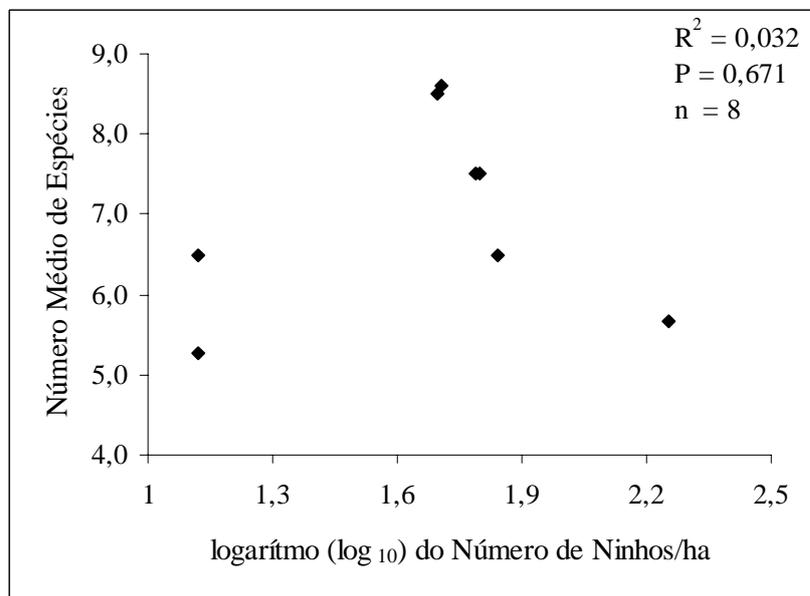


Figura 5. Regressão linear entre o número médio de espécies de formigas e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em oito áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

a esse respeito. Estudos neste sentido podem ser realizados para melhor compreensão das interações entre *S. invicta* e comunidades bióticas em ecossistemas onde a espécie é nativa.

3.4 Influência de variáveis abióticas sobre a densidade de ninhos de *Solenopsis invicta*

As análises de regressão entre a densidade de ninhos de *S. invicta* e as variáveis abióticas foram significativas e positivas entre a densidade de ninhos obtida como o a área ocupada por ninhos por hectare e a temperatura do solo ($R^2 = 0,484$; $n = 9$; $P = 0,037$) (Figura 6) e a temperatura do ar ($R^2 = 0,422$; $n = 9$; $P = 0,058$) (Figura 7), sendo que este último foi aceito como no limite da significância. Em geral, áreas com maior temperatura do solo e do ar apresentaram maior área ocupada por ninhos da formiga-lava-pé por hectare. Estes valores de densidade quando relacionados com o pH ($R^2 = 0,008$; $n = 9$; $P = 0,822$) (Figura 8), densidade do solo ($R^2 = 0,195$; $n = 9$; $P = 0,234$) (Figura 9), umidade do solo transformada ($R^2 = 0,109$; $n = 9$; $P = 0,386$) (Figura 10) e umidade relativa do ar transformada ($R^2 = 0,317$; $n = 9$; $P = 0,115$) (Figura 11) não foram significativamente relacionados. A regressão também não foi significativa entre o logaritmo do número de ninhos por hectare e o pH do solo ($R^2 = 0,068$; $n = 9$; $P = 0,499$) (Figura 12), densidade do solo ($R^2 = 0,004$; $n = 9$; $P = 0,869$) (Figura 13), temperatura do solo ($R^2 = 0,103$; $n = 9$; $P = 0,399$) (Figura 14), umidade do solo transformada ($R^2 = 0,004$; $n = 9$; $P = 0,867$) (Figura 15), temperatura do ar ($R^2 = 0,082$; $n = 9$; $P = 0,454$) (Figura 16) e a umidade relativa do ar transformada ($R^2 = 0,066$; $n = 9$; $P = 0,506$) (Figura 17).

Embora não tenha sido encontrada relação positiva e significativa entre a temperatura do solo e do ar e o logaritmo do número de ninhos por hectare, a maior área ocupada por ninhos de *S. invicta* por hectare em tratamentos com temperaturas mais elevadas explica, em parte, a distribuição agregada dos ninhos. Pois, indica que existem áreas no SIPA mais adequadas para *S. invicta* nidificar, o que é reforçado pelas consideráveis diferenças encontradas entre as densidades da formiga em alguns tratamentos (Tabela 2). Tais áreas seriam as que apresentaram maior temperatura do solo e do ar. Logicamente, devem existir outros fatores que influenciam a densidade e distribuição espacial da formiga no SIPA, visto que apenas 48,4% e 42,2% das variações na densidade de ninhos de *S. invicta* são explicadas pelas temperaturas do solo e do ar, respectivamente, conforme os coeficientes de determinação. Porém, a importância da temperatura, do solo em especial, sobre *S. invicta* é conhecida. KORZUKHIN *et al.* (2001) criaram um modelo que, em resumo, assume a temperatura do solo como o principal fator ecológico regulador do crescimento e reprodução de colônias de *S. invicta*. MORRISON *et al.* (2005) utilizaram este modelo para prever a expansão geográfica de *S. invicta* nos Estados Unidos da América. Colônias bem alimentadas de *S. invicta* crescem entre as temperaturas de 22°C a 36°C, com o máximo crescimento ocorrendo próximo a 32°C, mas a temperatura preferida para a prole em colônias bem alimentadas gira em torno de 31°C. A formiga-de-fogo pode se termoregular movendo-se dentro do labirinto de câmaras subterrâneas mais quentes ou mais frias, podendo selecionar temperaturas que proporcionam máxima produção de prole (PORTER & TSCHINKEL, 1993). FONSECA & DIEHL (2004) constataram a ocorrência de *S. invicta* em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith de diferentes idades implantados em ecossistemas de restinga no Rio Grande do Sul, *S. invicta* não foi encontrada apenas no povoamento de *E. saligna* com maior idade (31 anos) dentre os estudados, provavelmente o povoamento com maior porcentagem de cobertura do dossel. Outros autores já observaram que *S. invicta* é muito abundante em áreas abertas (MORRISON & PORTER, 2003). É provável que *S. invicta* tenha maior sucesso na colonização de locais

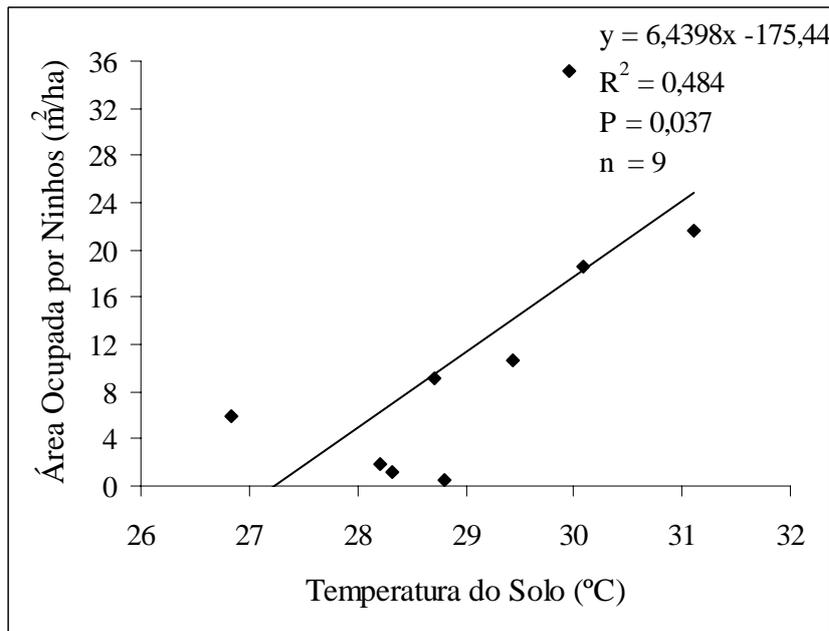


Figura 6. Regressão linear entre a temperatura do solo e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

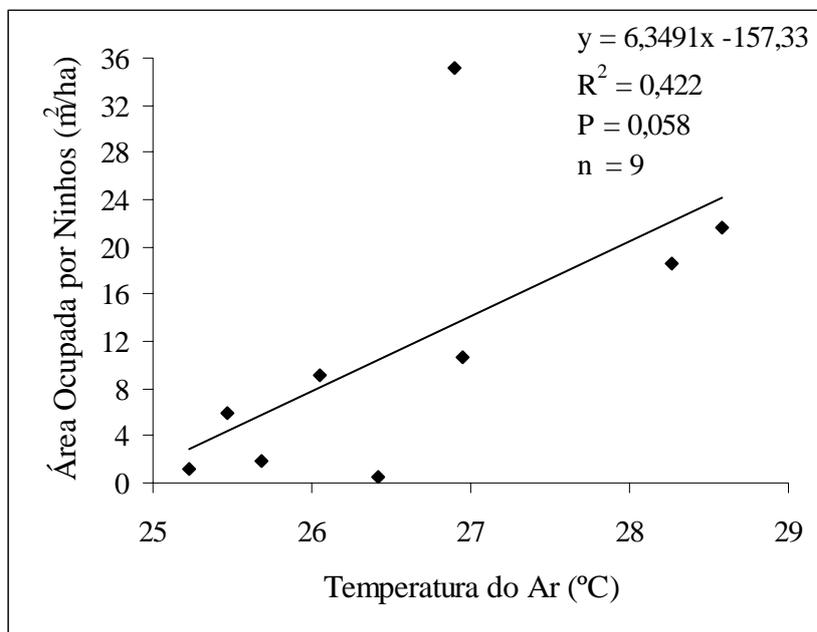


Figura 7. Regressão linear entre a temperatura do ar e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

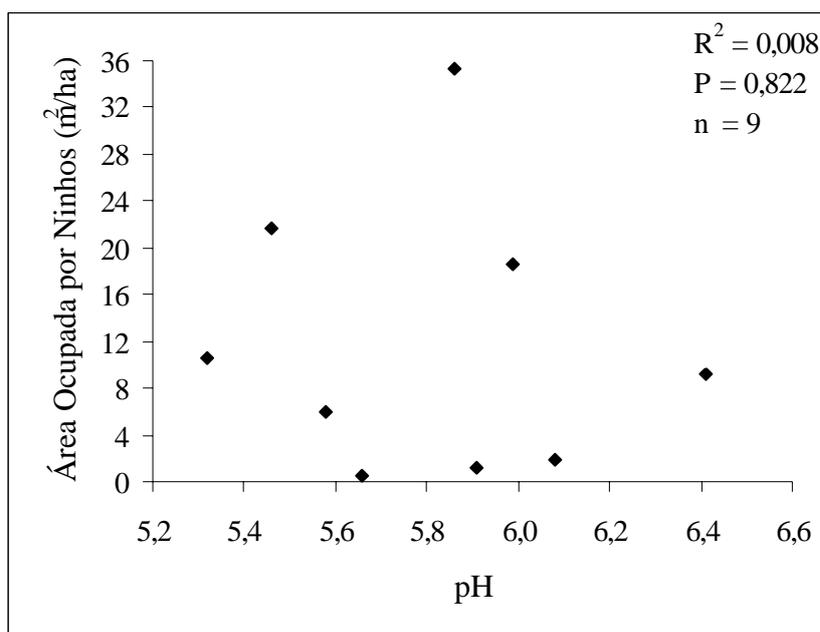


Figura 8. Regressão linear entre o pH do solo e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

