

IVAN CARDOSO DO NASCIMENTO

**FENOLOGIA DO VÔO NUPCIAL E AMOSTRAGEM DE COMUNIDADE DE
FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM ÁREA DE MATA
ATLÂNTICA DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MINAS GERAIS.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2002**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

N244f
2002

Nascimento, Ivan Cardoso do, 1972-

Fenologia do vôo nupcial e amostragem de comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em área de Mata Atlântica do município de Viçosa-Minas Gerais / Ivan Cardoso do Nascimento. – Viçosa: UFV, 2002. 76p.:il.

Orientador: Terezinha M. C. Della-Lucia
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa

1. Formiga – Fenologia do vôo nupcial. 2. Ecitoninae – Vôo nupcial. 3. Formigas – Armadilhas luminosas - Eficácia. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 595.7960451
CDD 20.ed. 595.7960451

IVAN CARDOSO DO NASCIMENTO

**FENOLOGIA DE VÔO NUPCIAL EM COMUNIDADE DE FORMIGAS
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DO
MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MINAS GERAIS.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

APROVADA: 28 de Fevereiro de 2002.

Prof. Jacques Hubert Charles Delabie
(Conselheiro)

Prof. José Eduardo Serrão

Prof. Carlos Rafael Lugo-Ortiz

Prof. Lúcio Antônio Oliveira Campos

Prof^ª. Terezinha M. Castro Della Lucia
(Orientadora)

A meu pai Paulo Cardoso do Nascimento e minha mãe Lyzete Cardoso do Nascimento.

À minha esposa Quitéria e meu filho Rafael.....por tudo.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realizar o curso.

Ao professor Paulo Sérgio Fiúza Ferreira pela amizade e por ter cedido as formigas para o trabalho.

À Professora Terezinha M. Castro Della Lucia pela compreensão, confiança, incentivo e sugestões no trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa.

Ao mestre e amigo Prof. Jacques Hubert Charles Delabie, responsável por minha iniciação na mirmecologia e grande incentivador ao longo desses dez anos de convívio; por seus ensinamentos técnicos e pelo exemplo de profissional e figura humana.

As conterrâneas Cléa e Paula pela amizade e carinho.

A Lucileide de Souza Ramos pela valiosa ajuda na montagem e triagem das formigas.

Aos colegas Fred e Marcelo pela boa convivência e otimismo nas diversas partidas de totó que perderam.

Aos colegas de República, Gessionei, Flávio, Vinícius e Fernando pelo bom convívio diário.

Aos amigos do Laboratório de Mirmecologia do CEPEC (CEPLAC): Karina, Lucimeire, Eltamara, Dayane, Lucileide, Zé Raimundo, Elta, Crispim, Luiza, e Ana Flávia pela amizade.

A D. Paula (secretária da Entomologia) pela presteza e inesgotável paciência.

A Sebastien Lacau, Jonathan Majer e Dominique Fresneau pelo envio de grande parte da bibliografia utilizada na tese.

BIOGRAFIA

IVAN CARDOSO DO NASCIMENTO, filho de Paulo Cardoso do Nascimento e Lyzete Cardoso do Nascimento, nasceu no Rio de Janeiro, em 08 de abril de 1972.

De novembro de 1991 a dezembro de 1999, participou de diversos Projetos de Pesquisa, sendo bolsista da Fundação Boticário de Proteção a Natureza (1 ano); Universidade Estadual de Santa Cruz (1 ano); CNPq/Iniciação Científica (3 anos) e American Museum of History Natural (AMNH) (1 ano), sempre desenvolvendo as atividades pertinentes aos estágios no Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau, CEPLAC/CEPEC, Itabuna-Bahia.

Em 1999, graduou-se em Ciências – Habilitação em Biologia pela Universidade Estadual de Santa Cruz em Ilhéus-Bahia.

Em fevereiro de 2000, iniciou o Curso de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa, vindo a defender a tese em fevereiro de 2002.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1. DIVERSIDADE LOCAL, SAZONALIDADE E PERIODICIDADE DE VÔOS NOTURNOS DE ECITONINAE (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA.....	4
1.1- INTRODUÇÃO.....	4
1.2- MATERIAL E MÉTODOS.....	7
1.2.1 Local de estudo.....	7
1.2.2 Amostragem.....	7
1.2.3 Identificação.....	8
1.2.4 Análise dos dados.....	8
1.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
1.3.1 Diversidade local dos Ecitoninae.....	10
1.3.2 Sazonalidade e periodicidade dos vôos.....	14
1.3.3 Importância dos fatores abióticos no vôo de fecundação.....	19
1.4- CONCLUSÕES.....	23
2. FENOLOGIA DO VÔO NUPCIAL EM COMUNIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM ÁREA DE	