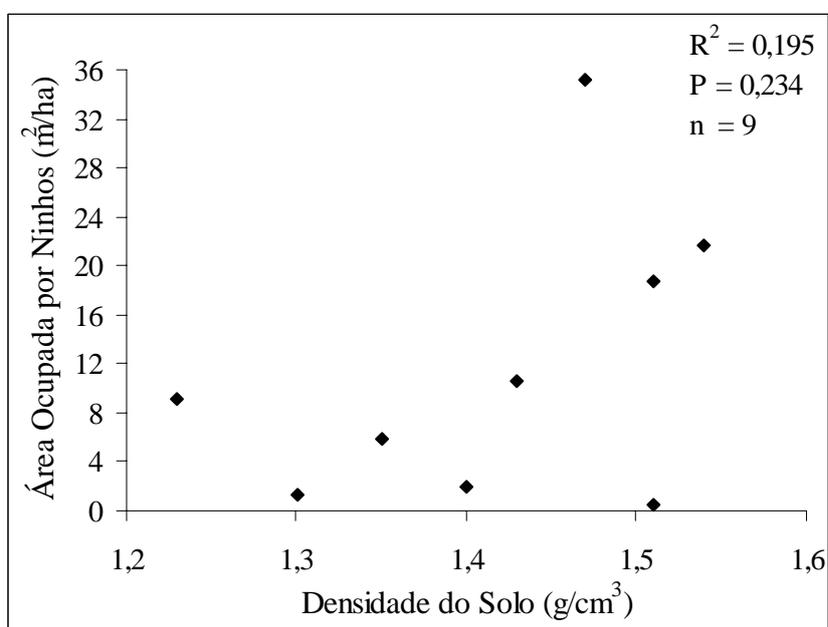


Figura 9. Regressão linear entre a densidade do solo e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

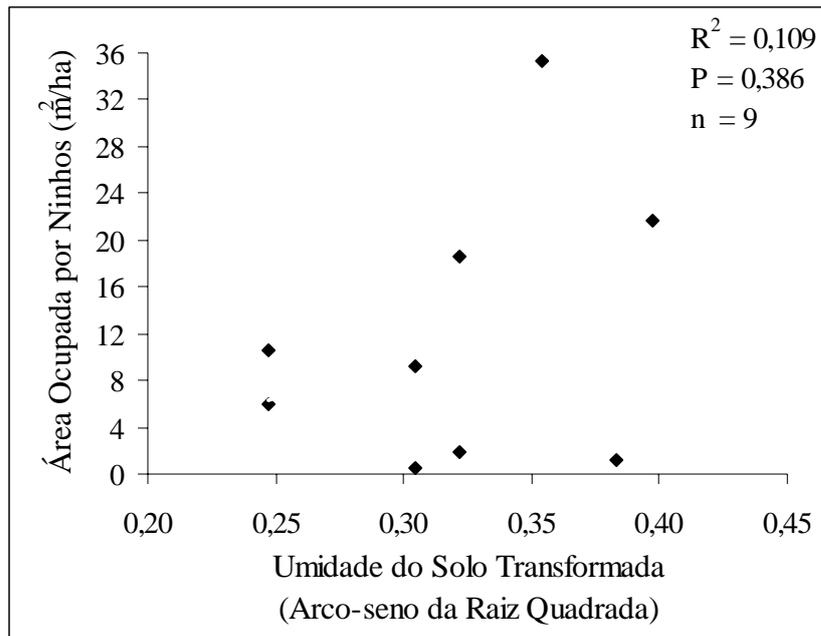


Figura 10. Regressão linear entre a umidade do solo transformada e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

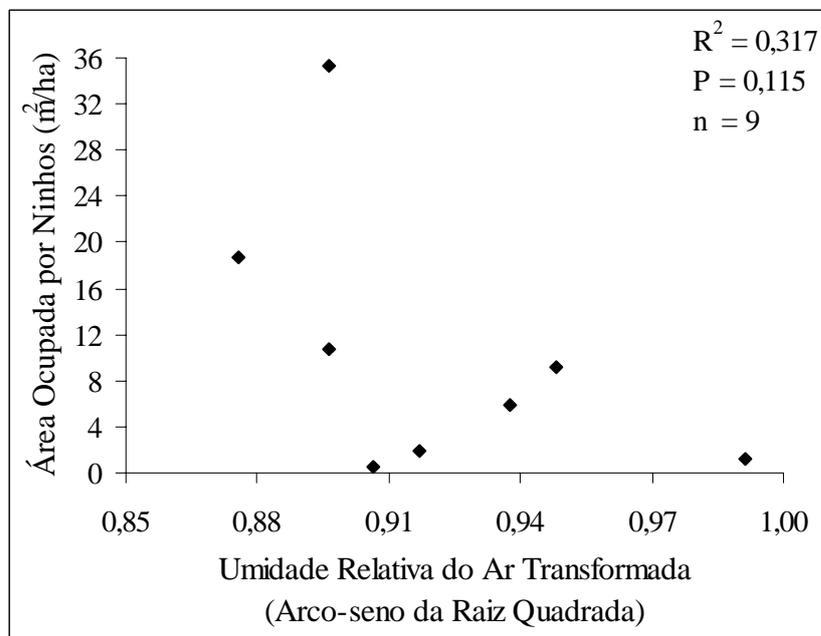


Figura 11. Regressão linear entre a umidade relativa do ar transformada e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

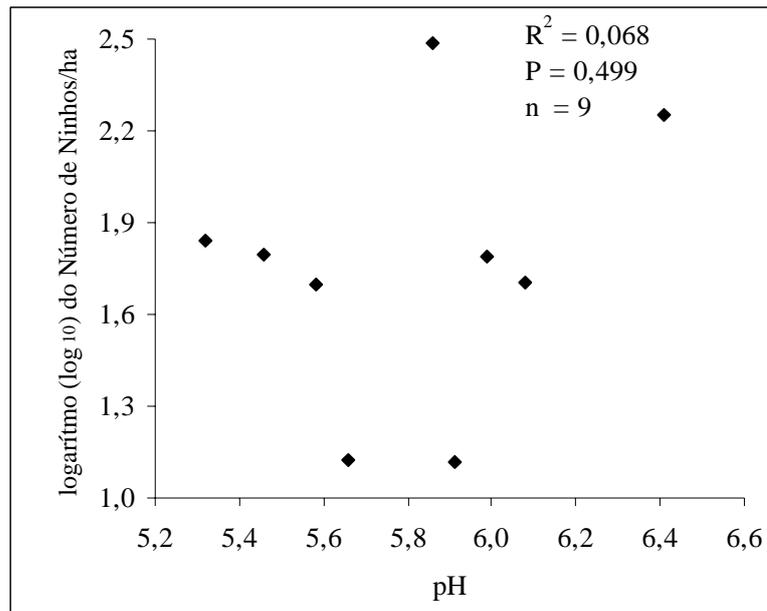


Figura 12. Regressão linear entre o pH do solo e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

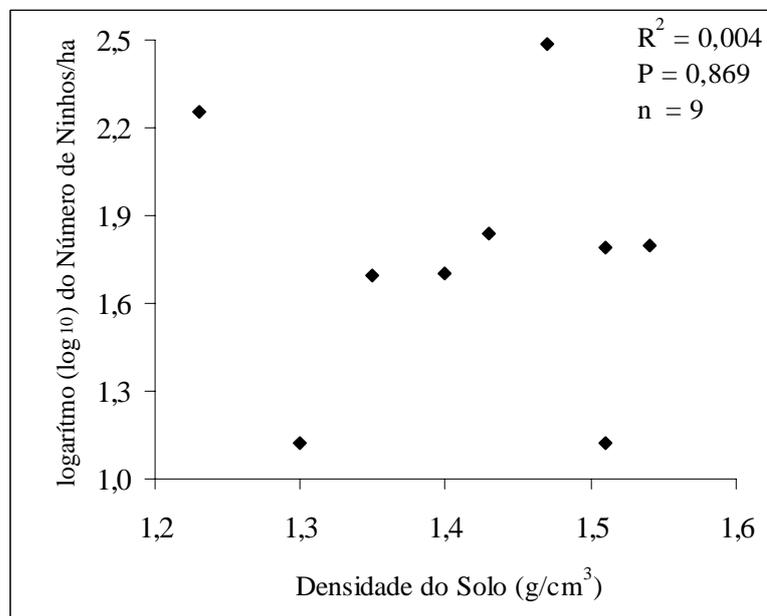


Figura 13. Regressão linear entre a densidade do solo e o logaritmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

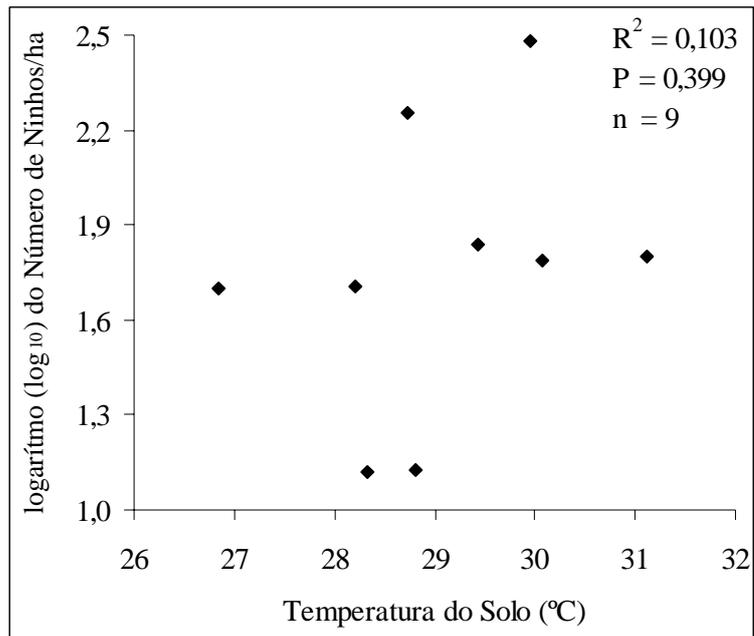


Figura 14. Regressão linear entre a temperatura do solo e o logarítmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

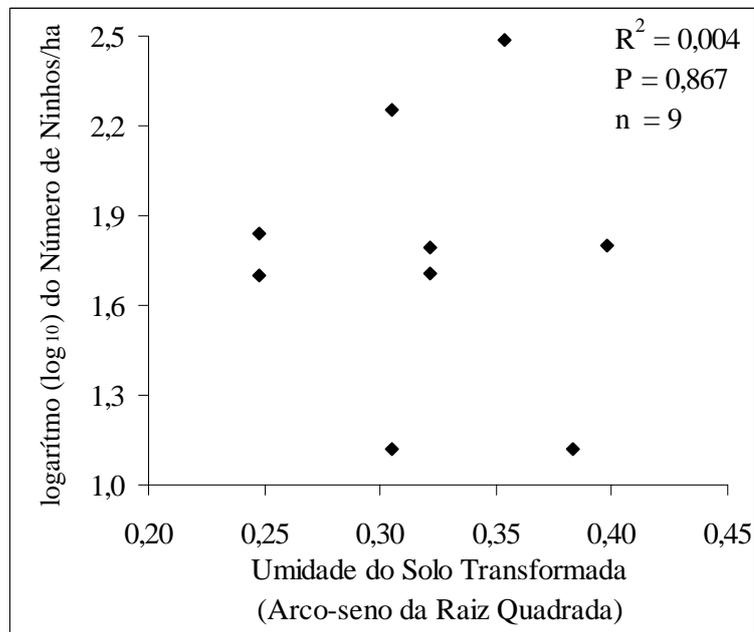


Figura 15. Regressão linear entre a umidade do solo transformada e o logarítmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

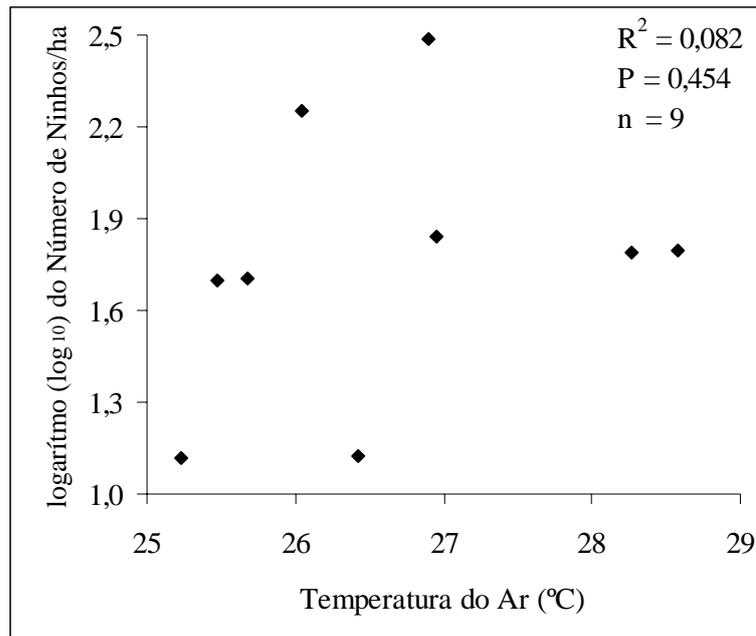


Figura 16. Regressão linear entre a temperatura do ar e o logarítmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

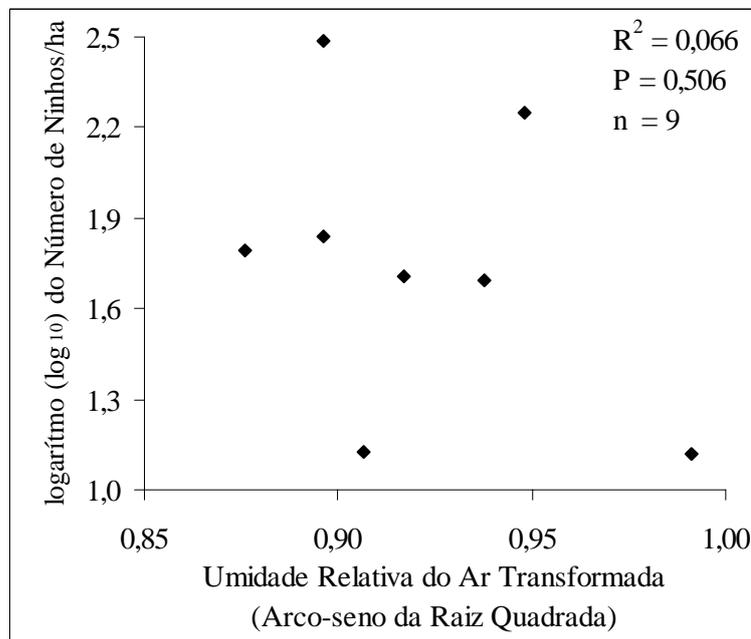


Figura 17. Regressão linear entre a umidade relativa do ar transformada e o logarítmo do número de ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes usos do solo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

mais abertos em razão do solo desses receberem a radiação solar de forma direta, tornando-os mais quentes e propiciando maior velocidade de crescimento da colônia. Neste caso, talvez seja possível reduzir a densidade da formiga-lava-pé em um agroecossistema através do manejo das espécies cultivadas, buscando aumentar o sombreamento. Um maior sombreamento pode ser obtido, por exemplo, através do aumento da densidade de plantio ou do cultivo em conjunto de espécies agrícolas e arbóreas. As baixas densidades de *S. invicta* na agrofloresta e no cafezal sombreado com gliricídia podem refletir esse comportamento. Estudos visando analisar o efeito do manejo das espécies cultivadas sobre a densidade populacional de *S. invicta* podem ser realizados para testar esta hipótese. Os sistemas agroflorestais merecem estudos sobre a densidade de *S. invicta* e seus efeitos sobre a mirmecofauna. Tais sistemas podem possuir características impróprias para a formiga-lava-pé, como o alto grau de sombreamento e conseqüente diminuição da temperatura ao nível do solo. Não obstante, a menor densidade de espécies agressivas, como *S. invicta*, pode ser um dos fatores que proporcionam a estes sistemas possuírem, em geral, considerável riqueza de espécies.

4 CONCLUSÕES

- 1) O padrão de distribuição espacial dos ninhos de *Solenopsis invicta* no SIPA é agregado.
- 2) A área ocupada pelos ninhos de *Solenopsis invicta* aumentou com o aumento da temperatura do solo e do ar.
- 3) A densidade de *S. invicta* não influenciou a riqueza de espécies de outras formigas no SIPA.
- 4) Os sistemas agroflorestais estudados apresentam características impróprias para *Solenopsis invicta* nidificar.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. Z.; DIEHL-FLEIG, E.; DIEHL, E. Density and distribution of nests of *Mycetophylax simplex* (Emery) (Hymenoptera, Formicidae) in areas with mobile dunes on the northern coast of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, p.123-126, 2005.

ALMEIDA, D.J.; SANTOS, G.A.; DE-POLLI, H.; CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; SOBRINHO, N.M.B.A.; PEREIRA, N.N.C.; EIRA, P.A.; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de Adubação para o estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: Editora da UFRRJ, 1990. 179p.

BANKS, W.A.; ADAMS, C.T.; LOFGREN, C.S.; WOJCIK, D.P. Imported fire ant infestation of soybean fields in the southern United States. **Florida Entomologist**, v. 73, n. 3, p. 503-504, 1990.

BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. Massachusetts: Harvard University Press, 1994. 222 p.

BUCKLEY R. Interactions involving plants, Homoptera, and ants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.18, p. 111-138, 1987.

BUCKLEY, R.; GULLAN, P. More aggressive ant species (Hymenoptera: Formicidae) provide better protection for soft scales and mealybugs (Homoptera: Coccidae, Pseudococcidae). **Biotropica**, v. 23, p. 282-286, 1991.

CALLCOTT, A.A.; COLLINS, H.L. Invasion and range expansion of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in North America from 1918-1995. **Florida Entomologist**, v.79, n. 2, p. 240-251, 1996.

CORREIA, M. E. F.; PINHEIRO, L. B. A. **Monitoramento da fauna de solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção agroecológica, Seropédica, (RJ)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1995. 15p.

DELLA LUCIA, M.T.C. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. In: Fernandez, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Acta Noturna, 2003. cap. 24. p. 337-349.

DIEHL, E.; JUNQUEIRA, L. K.; BERTI-FILHO, E. Ant and termite mound coinhabitans in the wetlands of Santo Antônio da Patrulha, Rio grande do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 3, p.431-437, 2005a.

DIEHL, E.; SACCHETT, F.; ALBUQUERQUE, E. Z. Riqueza de formigas de solo na praia da Pedreira, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 4, p. 552-556 , 2005b.

EUBANKS, M.D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, v. 21, p. 35-43. 2001.

FIDERJ. **Indicadores climatológicos**: sistema de informação para o planejamento estadual. Rio de Janeiro: FIDERJ/SECPLAN, 1976, 54p.

FONSECA, R. C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 1, p. 95-100, 2004.

GONZALEZ-HERNANDEZ, H.; JOHNSON, M.W.; REIMER, N.J. Impact of *Pheidole megacephala* (F.) (Hymenoptera: Formicidae) on the biological control of *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Homoptera: Pseudococcidae). **Biological Control**, v. 15, p. 145-152. 1999.

GOTELLI, N.J.; ARNETT, A.E. Biogeographic effects of red fire ant invasion. **Ecology Letters**, v. 3, p. 257-261, 2000.

HÖLLDOBLER B.; WILSON, E.O. **The Ants**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1990.732p.

HOLWAY, D.A.; LACH, L.; SUAREZ, A.V.; TSUTSUI, N.D.; CASE, T.J. The causes and consequences of ant invasions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 33, p. 181-233, 2002.

JETTER, K.M.; HAMILTON, J.; KLOTZ, J.H. Red imported fire ants threaten agriculture wildlife and homes. **California Agriculture**, v. 56, n. 1, p. 26-34, 2002.

KORZUKHIN, M.D.; PORTER, S.D.; THOMPSON, L.C.; WILEY, S. Modeling temperature-dependent range limits for the fire ant *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in the United States. **Physiological and Chemical Ecology**, v. 30, n. 4, p.645-655, 2001.

LAROCA, S. **Ecologia: princípios e métodos**. Petrópolis: Vozes, 1995. 197p.

MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 187-195, 2002.

MORRISON, L.W. Long-term impacts of an arthropod-community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2337-2345, 2002.

MORRISON, L.W.; KING, J.R. Host location behavior in parasitoid of imported fire ants. **Journal of Insect Behavior**, v. 17, n. 3, p. 367-383, 2004.

MORRISON, L. W.; KORZUKHIN, M. D.; PORTER, S. D. Predicted range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*, in the eastern United States based on the VEMAP global warming scenario. **Diversity and Distributions**, v. 11, p. 199-204, 2005.

MORRISON, L. W.; PORTER, S. D. Positive association between densities of red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), and generalized ant and arthropod diversity. **Environmental Entomology**, v. 32, p. 548-554, 2003.

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.

NEVES, M.C.P.; GUERRA, J.G.M.; CARVALHO, S.R.; RIBEIRO, R.L.D.; ALMEIDA, D.L. Sistema integrado de produção agroecológica ou Fazendinha Agroecológica km 47, p.147-172. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517p.

PARRIS, L.B.; LAMONT, M.M.; CARTHY, R.R. Increased incidence of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) presence in loggerhead sea turtle (Testudines: Cheloniidae) nests and observations of hatchling mortality. **Florida Entomologist**, v. 85, n. 3, p. 514-517, 2002.

PECK, S.L.; MCQUAID, B.; CAMPBELL, C.L. Using ant species (Hymenoptera: Formidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. **Environmental Entomology**, v.27, n.5, p.1102-1110, 1998.

PORTER, S.D. Frequency and distribution of polygine fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Florida. **Florida Entomologist**, v. 75, n. 2, p. 248-257 , 1992.

PORTER, S.D.; TSCHINKEL, W.R. Fire ant thermal preferences: behavioral control of growth and metabolism. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 32, p. 321-329, 1993.

PORTER, S.D.; WILLIAMS, D.F.; PATTERSON, R.S.; FOWLERI, H.G. Intercontinental differences in the abundance of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae): Escape from natural enemies? **Environmental Entomology**, v. 26, p. 373-384. 1997.

QUEIROZ J.M. & OLIVEIRA, P.S. Tending ants protect honeydew-producing whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae). **Environmental Entomology**, v. 30, p. 295-297. 2001.

RAMOS, L.S.; ZANETTI, R.; MARINHO, C. G. S.; DELABIE, J. H. C.; SCHLINDWEUN, M. N.; ALMADO, R. P. Impacto das capinas mecânica e química do sub-bosque de *Eucalyptus grandis* sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, v. 28, p. 139-146, 2004.

RICKLEFS, R. **Economia da Natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003. 503p.

RICO-GRAY, V. Use of plant-derived food resources by ants in the dry tropical lowlands of Coastal Veracruz, Mexico. **Biotropica**, v. 25, p. 301-315. 1993.

ROSSI, M.N.; FOWLER, H.G. Manipulation of fire ant density, *Solenopsis* spp., for short-term reduction of *Diatraea saccharalis* larval densities in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 389-392, 2002.

- ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Predaceous ant fauna in new sugarcane fields in the state of São Paulo, Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 5, p. 805-811, 2004.
- ROSSI, J. P.; MATHIEU, J.; COOPER, M.; GRIMALDI, M. Soil macrofaunal biodiversity in Amazonian pastures: matching sampling with patterns. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 38, n. 8, p. 2178-2178, 2006.
- SANDERS, N. J.; MOSS, J.; WAGNER, D. Patterns of ant species richness along elevational gradients in an arid ecosystem. **Global Ecology & Biogeography**, v. 12, p. 93-102, 2003.
- SCHOEREDER, J.H.; GALBIATI, C.; RIBAS, C.R.; SOBRINHO, T.G.; SPERBER, C.F.; DESOUSA, O.; LOPES-ANDRADE, C. Should we use proportional sampling for species-area studies? **Journal of Biogeography**, n. 31, p. 1219-1226, 2004.
- SOARES, S. M.; SCHOEREDER, J. H. Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, v. 48, p. 280-286, 2001.
- VAN-MELE, P.; CUC, N.T.T. Farmers' perceptions and practices in use of *Dolichoderus thoracicus* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) for biological control of pests of sapodilla. **Biological Control**, v. 20, p. 23-29. 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 comunidades de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v.36, n.1, p.28-32, 2007.
- VINSON, S.B.; SCARBOROUGH, T.A. Interactions between *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), and the parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Aphidiidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 84, p. 159-164. 1991.
- VOGT, J.T.; GRANTHAM, R.A.; SMITH, W.A.; ARNOLD, D.C. Prey of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in Oklahoma peanuts. **Biological Control**, v. 30, n. 1, p. 123-128, 2001.
- WOJCIK, D.P.; ALLEN, C.R.; BRENNER, R.J.; FORYS, E.A.; JOUVENAZ, D.P.; LUTZ, R.S. Red imported fire ants: impact on biodiversity. **American Entomologist**, v. 47, n. 1, p.6-23, 2001.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663p.

CAPÍTULO II

FATORES QUE INFLUENCIAM A ABUNDÂNCIA DE MOSCAS DO GÊNERO *Pseudacteon* Coquillett (DIPTERA: PHORIDAE), PARASITÓIDES DE *Solenopsis invicta* Buren (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

RESUMO

Espécies do gênero *Pseudacteon* Coquillett (Diptera: Phoridae) (moscas decapitadoras) são candidatas ao uso como agentes de controle biológico de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae). Este trabalho objetivou estudar a influência de alguns fatores bióticos e abióticos sobre a abundância de moscas *Pseudacteon* que parasitam *S. invicta*. O estudo foi realizado no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica-RJ, Brasil, de agosto a outubro de 2006. Ninhos de *S. invicta* foram selecionados em quatro parcelas de 3.500 m², cultivadas com diferentes espécies, e perturbados em diferentes horas do dia para estudar a riqueza e abundância de espécies de parasitóides. *Pseudacteon obtusus* Borgmeier foi a espécie mais abundante (75 fêmeas), seguida por *Pseudacteon litoralis* Borgmeier (37 fêmeas), *Pseudacteon tricuspis* Borgmeier (25 fêmeas) e *Pseudacteon solenopsidis* Schmitz (1 fêmea). *Pseudacteon obtusus* teve a maior abundância média e frequência. As espécies apresentaram diferentes padrões de atividade diurna. Maior número de parasitóides das espécies *P. litoralis* e *P. obtusus* foi coletado sob temperaturas mais amenas, temperaturas elevadas afetaram negativamente a atividade das moscas. Ninhos maiores atraíram maior número de parasitóides.

Palavras chave: moscas decapitadoras, formiga-lava-pé, fatores bióticos e abióticos

ABSTRACT

Species of *Pseudacteon* Coquillett (Diptera: Phoridae) (decapitating fly) are candidates to the use as agents of biological control of *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) (fire ant). This work aimed to study the influence of some biotic and abiotic factors on the abundance of *Pseudacteon* species. The study was conducted in the Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropedica, Rio de Janeiro, Brazil, from August to October, 2006. Nests of *S. invicta* were selected in four plots of 3,500 m², cultivated with different species, and were disturbed in different hours of the day to study the richness and abundance of parasitoid species. *Pseudacteon obtusus* Borgmeier was the most abundant species (75 females), followed by *Pseudacteon litoralis* Borgmeier (37 females), *Pseudacteon tricuspis* Borgmeier (25 females) and *Pseudacteon solenopsidis* Schmitz (1 female). The species had different patterns of diurne activity. A higher number of individuals of *P. litoralis* e *P. obtusus* was collected under mild temperatures, on high temperatures the activity of the flies was lower. Bigger nests attracted greater number of parasitoids.

Key words: decapitating fly, fire ant, biotic and abiotic factors

1 INTRODUÇÃO

Diversas alternativas de controle químico de populações de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) vêm sendo utilizadas nas regiões invadidas. Porém, o desenvolvimento de tecnologias que utilizem múltiplas estratégias de controle será importante para o manejo de *S. invicta* no futuro (WILLIAMS *et al.*, 2001). Neste sentido, a introdução de moscas do gênero *Pseudacteon* Coquillett (Diptera: Phoridae) (moscas decapitadoras), que são parasitóides de *S. invicta*, vem sendo tentada com sucesso em algumas regiões dos Estados Unidos da América. PORTER *et al.* (2004) estudaram o estabelecimento e dispersão de populações de *Pseudacteon tricuspis* Borgmeier liberadas em oito locais no Norte da Florida, sendo que a introdução obteve sucesso em seis dos oito locais de liberação. Já GRAHAM *et al.* (2003) avaliaram a introdução da mosca decapitadora *Pseudacteon curvatus* Borgmeier nos estados da Flórida, Alabama e Tennessee. A liberação no campo das moscas *P. curvatus* no Alabama, onde prevalece a formiga-de-fogo híbrida (*S. invicta* x *S. richteri*), foi um sucesso. As moscas não puderam se estabelecer na Florida ou Tennessee. Possíveis razões da falha da introdução em outros sítios incluem a insuficiente cobertura da vegetação, competição com outras espécies de *Pseudacteon* na Flórida, uma morte severa das formigas devido ao inverno em um sítio em Tennessee, e a possibilidade de que o biótipo de *P. curvatus* que foi liberado não ser um parasitóide viável de *S. invicta*.

Uma das vantagens do uso das moscas decapitadoras como agentes de controle biológico é sua especificidade sobre o hospedeiro (PORTER, 1998b). PORTER *et al.* (1995) testaram a especificidade de espécies de *Pseudacteon* da América do Sul com 23 espécies de formigas de 13 gêneros. Nenhuma destas espécies atraiu parasitóides *Pseudacteon*, exceto *S. saevissima* e em menor escala *Solenopsis geminata* (Fab.). A especificidade destes parasitóides chega ao nível de espécie, MORRISON & GILBERT (1999) constataram em laboratório a especificidade de *Pseudacteon obtusus* Borgmeier por *S. invicta* em contraste com *S. geminata*. Também tem grande especificidade por esta espécie de formiga os parasitóides *Pseudacteon litoralis* Borgmeier, *P. tricuspis* e *Pseudacteon wasmanni* Schmitz (GILBERT & MORRISON, 1997 apud MORRISON & GILBERT, 1999). Estas espécies são importantes candidatas para serem utilizadas como agentes de controle biológico de *S. invicta* nos habitats invadidos.