MATA ATLÂNTICA DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MINAS GERAIS.....	24
2.1- INTRODUÇÃO.....	24
2.2- MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.2.1 Local de estudo.....	26
2.2.2 Amostragem.....	26
2.2.3 Identificação.....	26
2.2.4 Análise dos dados.....	26
2.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
2.3.1- Sazonalidade e periodicidade dos vôos.....	35
2.3.2 Sincronismo dos vôos.....	39
2.3.3 Importância dos fatores abióticos no vôo de fecundação.....	41
2.4- CONCLUSÕES.....	48
3. ANÁLISE CRÍTICA DA EFICÁCIA DA ARMADILHA LUMINOSA PARA ESTUDOS DE COMUNIDADES DE FORMICIDAE.....	49
3.1- INTRODUÇÃO.....	49
3.2- MATERIAL E MÉTODOS.....	51
3.2.1 Local de estudo.....	51
3.2.2 Amostragem dos alados.....	51
3.2.3 Identificação dos alados.....	51
3.2.4 Amostragem das formigas da serapilheira.....	51
3.2.5 Identificação das operárias.....	52
3.2.6 Análise dos dados.....	52
3.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
3.3.1 A fauna.....	54
3.3.2 Armadilha luminosa e a possibilidade de sua utilização para amostragem de formigas arborícolas.....	58
3.3.3 Distribuição das amostras durante o ano.....	63
3.4- CONCLUSÕES.....	67
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

RESUMO

NASCIMENTO, Ivan Cardoso do, M. S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2002. **Fenologia do vôo nupcial e amostragem de comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Área de Mata Atlântica do Município de Viçosa – Minas Gerais.** Orientadora: Terezinha Maria Castro Della Lucia. Conselheiros: Jacques Hubert Charles Delabie e Paulo Sérgio Fiuza Ferreira.

Com o objetivo de melhor compreender a fenologia de vôo nupcial noturno e fazer inferências sobre o uso de armadilha luminosa para estudo de comunidade de Formicidae, foram realizadas coletas com armadilha luminosa e Funil de Berlese na Mata Córrego do Paraíso, Viçosa – Minas Gerais, entre os anos de 1981 a 1998. No período, foram amostrados com armadilha luminosa 29.871 indivíduos alados, distribuídos em 7 subfamílias, 19 tribos, 38 gêneros e 157 espécies. Formigas da subfamília Ecitoninae apresentaram vôos com sazonalidade bem marcada, no entanto, com um período de vôo maior que o observado em estudos similares em regiões de clima temperado. Correlações entre o número de indivíduos e variáveis climáticas foram avaliadas. Os resultados indicam que temperatura tem papel mais importante que a precipitação pluviométrica para realização dos vôos dos Ecitoninae. Por outro lado, quando consideradas as demais subfamílias, os vôos apresentaram baixa sazonalidade, confirmando a hipótese de que em regiões tropicais a estabilidade climática favorece o longo período de vôo. Dentre os fatores abióticos avaliados, a temperatura e a precipitação parecem regular o período de vôo. O sincronismo dos vôos foi testado através da análise de agrupamento e os resultados indicaram baixo sincronismo. A

comparação da composição das faunas amostradas com armadilha luminosa e Funil de Berlese mostrou diferença considerável, sendo que a armadilha luminosa parece ser pouco eficiente para amostrar formigas da serapilheira. Uma análise mensal da riqueza de espécies coletadas com armadilha luminosa foi realizada e os resultados apontam que coletas realizadas entre os meses de novembro a fevereiro permitem avaliar mais rapidamente a diversidade local das espécies.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Ivan Cardoso do, M. S., Universidade Federal de Viçosa, February 2002. **Phenology of the nuptial flight and sampling in ant community (Hymenoptera: Formicidae) in na area of Atlantic Forest in the Couty of Viçosa, Minas Gerais.** Adviser: Terezinha Maria Castro Della Lucia. Committee Members: Jacques Hubert Charles Delabie and Paulo Sérgio Fiuza Ferreira.

An experiment was carried out using light trap and Berlese funnel in the Mata Córrego do Paraíso, Viçosa – Minas Gerais, from 1981 to 1998 with the aim of better understanding the phenology of nocturnal mating flight in ant community and inferring on the use of light trap for the study of such community. A total of 29,871 alate individuals, distributed in 7 subfamilies, 19 tribes, 39 genera and 158 species was captured with the light trap. Ants of the subfamily Ecitoninae exhibited nuptial flights with, however, flight duration period greater than those observed in similar studies of a temperate climate. Correlations between the number of individuals and climatic variables were evaluated; the results indicated that temperature plays a more important role than rainfall among the Ecitoninae. On the other hand, the nupcial flights of individuals of all other subfamilies showed low seasonality, thus confirming the hypothesis that, in tropical regions, climatic stability favors longer periods of nuptial flights. Among the abiotic factors evaluated, temperature and rainfall seem to regulate flight period. Flight synchronism was tested performing cluster analysis; the results indicated low synchronism. Comparison of fauna composition as sampled by light and Berlese funnels showed considerable differences, the light trap being less efficient to

sample leaf-litter ants. A monthly analysis of richness of species collected by light traps indicated that collections conducted between November and February allow a faster evaluation of the local species diversity.