O comportamento parasitário destes forídeos é incomum. PORTER (1998a) descreve tal hábito, o *Pseudacteon* fêmea introduz um ovo no corpo de uma operária da formiga, sendo que o local exato onde o ovo é injetado não é conhecido; a larva se desenvolve na cabeça, onde completa seu desenvolvimento consumindo seu interior e matando a formiga. A larva do parasitóide causa a decapitação da formiga e passa o período pupal dentro da cápsula cefálica vazia, a qual serve então como câmara pupal.

Além de afetarem as populações da formiga matando as operárias parasitadas, os forídeos também provocam distúrbios no comportamento de forrageamento de espécies de formigas, não só do gênero *Solenopsis*, podendo reduzir sua dominância competitiva (ORR *et al.*, 1995; MORRISON *et al.*, 2000; MORRISON & PORTER, 2005; PHILPOTT, 2005; RAMIREZ *et al.*, 2006).

Diversos são os fatores abióticos e bióticos que exercem influência sobre a dinâmica populacional de insetos. A temperatura e umidade relativa do ar são alguns destes fatores (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). Espécies de *Pseudacteon* somente são ativas em um intervalo definido de temperatura e umidade relativa do ar (FOLGARAIT *et al.*, 2003; CALCATERRA *et al.*, 2005). Para FOLGARAIT *et al.* (2003), algumas espécies estão associadas à épocas de maior temperatura e baixa umidade relativa, enquanto outras possuem padrão oposto. FOLGARAIT *et al.* (2005) enfatizam a importância de variáveis

climatológicas sobre as moscas decapitadoras. Já PESQUERO *et al.* (1996) observaram que moscas *Pseudacteon* podem ter diferentes padrões de atividade diurna. Tal fenômeno foi constatado para as espécies *P. litoralis* e *P. tricuspis* e estaria ligado a repartição de recursos. CALCATERRA *et al.* (2005) observaram em seu estudo que as moscas *Pseudacteon* foram amplamente distribuídas através de habitats e climas, com exceção às áreas extremamente áridas, todavia as populações mais abundantes foram encontradas próximas a corpos d'água permanentes (assim como grandes rios ou lagos) ou habitats florestais. Também o tamanho do ninho dos hospedeiros pode ser um importante fator biótico, pois este é indicativo do número de formigas operárias (MORRISON & PORTER, 2005).

Deste modo, estudos indicando a influência de fatores bióticos e abióticos sobre espécies do gênero *Pseudacteon*, parasitoides de *S. invicta*, podem fornecer importantes informações para o manejo destes organismos e, assim, minimizar os impactos causados pela formiga-lava-pé. Também podem auxiliar na otimização da coleta destes organismos no campo para posterior criação massal em laboratório ou introdução em habitats invadidos por *S. invicta*.

Este trabalho teve como objetivo estudar a influência de fatores bióticos e abióticos sobre a abundância de moscas do gênero *Pseudacteon* que parasitam *S. invicta* em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área do Sistema Intergrado de Produção Agroecológica (SIPA – “Fazendinha Agroecológica – km 47”), que está localizado no município de Seropédica, RJ (22°46’S de latitude, 43°41’W de longitude e 33 m de altitude). O SIPA é uma unidade de pesquisa de produção orgânica em bases agroecológicas de 59 ha, implantada desde 1993, e dentre suas características, destacam-se a diversidade de hortaliças (consórcio e rotação de culturas) e frutíferas, não uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos solúveis, privilegiando o uso de cobertura viva do solo, adubos verdes e compostos orgânicos. Anualmente, são cultivadas mais de 50 espécies de hortaliças, adequando-se ao complexo leguminosas e gramíneas para adubação verde e cobertura do solo, empregadas em sucessão e/ou consórcio simultâneo, em diferentes glebas que variam de ½ a 1 ha. Soma-se à área de produção, 25 hectares de áreas de preservação de fragmentos de Mata Atlântica e mais de 14 hectares de pastagens. São criados no SIPA bovinos mestiços a pasto e galinhas poedeiras em regime de pastoreio rotativo. É uma entidade registrada pela Embrapa Agrobiologia, em parceria com a Embrapa Solos, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (NEVES *et al.*, 2005).

Segundo a classificação de Köppen, o município de Seropédica apresenta o clima do tipo Cwa, ou seja, quente e úmido, com temperatura média anual de 22,7°C e 1200 mm de chuva anual, com uma estação seca de inverno (junho-agosto) e uma estação chuvosa de verão (dezembro-fevereiro) (FIDERJ, 1976)

Foram amostradas quatro parcelas, cada uma com 3.500 m² (40 x 87,5 m), que representam 14% do total da área cultivada do SIPA. Essas parcelas continham partes de várias glebas cultivadas com diferentes espécies. Na época da coleta de dados, as parcelas eram compostas por (Figura 1): 1) uma área cultivada com milho (*Zea mays* L.) e mucuna (*Mucuna* sp.) em consórcio (0,0560 ha), uma com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (0,0986ha) que se separam por uma linha de *Citrus* spp. intercalados entre coqueiros (*Cocos nucifera* Linn) (0,0755 ha) (Parcela Ciclo Curto 1); 2) uma área cultivada com batata-doce [*Ipomea batatas* (L.) Lam.] com faixas de guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] (0,0980 ha) e uma com cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) (0,0804 ha) que também apresentava uma linha única de coqueiros e *Citrus* spp. e acerola (*Malpighia glabra* L.) (Parcela Ciclo Curto 2); 3) uma área cultivada com banana (*Musa* sp.) (0,0433 ha) e uma com café (*Coffea arabica* L.) (0,2275 ha) sombreado com *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Parcela Perene 1); e 4) uma área com uma agrofloresta (0,1507 ha), composta pelas culturas do abacaxi [*Ananas comosus* (L.) Merr.], banana, cacau (*Theobroma cacao* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), *Citrus* sp., coqueiro, *G. sepium*, guapuruvu [*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake], mamão (*Carica papaya* L.) e urucum (*Bixa orellana* L.) (Figura 2), uma área cultivada com figo (*Ficus carica* L.) (0,0486 ha), além de uma área aberta coberta por grama, possuindo apenas algumas poucas espécies arbóreas (Parcela Perene 2). Em todas as parcelas, as áreas cultivadas são separadas por espaços abertos gramados. As menores distâncias entre parcelas foram de 5 m entre as Parcelas Ciclo Curto 1 e Ciclo Curto 2, 23 m entre a Parcelas Ciclo Curto 2 e Perene 1 e de 30 m entre as Parcelas Perene 1 e Perene 2. Em todas as glebas, é predominante o solo Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico.

As parcelas foram vistoriadas e todos os ninhos de *S. invicta* marcados com estacas numeradas. As coletas dos indivíduos adultos das moscas parasitóides da família Phoridae foram realizadas nos meses de agosto, setembro e outubro do ano de 2006, no intervalo máximo de cinco dias no mês. Mensalmente, oito ninhos de *S. invicta* por parcela, distantes mais de 5 metros cada, foram perturbados com auxílio de uma pequena pá e os parasitóides coletados com um aspirador durante um intervalo de tempo de 30 minutos, seguindo

MORRISON & KING (2004) e MORRISON & PORTER (2005). Foi estabelecido um padrão para o distúrbio dos ninhos: com a pá eram feitos a cada oito minutos dois cortes no ninho, um na direção do eixo mais longo e outro perpendicular a este. Estabeleceu-se este espaço de tempo por ser observado em amostragens preliminares que, principalmente em horários com temperatura elevada, poucas ou nenhuma formiga permanecia fora do ninho após este período. Como as espécies de *Pseudacteon* podem ter diferentes padrões de atividade diurna (PESQUERO *et al.*, 1996), as coletas foram realizadas em diferentes horários. Foram estabelecidos os intervalos de 8:00 as 10:00, 10:00 as 12:00, 12:00 as 14:00 e de 14:00 as 17:00 horas, realizando-se mensalmente a coleta dos parasitóides em dois ninhos de *S. invicta* por parcela em cada intervalo. As moscas foram levadas para o Laboratório de Ecologia e Conservação, em recipientes identificados e contendo álcool hidratado a 70%, para se proceder a identificação das espécies, utilizando-se a chave proposta por PORTER & PESQUERO (2001). Somente as fêmeas foram identificadas ao nível de espécie, pois machos de algumas espécies são desconhecidos pela ciência por não serem atraídos pelas formigas-lava-pé operárias. Após 10 minutos do início e no término de cada amostragem foram registrados, através de um psicrômetro instalado a 5 cm acima da superfície do solo, próximo ao ninho e à sombra, a temperatura e umidade do ar. Posteriormente, calculou-se a média destas variáveis por evento de coleta. Também foi registrado o número de parasitóides coletados por tempo decorrido em cada evento de coleta, obtendo-se posteriormente o total de moscas coletadas em cada minuto e calculando-se, também para cada minuto, a porcentagem acumulada de indivíduos capturados, em relação ao total de parasitóides coletados. Por haver correlação positiva entre o número de operárias de *S. invicta* e o tamanho de seu ninho (MACOM & PORTER, 1996 apud MORRISON & KING, 2004), foi calculada a área do monte de cada ninho para verificar sua relação com a abundância de forídeos. Para tal, mediu-se em cada ninho o comprimento do eixo mais longo (a) e do eixo perpendicular a este (b). A área foi calculada pela fórmula da elipse ($A = \pi * a/2 * b/2$), pois os ninhos geralmente têm esta forma (MORRISON & PORTER, 2005).

Foram calculados para cada espécie valores de abundância média (número médio de fêmeas por coleta) e de frequência relativa (porcentagem de coletas, em relação ao número total de coletas, em que a espécie foi capturada). Os índices de diversidade de Shannon (H') e de uniformidade de Pielou (e) foram calculados para cada parcela (ODUM, 1986). Para as comparações entre as abundâncias nas diferentes parcelas e entre as espécies de *Pseudacteon*, foi utilizado o teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade. Já para estudar a relação entre a atividade diurna das espécies de forídeos (abundância de fêmeas) e também a relação entre a temperatura do ar, umidade relativa do ar, área dos ninhos e a abundância dos parasitóides, foram realizadas análises de correlação de Spearman (ZAR, 1999).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos três meses de monitoramento, foram coletados 238 parasitóides (138 fêmeas e 99 machos) do gênero *Pseudacteon*. O número de moscas capturadas durante coletas de 30 minutos variou de 0 a 22. Insetos fêmeas ocorreram em 47,92% das amostragens, enquanto os machos em 35,42%. Em dez eventos de coleta somente foram coletados machos. O número de forídeos capturados decresceu com a passagem do tempo de coleta, um maior número de parasitóides foi obtido nos primeiros minutos de cada amostragem. Até os 10 minutos de coleta foram capturados 59,66% do total, até os 20 minutos este número chegou a 84,45%, ou seja, nos 10 minutos finais foram capturados apenas 15,55% do total de forídeos (Figura 18). Segundo PORTER (1998a), quando ninhos da formiga-de-fogo são perturbados na América do Sul as moscas decapitadoras começam a aparecer dentro de 20 min, caso as condições sejam apropriadas.