INTRODUÇÃO GERAL

Dentre a grande variedade de insetos que existem no planeta, as formigas (Hymenoptera: Formicidae) constituem um grupo bastante homogêneo, sendo encontrado em todos habitats terrestres (BOLTON, 1994), exceto em latitudes extremas.

Atualmente estão descritas cerca de 9000 espécies de Formicidae, no entanto, estimativas prevêm cerca de 15 a 20 mil espécies (BOLTON, 1994). O número de indivíduos por colônia pode variar de uma dezena a centena de milhares. Por exemplo, uma única colônia da formiga legionária *Dorylus* sp. (Dorylinae) pode conter de 10.000.000 a 20.000.000 de indivíduos (SCHNEIRLA, 1971).

Salvo em algumas espécies, uma colônia é composta por uma casta alada reprodutiva (machos e rainhas que são comumente denominados sexuados ou alados) e por uma casta fêmea e estéril (operárias) (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). No entanto, dentro da subfamília Ponerinae, são conhecidas várias espécies que possuem rainhas ergatóides, as quais são desprovidas de asa que teriam evoluído de fêmeas aladas (PEETERS et al. 1991) ou “gamergates”, assim denominadas as espécies que não possuem rainhas e em que algumas operárias são capazes de ser fecundadas e ovipositarem (PEETERS, 1991).

Novas colônias podem surgir de duas maneiras distintas: 1) através de fundação independente; nesse caso uma única fêmea reprodutiva (ou no caso de fundação pleométrica, algumas fêmeas) funda a colônia sem ajuda de operárias. Nestas espécies, após a fecundação e posterior dispersão, os músculos do tórax responsáveis pelo vôo são metabolizados, o que permite a sobrevivência da rainha até que surjam as primeiras operárias, diminuindo o risco inicial da fundação da colônia; 2) novas colônias podem ser formadas também a partir de fissão e, nesse caso, uma ou diversas fêmeas reprodutivas são acompanhadas por um grupo de operárias durante a fundação da nova colônia (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; PEETERS & ITO 2001).

Em função da estratégia utilizada (fissão ou fundação independente), HÖLLDOBLER & BARTZ (1985) classificam o comportamento de cópula em dois grupos. No primeiro as fêmeas normalmente são desprovidas de asas ou possuem asas reduzidas, e permanecem relativamente paradas atraindo machos à distância através de feromônios. Esse comportamento é designado de “síndrome de chamada da fêmea”, sendo observado normalmente nos grupos mais primitivos de formigas. A pequena

mobilidade que as fêmeas possuem limita a dispersão das novas colônias e a espécie tende a ter uma distribuição agregada.

O outro comportamento de cópula é designado “síndrome da agregação de machos”, comumente observado em espécies que possuem colônias com grande número de indivíduos. Nas espécies que utilizam esta estratégia, o vôo nupcial é mais evidente e machos e fêmeas são capazes de se dispersar e acasalar à grande distância de seu ninho natal. Esse comportamento é normalmente observado em gêneros como *Formica*, *Lasius* e *Camponotus*.

Na maioria das espécies de formigas, a formação de uma nova colônia se faz a partir de fundação claustral, onde a rainha estabelece novo ninho após o vôo nupcial (HÖLLDOBLER & WILSON, 1977). Este é característico da espécie em sua forma e ocorrência (WILSON, 1971). As condições particulares que promovem a revoada das espécies são pobremente conhecidas e raramente estudadas nas espécies tropicais.

Sendo a fundação de uma nova colônia o período mais crítico no ciclo de vida das formigas, onde grande quantidade de energia é investida (BOOMSMA & LEUSINK, 1981), é fácil entender a necessidade de estudar os mecanismos que a regem. Além disso, informações sobre os vôos explicam ou ajudam a entender em grande parte a biologia das espécies.

O estudo dos processos que regem a fenologia do vôo nupcial em formiga vem sendo altamente negligenciado pelos mirmecologistas. Os poucos trabalhos que visam entender o processo estão restritos a algumas espécies de regiões temperadas (TALBOT, 1945, 1959; KANNOVSKI, 1959; BALDRIDGE et al., 1980; BOOMSMA & LEUSINK, 1981; CHERIX et al., 1989; WOYCIECHOWSKI, 1990).

KASPARI et al. (2001) e TORRES et al. (2001) aparecem como os primeiros trabalhos extensivos que visam entender a fenologia de vôo nupcial em regiões tropicais e ambos enfatizam a escassez de trabalhos e a necessidade de se estudar melhor o fenômeno.

Uma das principais dificuldades é a identificação dos espécimes. Devido ao dimorfismo acentuado apresentado pela casta alada, que se agrava pela falta nas coleções de séries de operárias e alados da mesma espécie, a identificação em alguns casos torna-se impossível ou extremamente demorada.