Foram coletadas quatro espécies de *Pseudacteon* nos 96 ninhos monitorados. Das fêmeas coletadas, *Pseudacteon obtusus* foi a espécie mais abundante (75 fêmeas), seguida de *Pseudacteon litoralis* (37 fêmeas), *Pseudacteon tricuspis* (25 fêmeas) e *Pseudacteon solenopsidis* Schmitz (1 fêmea). *Pseudacteon litoralis* não foi coletado no mês de agosto e *P. solenopsidis* foi coletado em outubro. Por ter ocorrido apenas em uma amostra (1,04% do total de amostras) e apenas um indivíduo (média de 0,01 indivíduo/amostra), *P. solenopsidis* não foi considerado nos testes estatísticos. Esta espécie é especialista em atacar formigas nas trilhas (ORR *et al.*, 1997). CALCATERRA *et al.* (2005) mencionam que *P. solenopsidis* somente foi coletado atacando operárias isoladas. Estes autores estudaram comunidades de moscas *Pseudacteon* em três regiões da América do Sul, que incluem áreas da Argentina, Bolívia e Paraguai, suas coletas foram realizadas em ninhos de *Solenopsis* spp. perturbados e monitorados por 20 minutos. Encontraram 14 espécies, as quais estavam presentes em 51% dos 662 ninhos monitorados. Para PORTER (1998a), na América do Sul, frequentemente são encontradas de 5 a 8 espécies de moscas *Pseudacteon* no mesmo local, na mesma comunidade.

Entretanto, alguns estudos indicam que existe grande variação na abundância das espécies durante o ano e algumas espécies não são coletadas durante todo ano. FOLGARAIT *et al.* (2003) monitoraram semanalmente a abundância de fêmeas adultas de espécies de *Pseudacteon* sobre ninhos de *S. richteri* em Buenos Aires na Argentina. Coletaram seis espécies, *Pseudacteon borgmeieri* Schmitz, *Pseudacteon comatus* Borgmeier, *P. curvatus*, *Pseudacteon nudicornis* Borgmeier, *P. obtusus* e *P. tricuspis*. A única espécie coletada durante todo o ano foi *P. borgmeieri*, que foi a mais abundante. Todas outras foram presentes de sete a nove meses no ano. *P. obtusus* somente foi encontrado durante seis meses. Segundo ORR *et al.* (1997), a composição de espécies da comunidade de Santa Genebra-SP, Brasil, mudou com o decorrer do estudo, *P. solenopsidis* foi a única espécie a aparecer na trilha de forrageamento de *S. invicta* de março a julho, todavia, *P. obtusus* foi a espécie mais comum quando a comunidade de forídeos foi caracterizada simultaneamente por coletas em montes e trilhas de setembro a dezembro. MORRISON & PORTER (2005) estudando populações de *P. tricuspis* em três localidades nos EUA, constataram que as densidades dos parasitóides adultos variaram grandemente entre locais e nos 12 meses estudados. Estes autores constataram a variação em abundância de 1 a 453 indivíduos de *P. tricuspis* por coleta mensal, 10 ninhos de *S. invicta* perturbados e monitorados por 30 minutos.

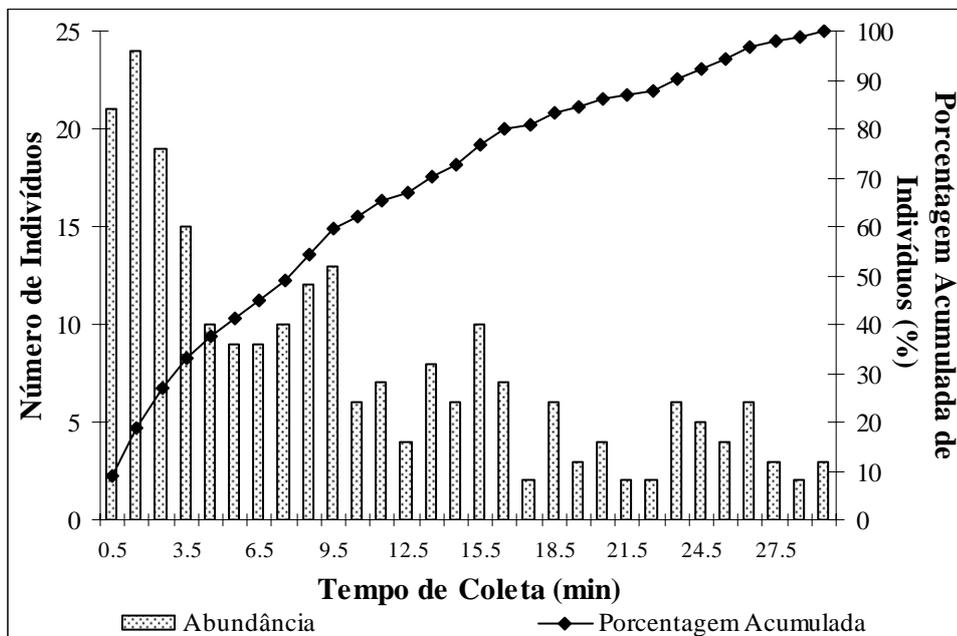


Figura 18. Abundância e porcentagem acumulada de indivíduos de *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae), parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), por tempo de coleta, em 96 amostragens de 30 minutos no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006.

No presente trabalho, *P. obtusus* teve a abundância média significativamente maior que das demais e a maior frequência relativa. A abundância média de *P. litoralis* e *P. tricuspis* não diferiu significativamente (Figuras 19 e 20). Não houve diferença significativa quando a comparação da abundância de cada espécie ocorreu entre parcelas (Tabela 4). Através da abundância média e da frequência das espécies em cada tratamento não foi possível identificar uma preferência por ambientes (parcelas) no SIPA, talvez pela proximidade das áreas de estudo. Já entre espécies na mesma parcela, houve diferenças significativas. *Pseudacteon obtusus* teve abundância significativamente maior que as demais espécies na parcela Ciclo Curto₁. Respectivamente nas parcelas Ciclo Curto₂ e Perene₁, *P. obtusus* teve abundância significativamente maior que *P. litoralis* e *P. tricuspis*. Não houve diferença significativa entre as abundâncias das espécies de forídeos na parcela Perene₂. *Pseudacteon obtusus* teve as maiores frequências em todas as parcelas, somente na parcela Ciclo Curto₂, a frequência de *P. tricuspis* foi igual à desta espécie. *Pseudacteon litoralis* teve as menores frequências nas parcelas compostas principalmente por espécies de ciclo curto e igualou a frequência de *P. tricuspis* nas parcelas compostas por culturas perenes.

O maior índice de diversidade foi obtido para a parcela Perene₂ ($H' = 0,46$), seguida da parcela Ciclo Curto₂ ($H' = 0,40$), Perene₁ ($H' = 0,37$) e Ciclo Curto₁ ($H' = 0,33$). O mesmo padrão foi observado para os valores do índice de uniformidade, os quais foram de 0,96, 0,84, 0,78 e 0,55, respectivamente para as parcelas supracitadas. Como o número de espécies entre parcelas teve variação mínima ou nula, a uniformidade na abundância das espécies influenciou grandemente o resultado do índice de diversidade, parcelas com maior uniformidade tiveram maior índice de diversidade. Além disso, a parcela Ciclo Curto₁, apesar de possuir uma espécie a mais que as outras, teve o menor índice de diversidade. *Pseudacteon litoralis* apresentou maior abundância média e frequência no horário de 10:00 as 12 horas, a abundância nas demais classes de horário de coleta foram similares (Figura 21). *Pseudacteon obtusus* foi mais ativo durante as primeiras horas da manhã e ao entardecer (Figura 22). Já *Pseudacteon tricuspis*, foi mais ativo nos horários de 10:00 as 14:00 horas (Figura 23). Não houve correlação significativa entre a abundância das espécies de *Pseudacteon* por horário de coleta. O coeficiente de correlação de Spearman foi positivo entre *P. litoralis* e *P. obtusus* ($r = 0,400$; $P > 0,05$; $n = 4$) e negativo entre *P. litoralis* e *P. tricuspis* ($r = -0,200$; $P > 0,05$; $n = 4$) e *P. tricuspis* e *P. obtusus* ($r = -0,800$; $P > 0,05$; $n = 4$). Coeficientes positivos e significativos indicariam a existência de um padrão de atividade diurna comum às duas espécies, o oposto também é verdadeiro. É possível que a não significância seja ocasionada em parte pelo baixo número de classes de horário de coleta em que os dados foram agrupados, quatro. Todavia, os padrões encontrados e o valor relativamente elevado do coeficiente de correlação entre a abundância de *P. tricuspis* e *P. obtusus*, por horário de coleta, indicam que não se deve descartar a possibilidade destas espécies possuírem padrão de atividade diurna contrário. Já PESQUERO *et al.* (1996) encontraram correlação significativamente negativa entre a abundância de *P. litoralis* e *P. tricuspis* durante o dia, pois *P. litoralis* foi mais ativo durante a parte da manhã e entardecer, enquanto *P. tricuspis* foi mais ativo durante o meio-dia, mesmo padrão encontrado no presente estudo.