Fatores abióticos - chuva e temperatura parecem ser pontos chaves para a compreensão e distribuição dos vôos (KASPARI et al., 2001). No entanto, outros fatores tais como umidade, insolação e velocidade do vento também têm sido levados

em conta para explicar a ocorrência de vôos em algumas espécies (MOSER, 1967; KANNOSWSKY, 1969; BOOMSMA & LEUSINK, 1981).

Durante o vôo nupcial, um grande número de colônias em grandes áreas realizam seu vôo simultaneamente, onde fêmeas e machos alados são liberados (BOURKE & FRANKS, 1995). No entanto, esse sincromismo de liberação de sexuais em determinadas épocas do ano e sob determinadas condições ainda é pouco esclarecido.

SUDD & FRANKS (1987) enfatizam que a liberação dos sexuais e, conseqüentemente, o acasalamento fora do ninho, podem se dar por fatores endógenos e exógenos. No primeiro caso, estaria associado à produção de feromônio por rainhas maduras, inibindo a perda das asas das rainhas virgens forçando, dessa forma, sua saída do ninho de origem. Fatores exógenos seriam aqueles relacionados a fatores climáticos que proporcionariam aos machos e fêmeas melhores chances para o acasalamento e estabelecimento das novas colônias.

No Brasil poucos trabalhos tentam relacionar o vôo nupcial com as variáveis ambientais envolvidas, sendo que os poucos existentes são restritos aos Attini, como por exemplo, MARICONI (1970); BENTO (1993); DIEHL-FLEIG & PAULA LUCHESE (1992).

São apresentadas no presente trabalho as primeiras informações de um longo estudo sobre fenologia de vôo nupcial noturno em Formicidae realizado na América do Sul, conduzido em área de Mata Atlântica no município de Viçosa - Minas Gerais. O primeiro capítulo trata exclusivamente da subfamília Ecitoninae enquanto o segundo estuda o fenômeno em nível da comunidade. No terceiro capítulo são comparadas duas metodologias de coleta de Formicidae, sendo feita uma análise do uso de armadilha luminosa para estudo de comunidade em Formicidae.

CAPÍTULO I

1. DIVERSIDADE LOCAL, SAZONALIDADE E PERIODICIDADE DE VÔOS NOTURNOS DE ECITONINAE (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA.

1.1 INTRODUÇÃO

Formigas da subfamília Ecitoninae (Hymenoptera: Formicidae), também conhecidas como “formigas legionárias ou army ants”, diferem das demais subfamílias de formigas por apresentarem comportamento característico que inclui nomadismo, extraordinário forrageamento massal e colônias numerosas que podem contar com mais de 1 milhão de indivíduos (GOTWALD, 1995). Os cinco gêneros que compõem a subfamília (*Cheliomyrmex*, *Eciton*, *Labidus*, *Neivamyrmex* e *Nomamyrmex*) são endêmicos do Novo Mundo com predominância na região Neotropical (BOLTON, 1994), com 147 espécies descritas (WATKINS, 1976). Todas as espécies de Ecitoninae possuem uma única fêmea reprodutiva áptera (rainha) e fêmeas estéreis (operárias) (SCHNEIRLA, 1971). Os machos são sempre alados e produzidos periodicamente, sendo bastante distintos das operárias.

Por apresentar comportamento único entre as formigas, os Ecitoninae têm despertado grande interesse por parte dos entomologistas nos últimos 50 anos. Impulsionado pelo magnífico trabalho de revisão da subfamília realizado por BORGMEIER (1955), trabalhos destinados ao estudo do comportamento e biologia das espécies foram intensificados (RETTENMEYER, 1963; WILSON, 1964; SCHNEIRLA, 1971; BALDRIDGE, 1972; FRANKS & HÖLLDOBLER, 1987; GOTWALD, 1995). O trabalho de GOTWALD (1995) é particularmente significativo porque sumariza em um livro informações sobre a biologia da subfamília.

Novas colônias são formadas exclusivamente por fissão e seu ciclo de vida é marcado pela alternância entre uma fase estacionária e outra nômade. Os ovos são colocados pelas rainhas na fase estacionária durante a qual ocorre o desenvolvimento

das larvas, estendendo-se durante toda a fase nômade. Em seguida, a colônia entra novamente na fase estacionária onde mais ovos são colocados e surgem as primeiras operárias do ciclo anterior que estimulam o surgimento de mais uma fase nômade (SCHNEIRLA, 1971; GOTWALD, 1995).

Pelo comportamento críptico que apresentam muitos Ecitoninae (espécies subterrâneas), várias espécies são descritas somente através dos machos que apresentam morfologia única entre os Formicidae, com gáster conspicuo, mandíbulas e genitálias bem desenvolvidas, e pouca variação intraespecífica quando comparada com operárias, o que facilita sua identificação. Quase metade das espécies conhecidas de Ecitoninae são descritas através dos machos, fato incomum nos Formicidae. Além do mais, os machos são comumente atraídos por armadilha luminosa (BORGMEIER, 1955; WATKINS, 1976).

Os machos emergem na fase estacionária e podem logo deixar a colônia ou permanecem durante parte da fase nômade. BALDRIDGE (1972) observou que machos recém-emergidos são bastante atraídos por operárias de seu ninho, embora não exerçam nenhuma função. Posteriormente os machos voam, normalmente à noite, para dispersão e acasalamento.

Formigas legionárias da subfamília Dorylinae, considerado “grupo irmão” dos Ecitoninae, só que com distribuição restrita ao Velho Mundo apresentam seus vôos com sazonalidade menos pronunciada que os Ecitoninae (BALDRIDGE et al. 1980). HADDOW et al. (1966) observaram atividade de vôos de machos de formigas legionárias em Entebbe, Uganda, África, uma localidade sem sazonalidade pronunciada e verificaram que os vôos acontecem ao longo de todo o ano.

Dados disponíveis sobre periodicidade de vôos reprodutivos de machos de Ecitoninae são quase que exclusivamente da região Neártica (WHEELER & LONG, 1901; RETTENMEYER, 1963; BALDRIDGE, 1972; BALDRIDGE et al., 1980). O único trabalho para a região neotropical foi feito por KANNOWSKI (1969) durante março a maio de 1967, período que corresponde à estação seca e início da estação chuvosa na Ilha do Barro Colorado, Panamá. No entanto, devido ao curto período de observação não se pode ter resultados conclusivos sobre a sazonalidade e periodicidade dos vôos.

O presente estudo apresenta as primeiras informações extensivas sobre atividade de vôos de formigas legionárias para região Neotropical. São apresentadas informações sobre periodicidade, sazonalidade, sincronismo e variáveis climáticas envolvidas no

processo de vôos nupciais noturnos dos Ecitoninae em área de Mata Atlântica no município de Viçosa – Minas Gerais.

1.2- MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Local de Estudo

O estudo foi desenvolvido na Mata Córrego de Paraíso (20°45' S e 45°52' W), uma área de Reserva Natural da Universidade Federal de Viçosa, com cerca de 194 hectares, situada no Município de Viçosa-MG com altitude média de 650m. A vegetação é de Mata Atlântica secundária do subtipo Floresta Subcaducifolia Tropical (ALONSO, 1977), com grande proporção de espécies vegetais sempre verdes. A reserva é drenada pela bacia do Rio Turvo, afluente do Rio Ipiranga (REZENDE, 1971). Como a Mata do Paraíso vem sofrendo progressiva regeneração a partir de uma mata secundária, pode-se observar os seguintes estágios sucessionais: pasto limpo, pasto sujo, pasto com regeneração precoce, capoeira rala, capoeira fechada e mata secundária densa. Informações mais detalhadas sobre a vegetação encontram-se em COELHO (1997).

O clima da região segundo a classificação Koppen é temperado chuvoso (mesotérmico), também chamado de subtropical de altitude (Cwb) (ANTUNES, 1986). A precipitação média é de cerca de 1315 mm anuais (ANTUNES, 1979). Há predomínio de temperaturas amenas durante todo o ano, com média anual entre 18°C e 19°C e ocorrência de duas estações bem definidas: uma seca que compreende os meses de junho a agosto, e outra chuvosa. A temperatura média dos meses mais quentes é de cerca de 22°C. O inverno apresenta temperaturas médias por volta de 15°C, sendo os meses mais frios junho e julho (NIMER, 1977).

1.2.2 Amostragem

As coletas foram realizadas entre os anos de 1981 a 1998 nos seguintes períodos: agosto de 1981 a novembro de 1983; fevereiro de 1986 a junho de 1988; agosto de 1992 a setembro 1993; abril de 1994 a maio de 1995; março de 1996 a abril de 1998, totalizando 277 amostras em 98 meses com intervalo mínimo de uma semana de uma coleta para outra. Os Formicidae foram coletados com uso de armadilhas luminosas do tipo “Luiz de Queiroz” (SILVEIRA NETO & SILVEIRA, 1969), instalada a 1,50 m de altura, com adaptações de FERREIRA & MARTINS (1982). O funcionamento da

armadilha foi crepuscular/noturno entre 18:00 e 6:00 do dia seguinte. Os espécimes foram conservados a seco estocados em mantas entomológicas no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFVB).

1.2.3 Identificação

Todos os espécimes foram identificados em nível específico, utilizando-se as chaves de BORGMEIER (1955) e WATKINS (1976). As espécies foram agrupadas seguindo a nomenclatura adotada por BOLTON (1995). Exemplares montados encontram-se depositados no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFVB), Minas Gerais e no Laboratório de Mirmecologia do Centro Pesquisas do Cacau CEPEC/CEPLAC, Itabuna, Bahia.