A correlação entre a abundância dos forídeos e a temperatura do ar foi negativa para todas espécies, sendo significativa para *P. litoralis* e *P. obtusus*. Não houve correlação significativa entre a umidade relativa do ar e a abundância dos parasitóides (Tabela 5). PESQUERO *et al.* (1996) encontraram correlação significativa entre o número de fêmeas de *P. tricuspis* e a temperatura e umidade relativa do ar, sendo estas correlações positiva e negativa, respectivamente. Para *P. litoralis*, estes autores não encontraram nenhuma correlação significativa. É provável que a correlação entre a temperatura e a abundância das moscas decapitadoras será positiva ou negativa dependendo do intervalo de variação sob o qual as coletas foram realizadas. No presente estudo, a temperatura no campo variou de 22°C

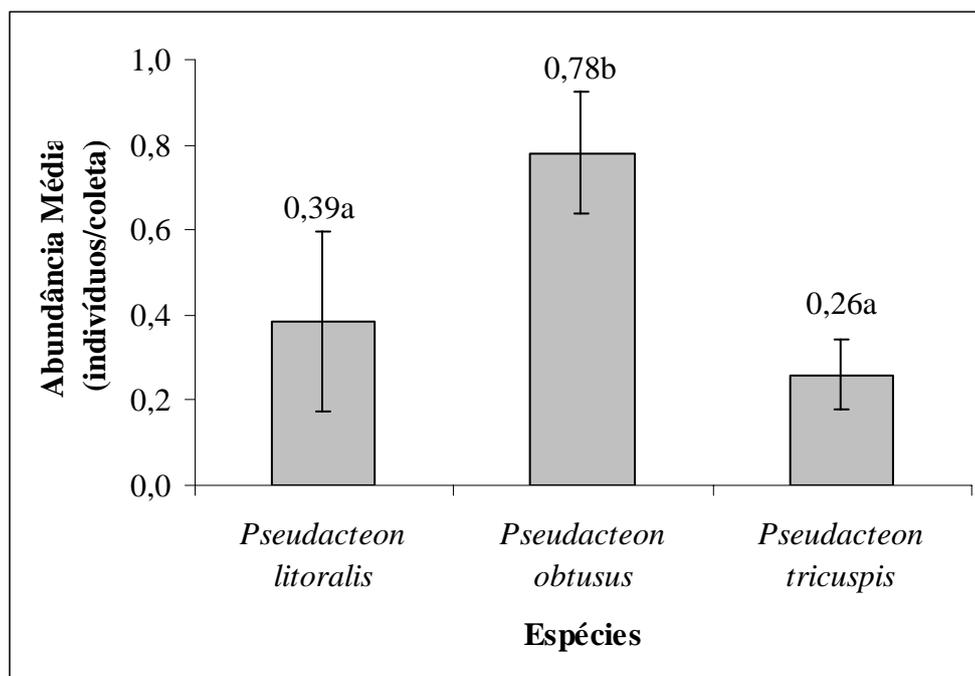


Figura 19. Abundância média (\pm EP) de *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae) (número de fêmeas/ coleta de 30 minutos) (n = 96), parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006.

Médias seguidas por letras diferentes, diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney, a 5% de probabilidade.

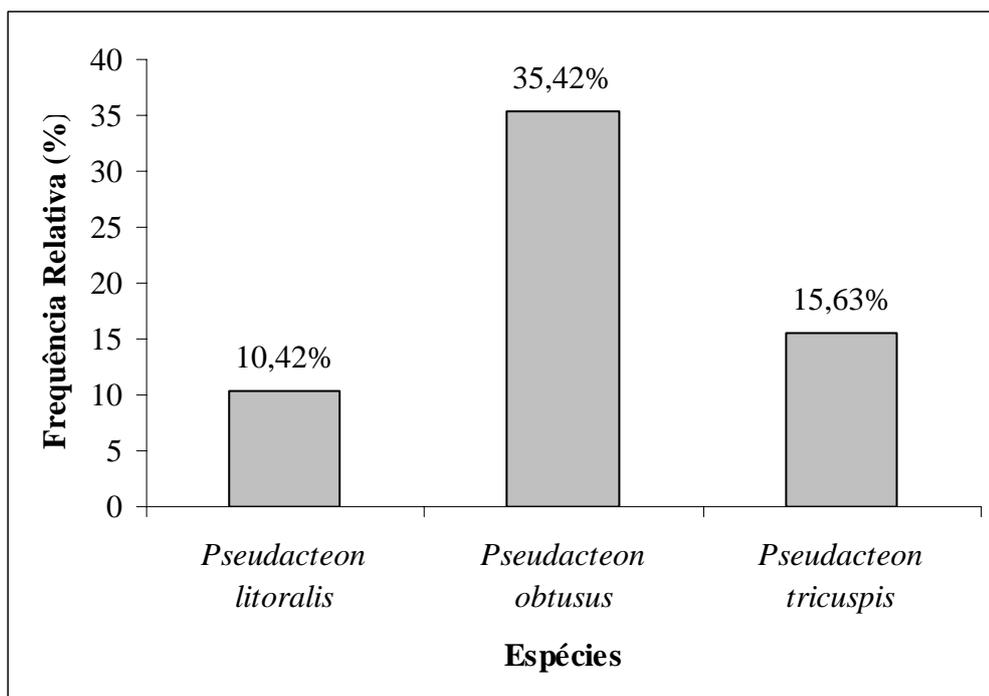


Figura 20. Frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae), parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em 96 eventos de coleta de 30 minutos no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006.

Tabela 4. Abundância média (\pm EP) e frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae), parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), por evento de coleta de 30 minutos ($n = 24$) no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006.

Parcelas	<i>Pseudacteon litoralis</i>		<i>Pseudacteon tricuspis</i>		<i>Pseudacteon obtusus</i>	
	Abundância	Frequência	Abundância	Frequência	Abundância	Frequência
Ciclo Curto 1	0,17 \pm 0,17a	4,17%	0,08 \pm 0,06a	8,33%	0,96 \pm 0,40b	29,17%
Ciclo Curto 2	0,17 \pm 0,10a	12,50%	0,54 \pm 0,26ab	29,17%	0,92 \pm 0,28b	29,17%
Perene 1	0,83 \pm 0,79ab	8,33%	0,08 \pm 0,06a	8,33%	0,63 \pm 0,22b	37,5%
Perene 2	0,38 \pm 0,25a	16,67%	0,33 \pm 0,19a	16,67%	0,63 \pm 0,22a	29,17%

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal, diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney, a 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa entre as abundâncias de cada espécie de *Pseudacteon* quando comparadas entre parcelas.

a 39°C, a correlação negativa indica, então, que os parasitóides foram mais ativos em temperaturas mais próximas de 22°C e menos abundantes em temperaturas próximas do máximo registrado. É importante destacar que as medidas de temperatura aqui descritas foram obtidas dentro de uma certa metodologia e sob condições de campo, devendo-se tomar cuidados com comparações e extrapolações. CALCATERRA *et al.* (2005) observaram que as espécies de *Pseudacteon* encontradas em seu experimento foram ativas entre 16°C e 37°C e 20°C e 90% de UR. Entre estas estavam *P. litoralis*, *P. obtusus*, *P. solenopsidis* e *P. tricuspis*. A correlação entre o tamanho do ninho e a abundância das moscas foi positiva e significativa em todos os testes, indicando que ninhos de maior tamanho após distúrbio atraem maior número de parasitóides. Já MORRISON & KING (2004) não encontraram correlação significativa entre a área ou volume do monte de *S. invicta* e a abundância de *P. tricuspis*. Para PORTER (1998a), é provável que os forídeos sejam atraídos até os ninhos perturbados pela emissão de odores pelas formigas. Como ninhos maiores apresentam maior número de formigas (MACOM & PORTER, 1996 apud MORRISON & KING, 2004), é esperado que estes tenham maior emissão de odores quando o ninho é perturbado, atraindo, desta forma, maior número de parasitóides. Não obstante, ninhos maiores provavelmente possuem maior número de operárias parasitadas, gerando conseqüentemente, maior número de parasitóides. É possível que os forídeos permaneçam próximos do local de onde emergiram, e conseqüentemente do ninho de sua formiga hospedeira, tal suposição também explicaria o resultado encontrado.

Se o tamanho do ninho influencia a abundância das espécies de *Pseudacteon*, também a densidade de ninhos pode exercer o mesmo efeito. Estudos neste sentido podem ser realizados para melhor compreensão dos fatores bióticos que influenciam estas espécies.

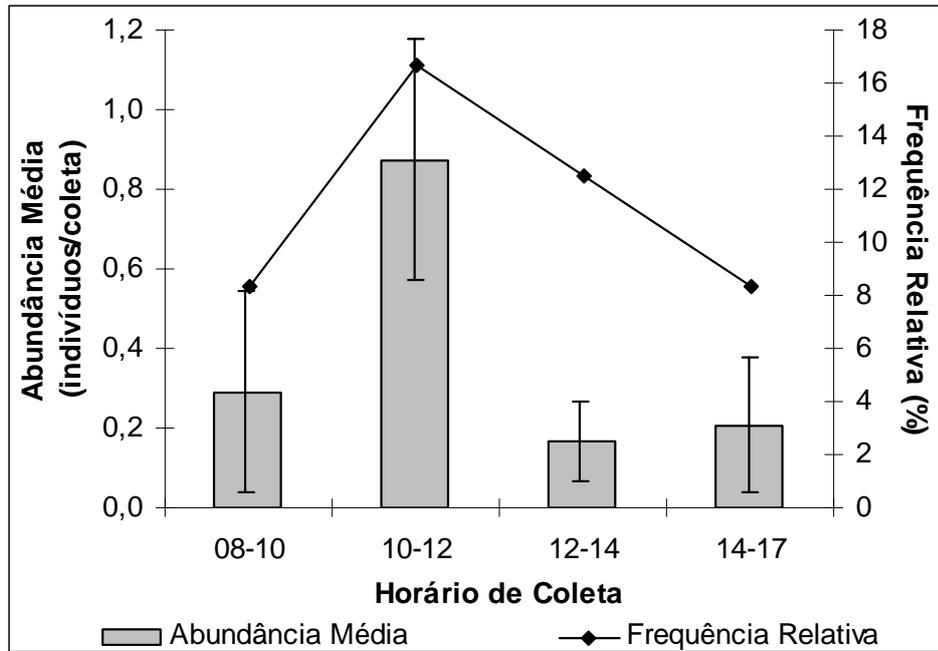


Figura 21. Abundância média (\pm EP) e frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon litoralis* Borgmeier (Diptera: Phoridae) parasitoides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) por evento de coleta de 30 minutos ($n = 24$), em diferentes horários de coleta no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006.