1.2.4 Análise dos dados

Cada data de coleta foi considerada uma amostra independente. Os dados foram tabulados em forma de matriz contendo o número de indivíduos para cada espécie por data de coleta, junto com as respectivas variáveis climáticas. Como o número de amostras/mês variou no período de amostragem, o gráfico que visa avaliar a atividade das espécies/mês foi construído ponderando o número de amostras. Esse procedimento foi necessário para que as variações no número de coletas entre os meses analisados não apresentassem sub ou superestimações nas avaliações comparativas.

Uma matriz de dados com presença/ausência das espécies foi construída e a partir daí foi calculada a Curva de Riqueza Acumulada utilizando-se o programa EstimateS (Statistical Estimation of Species Richness and Share Species from Samples), versão 5.0 b1 (COLWELL, 1997). O número estimado de espécies foi calculado utilizando-se o estimador Jackknife2 através do EstimateS. Inferências sobre o esforço amostral foram feitas a partir do cálculo de P05 (número de amostras necessárias para capturar metade da comunidade) que é um indicador de dispersão da comunidade (LAUGA & JOACHIM, 1987).

Comparações relativas de fatores climáticos relacionados com o vôo nupcial foram obtidas por meio da correlação de Spearman, objetivando um método de análise para amostragem não paramétrica utilizando-se o programa Statistica 6.0. Somente

foram consideradas nas análises as espécies que apresentaram frequência relativa igual ou superior a 6% (GAUCH, 1986). As variáveis testadas foram: temperatura (no dia da coleta, média de dois dias antes, média de sete dias antes, máxima e mínima do dia da coleta) amplitude térmica, umidade relativa, média diária da velocidade do vento e precipitação (média de dois dias antes, média de sete dias antes).

Os dados climáticos foram obtidos na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola, que dista cerca de 8 Km da Mata Córrego do Paraíso.

1.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Diversidade local de Ecitoninae:

Ao longo dos 98 meses foram coletados 3116 machos de Ecitoninae representando 15 espécies distribuídas nos seguintes gêneros: *Eciton* (1 espécie); *Labidus* (3 espécies); *Neivamyrmex* (10 espécies); *Nomamyrmex* (1 espécie) (Quadro 1). Todos os gêneros que constituem a subfamília foram amostrados, exceto *Cheliomyrmex* que tem ampla distribuição na América Central e alguns países do norte da América do Sul (WATKINS, 1976), tendo para o Brasil somente registro no estado do Acre.

O gênero mais comum, tanto em número de espécies quanto em indivíduos, foi *Neivamyrmex* que representou 78,66% dos indivíduos amostrados, seguido de *Labidus* com 11,8%. Os gêneros *Eciton* e *Nomamyrmex* foram representados cada um por 2,21 e 7,32% dos indivíduos coletados respectivamente. (Quadro1). O gênero *Neivamyrmex* é o que apresenta a grande maioria das espécies de Ecitoninae conhecidas e o mais amplamente distribuído (WATKINS, 1976, 1985).

Quadro 1- Número de indivíduos e porcentagem do total dos machos de Ecitoninae amostrados com armadilha luminosa na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Espécies	Número de indivíduos	% de indivíduos
<i>Eciton vagans</i> (Olivier, 1791)	69	2,21
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	106	3,4
<i>L. mars</i> Forel, 1912	69	2,21
<i>L. praedator</i> (Fr. Smith, 1858)	193	6,19
<i>Neivamyrmex clavifemur</i> Borgmeier, 1953	37	1,19
<i>N. guerini</i> (Shuckard, 1840)	4	0,13
<i>N. hopei</i> (Shuckard, 1840)	32	1,03
<i>N. jermanni</i> (Forel, 1901)	742	23,81
<i>N. longiscapus</i> Borgmeier, 1953	4	0,13
<i>N. pertyi</i> (Shuckard, 1840)	154	4,94
<i>N. pilosus</i> (Fr. Smith, 1858)	20	0,64
<i>N. piraticus</i> Borgmeier, 1953	1302	41,78
<i>N. spinolai</i> (Westwood, 1842)	23	0,74
<i>N. swainsoni</i> (Shuckard, 1840)	133	4,27
<i>Nomamyrmex hartigi</i> (Westwood, 1842)	228	7,32
Total	3116	100

A maioria das espécies amostradas apresenta ampla distribuição no Sudeste do País (BORGMEIER, 1955). *Neivamyrmex clavifemur*, *N. piraticus* e *Labidus mars* aparecem como primeiro registro para o Estado de Minas Gerais, sendo as duas primeiras já registradas para outros locais da região Sudeste (BORGMEIER, 1955; WATKINS, 1976). A ocorrência do macho de *L. mars* é pela primeira vez registrada. Esta espécie era conhecida somente a partir de operárias e seus machos não se encontram descritos.

Dos quatro gêneros de Ecitoninae com distribuição na região sudeste: *Neivamyrmex*, *Labidus*, *Eciton* e *Nomamyrmex*, três já eram registrados para o município de Viçosa em levantamento feito por LOUREIRO & QUEIROZ (1990), sendo aqui adicionada a esta lista o gênero *Nomamyrmex*. Das duas espécies conhecidas que compõem este gênero, *Nomamyrmex hartigi* e *N. esenbecki*, somente a primeira foi amostrada nesse experimento. No entanto, são encontradas na coleção do Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa machos e operárias de *N. esenbecki* coletados manualmente no município. A ausência de machos de *N. esenbecki* em armadilha luminosa se dá, provavelmente, pelo fato de que *N. esenbecki* realiza seus vôos durante o dia, à semelhança do que ocorre em outras espécies da subfamília (BALDRIDGE et al., 1980).

Dados disponíveis sobre diversidade local de espécies de Ecitoninae foram compilados e são apresentados no Quadro 2. Com exceção dos dados extraídos de KANNOWSKI (1969), referentes à coletas realizadas no Panamá, Ilha do Barro Colorado, as demais localidades foram amostradas por pelo menos 1 ano. As informações disponíveis no presente trabalho permitem incluir o município de Viçosa como uma das três localidades com maior riqueza conhecida de Ecitoninae do Hemisfério Sul (Quadro 2).

Quadro 2- Riqueza local de espécies de Ecitoninae em diversas localidades estudadas.

Localidade	<i>Eciton</i>	<i>Labidus</i>	<i>Neivamyrmex</i>	<i>Nomamyrmex</i>	Total de espécies	Latitude	Habitat	Método de coleta	Referência
USA- Arizona- Portal	-	1	6	-	7	31°22'N	Floresta temperada	Arm. luminosa	BALDRIGDE et al., 1980
USA- Texas- Bell County	-	1	5	-	6	30°43'N	Floresta temperada	Arm. luminosa	BALDRIGDE et al., 1980
Panamá- Ilha do Barro Colorado	3	2	8	2	15	9° 9'N	Floresta tropical	Arm. luminosa	KANNOWSKI, 1969
Brasil – Ilhéus-BA	3	2	11	2	18	14°45'S	*	Arm. Luminosa e outros	DELABIE, et al., 1998
Brasil – Viçosa- MG	1	3	10	1	15	20°45'S	Floresta Atlântica subcaduci fólia	Arm. luminosa	NASCIMENTO, 2001 (este trabalho)
Brasil– Agudos- SP	1	2	15	2	20	22°28'S	**	Arm. Luminosa e outros	KEMPF, 1961

* vários tipos de vegetação natural e degradada , tal como Floresta Atlântica, restinga, manguezais, floresta degradada, agrossistemas e áreas urbanas ** vegetação heterogênea que inclui Floresta Atlântica, cerrado e brejos.

O município de Ilhéus-BA, junto com Agudos-SP, destacam-se como localidades mais exaustivamente amostradas em estudos mirmecológicos em toda a América do Sul, sendo as coletas realizadas em diferentes eco-agrossistemas dos municípios, utilizando-se várias metodologias de coletas (KEMPF, 1961; DELABIE et al., 1998). O número de espécies de Ecitoninae registradas para Ilhéus (18) e Agudos (20), quando comparado com o observado para o município de Viçosa (15) permite afirmar que armadilha luminosa amostra grande parte das espécies de Ecitoninae em uma dada localidade.

O número de espécies de Ecitoninae estimado para a área calculado a partir de Jackknife2 foi 15, o que corresponde exatamente ao número observado de espécies, sendo o número de amostras necessárias para capturar a metade da comunidade (P05) igual a 10. Esses dados, juntamente com a interpretação gráfica da Curva de Riqueza Acumulada (Figura 1) demonstram que armadilha luminosa captura rapidamente grande parte da fauna de Ecitoninae com um pequeno esforço amostral. O período do ano em que essas coletas devem ser realizadas deve levar em conta a sazonalidade de vôo das espécies que será discutida posteriormente.

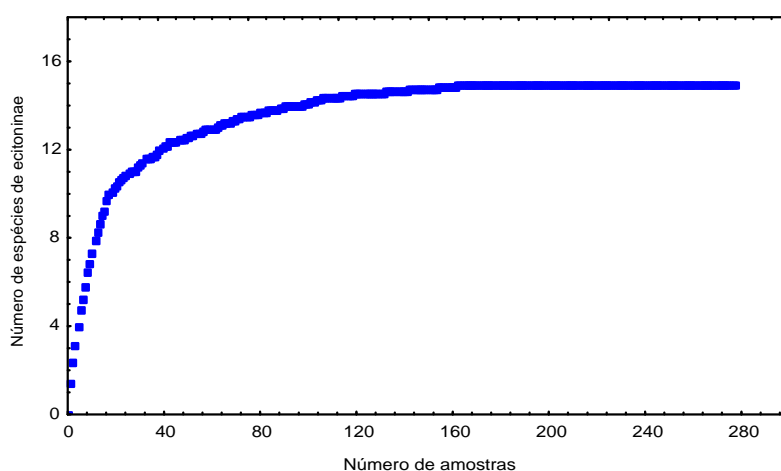


Figura 1- Curva de riqueza acumulada de espécies recalculada a partir da amostragem de Ecitoninae na Mata Córrego do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

1.3.2 Sazonalidade e Periodicidade dos vôos:

Machos de Ecitoninae foram coletados durante todos os meses do ano, sendo os meses de Outubro a Dezembro os de maior atividade (Figura 2). Contudo, as diferentes espécies apresentaram vôos com sazonalidade bem marcada (Figuras 3a-j, 4a e b, 5).