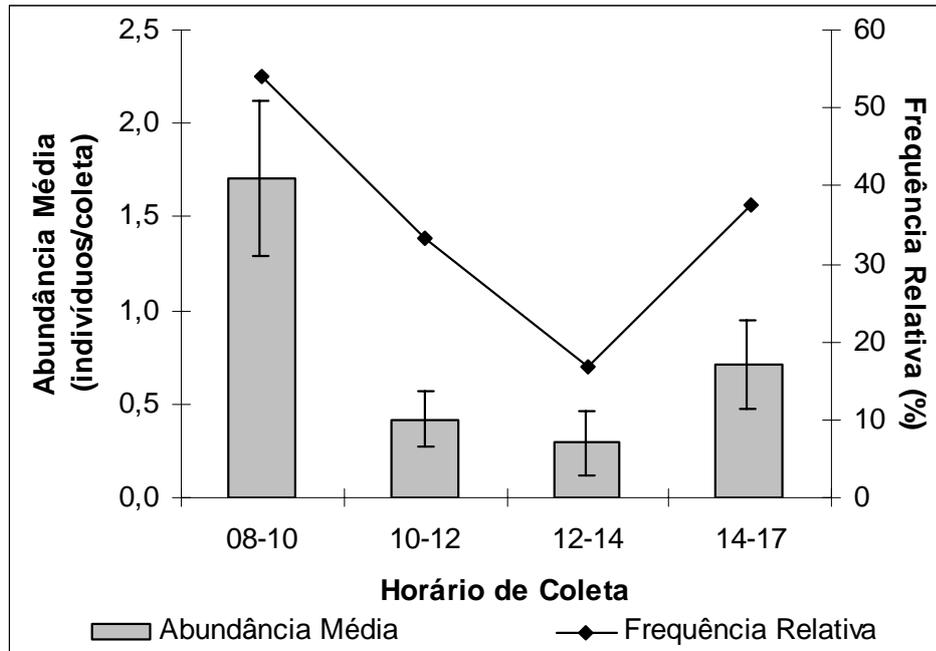


Figura 22. Abundância média (\pm EP) e frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon obtusus* Borgmeier (Diptera: Phoridae) parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) por evento de coleta de 30 minutos ($n = 24$), em diferentes horários de coleta no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006.

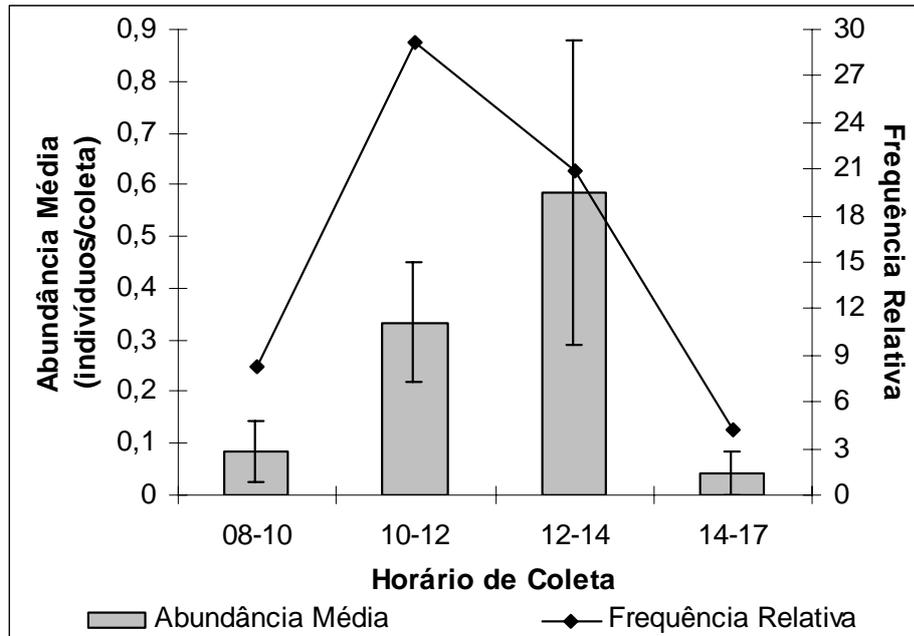


Figura 23. Abundância média (\pm EP) e frequência relativa de fêmeas de *Pseudacteon tricuspis* Borgmeier (Diptera: Phoridae) parasitóides de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) por evento de coleta de 30 minutos ($n = 24$), em diferentes horários de coleta no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006.

Tabela 5. Análise de correlação de Spearman entre a abundância de moscas parasitóides *Pseudacteon spp.* (Diptera: Phoridae) fêmeas e a temperatura do ar, umidade relativa do ar e tamanho dos ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) (n = 96) no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, agosto a outubro de 2006.

Variáveis Independentes	Coeficiente de Correlação (r)		
	<i>Pseudacteon litoralis</i>	<i>Pseudacteon tricuspis</i>	<i>Pseudacteon obtusus</i>
Temperatura (°C)	-0,312**	-0,042	-0,266**
Umidade Relativa (%)	0,200	0,023	0,123
Tamanho do Ninho (m ²)	0,205*	0,263**	0,308**

* significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade

4 CONCLUSÕES

- 1) Pelo menos quatro espécies de forídeos parasitam *S. invicta* no SIPA, *P. litoralis*, *P. obtusus*, *P. tricuspis* e *P. solenopsidis*. Destas, *P. obtusus* foi a espécie mais abundante e freqüente.
- 2) Através da abundância média e da freqüência das espécies de *Pseudacteon* em cada tratamento não foi possível identificar uma clara preferência desses organismos por ambientes no SIPA, provavelmente pela proximidade das áreas de estudo.
- 3) As espécies coletadas apresentaram diferentes padrões de atividade diurna. Não se deve descartar a possibilidade das espécies *P. obtusus* e *P. tricuspis* possuírem padrão de atividade diurna contrário no SIPA.
- 4) Um número maior dos parasitóides das espécies *P. litoralis* e *P. obtusus* foi coletado sob temperaturas mais amenas, ou seja, temperaturas elevadas diminuíram a atividade das moscas.
- 5) Ninhos maiores atraíram maior número de moscas *Pseudacteon*, provavelmente pela maior emissão de feromônios pelas formigas quando esses são perturbados.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. L.; SUDO, A.; EIRA, P. A.; RIBEIRO, R. L. D.; CARVALHO, S. R.; FRANCO, A. A.; TEIXEIRA, M.G.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. G.; FEIDEN, A.; AQUINO, A. M.; STEPHAN, M. P.; SILVA, E. M. R.; ABBOUD, A. C. S.; GUERRA, J. G. M.; LEAL, M. A. A.; LIGNON, G. B.; PEREIRA, J. A. R.; BORJA, G. E. M.; RICCI, M. S. F.; SOUZA, E. R. **Sistema integrado de produção agroecológica**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 14p. (Documentos, n. 70).

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**, v. 98, n. 1, p. 85-95, 2005.

FIDERJ. **Indicadores climatológicos**: sistema de informação para o planejamento estadual. Rio de Janeiro: FIDERJ/SECPLAN, 1976, 54p.

FOLGARAIT, P.J.; BRUZZONE, O.A.; GILBERT, L.E. Seasonal patterns of activity among species of black fire ant parasitoid flies (*Pseudacteon*: Phoridae) in Argentina explained by analysis of climatic variables. **Biological Control**, v. 28, p. 368-378, 2003.

FOLGARAIT, P.J.; BRUZZONE, O.; PORTER, S.D.; PESQUERO, M.A.; GILBERT, L.E. Biogeography and macroecology of phorid flies that attack fire ants in south-eastern Brazil and Argentina. **Journal of Biogeography**, v. 32, p. 353-367, 2005.

GRAHAM, L.C.F.; PORTER, S.D.; PEREIRA, R.M.; DOROUGH, H.D.; KELLEY, A.T. Field releases of the decapitating fly *Pseudacteon curvatus* (Diptera: Phoridae) for control of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Alabama, Florida, and Tennessee. **Florida Entomologist**, v. 86, n. 3, 2003.

MORRISON, L.W.; GILBERT, L.E. Host specificity in two additional *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae), parasitoids of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). **Florida Entomologist**, v. 82, n. 3, p. 404-409, 1999.

MORRISON, L.W.; KAWAZOE, E.A.; GUERRA, R.; LAWRENCE, E.G. Ecological interaction 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.; KING, J.R. Host location behavior in parasitoid of imported fire ants. **Journal of Insect Behavior**, v. 17, n. 3, p. 367-383, 2004.

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.

NEVES, M.C.P.; GUERRA, J.G.M.; CARVALHO, S.R.; RIBEIRO, R.L.D.; ALMEIDA, D.L. Sistema integrado de produção agroecológica ou Fazendinha Agroecológica km 47, p.147-172. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas**

para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517p.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1986. 434p.

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 Patterns of oviposition activity in two *Pseudacteon* fly Parasitoids (Diptera: Phoridae) of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). **Florida Entomologist**, v. 79, n. 3, p. 455-457, 1996.

PHILPOTT, S.M. Trait-mediated effects of parasitic phorid flies (Diptera: Phoridae) on ant (Hymenoptera: Formicidae) competition and resource access in coffee agro-ecosystems. **Environmental Entomology**, v. 34, n. 5, p. 1089-1094, 2005.

PORTER, S.D. Biology and behavior of *Pseudacteon* decapitating flies (Diptera: Phoridae) that parasitize *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicinae). **Florida Entomologist**, v. 81, n. 3, p. 292-309, 1998a.

PORTER, S.D. Host-specific attraction of *Pseudacteon* flies (Diptera: Phoridae) to fire ant colonies in Brazil. **Florida Entomologist**, v.81, n.3, p. 423-429, 1998b.

PORTER, S.D.; FOWLER, H.G.; CAMPIOLO, S.; PESQUERO, M.A. Host specificity of several *Pseudacteon* (Diptera: Phoridae) parasites of fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in South America. **Florida Entomologist**, v. 78, n. 1, p. 70-75, 1995.

PORTER, S.D.; NOGUEIRA DE SÁ, L.A.; MORRISON, L.W. Establishment and dispersal of the fire ant decapitating fly *Pseudacteon tricuspis* in North Florida. **Biological Control**, v. 29, p. 179-188, 2004.

PORTER, S.D.; PESQUERO, M.A. Illustrated key to *Pseudacteon* decapitating flies (Diptera: Phoridae) that attack *Solenopsis saevissima* complex fire ants in South America. **Florida Entomologist**, v. 84, n. 4, p. 691-699, 2001.

RAMIREZ, R.A.; THOMPSON, D.C.; REMMENGA, M.D. Influence of low humidity, *Pseudacteon* flies (Diptera: Phoridae), and competition by *Solenopsis xyloni* on *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). **Environmental Entomology**, v. 35, n. 4, p. 1037-1048, 2006.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

WILLIAMS, D.F.; COLLINS, H.L.; OI, D.H. The red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) an historical perspective of treatment programs and the development of chemical baits for control. **American Entomologist**, v. 47, n. 3, p. 146-159, 2001.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663p.

CONCLUSÕES GERAIS

- 1) Este estudo aumenta consideravelmente o conhecimento sobre a mirmecofauna do SIPA e apresenta dados importantes para o desenvolvimento de estratégias de manejo de populações de *S. invicta* em agroecossistemas.
- 2) Neste trabalho constam as primeiras informações sobre as espécies de moscas *Pseudacteon* que habitam o SIPA. É um importante avanço para o melhor entendimento da ecologia destas espécies, podendo servir, inclusive, como motivação para que novas pesquisas sobre estes organismos sejam realizadas no SIPA ou em outros habitats brasileiros.