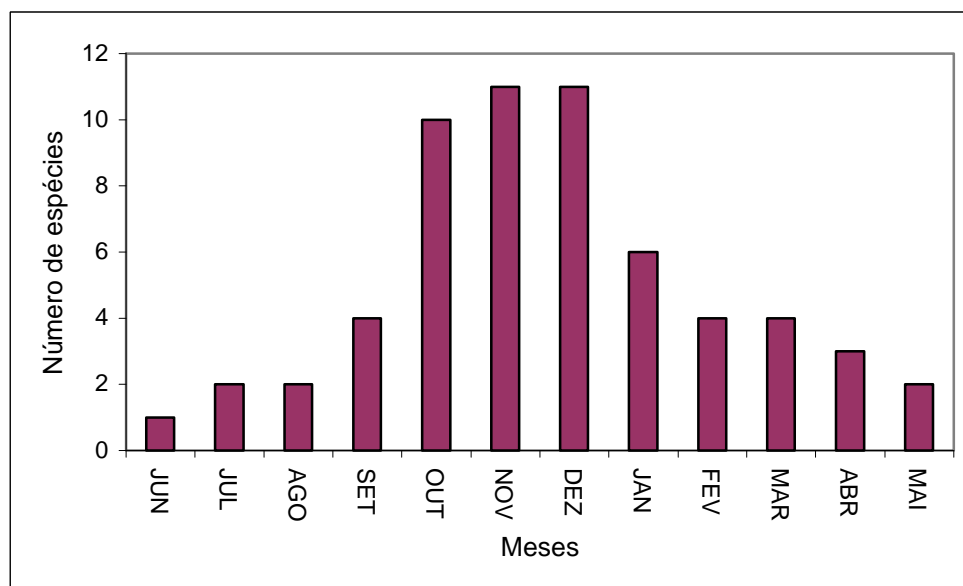


Figura 2- Número de espécies de Ecitoninae por mês na Mata Córrego do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Os vôos foram realizados de 2 a 8 meses por ano e, em média, durante 4 meses. BALDRIDGE et al. (1980) acompanharam a atividade de vôos de Ecitoninae nos estados do Texas e Arizona e observaram período médio de vôo de 67 e 49 dias respectivamente. KASPARI et al. (2001) revisaram dados disponíveis na literatura sobre a duração de vôos em formigas em diferentes gradientes latitudinais e concluíram que o número contínuo de dias em que os vôos ocorrem aumenta à medida que se aproxima do Equador. A longa sessão dos vôos observada no presente trabalho quando comparado com os dados obtidos por BALDRIDGE et al. (1980) confirma a hipótese de ocorrerem vôos mais longos em regiões próximas ao Equador, favorecidos possivelmente pelo aumento no número de dias quentes ou pela constância térmica. No entanto, investigações mais detalhadas em regiões tropicais precisam ser realizadas.

Gênero *Neivamyrmex*

As espécies de *Neivamyrmex* são encontradas ao longo de todo ano, exceto no mês de junho. Os vôos podem ser agrupados dentro de quatro grupos – (I) espécies que voam do final do inverno à primavera: *N. jermanni* (Figura 3d); (II) somente durante a primavera: *N. swainsoni* (figura 3a), *N. spinolai* (figura 3f), *N. pilosus* (figura 3g), *N. hopei* (figura 3h) e *N. guerini* (figura 3i); (III) na primavera/verão: *N. piraticus* (figura 3b) e *N. clavifemur* (figura 3e); (IV) verão e parte do outono: *N. pertyi* (figura 3c). BALDRIDGE (1972) resume as informações disponíveis sobre sazonalidade de vôos em Ecitoninae para a Região Neártica agrupando também os vôos dentro de quatro grandes grupos, no entanto, em suas observações a maioria das espécies realizava seus vôos durante o verão.

A maioria das espécies de *Neivamyrmex* apresentam curvas de atividade unimodal do tipo normal, caracterizando-se por baixa frequência de atividades nos períodos extremos (inicial e final dos vôos) e alta atividade nos períodos intermediários que deve culminar com a alta emergência dos machos nas colônias (SCHNEIRLA, 1971).

A única espécie que apresentou vôos aparentemente não sazonais foi *Neivamyrmex latiscapus*. No entanto, a pouca informação disponível sobre esta espécie tanto na literatura quanto nas observações realizadas, sugere que esta formiga não deve ocorrer propriamente na Mata Córrego do Paraíso, mas em ambientes próximos sendo ocasionalmente atraída, a distância, pela armadilha luminosa.

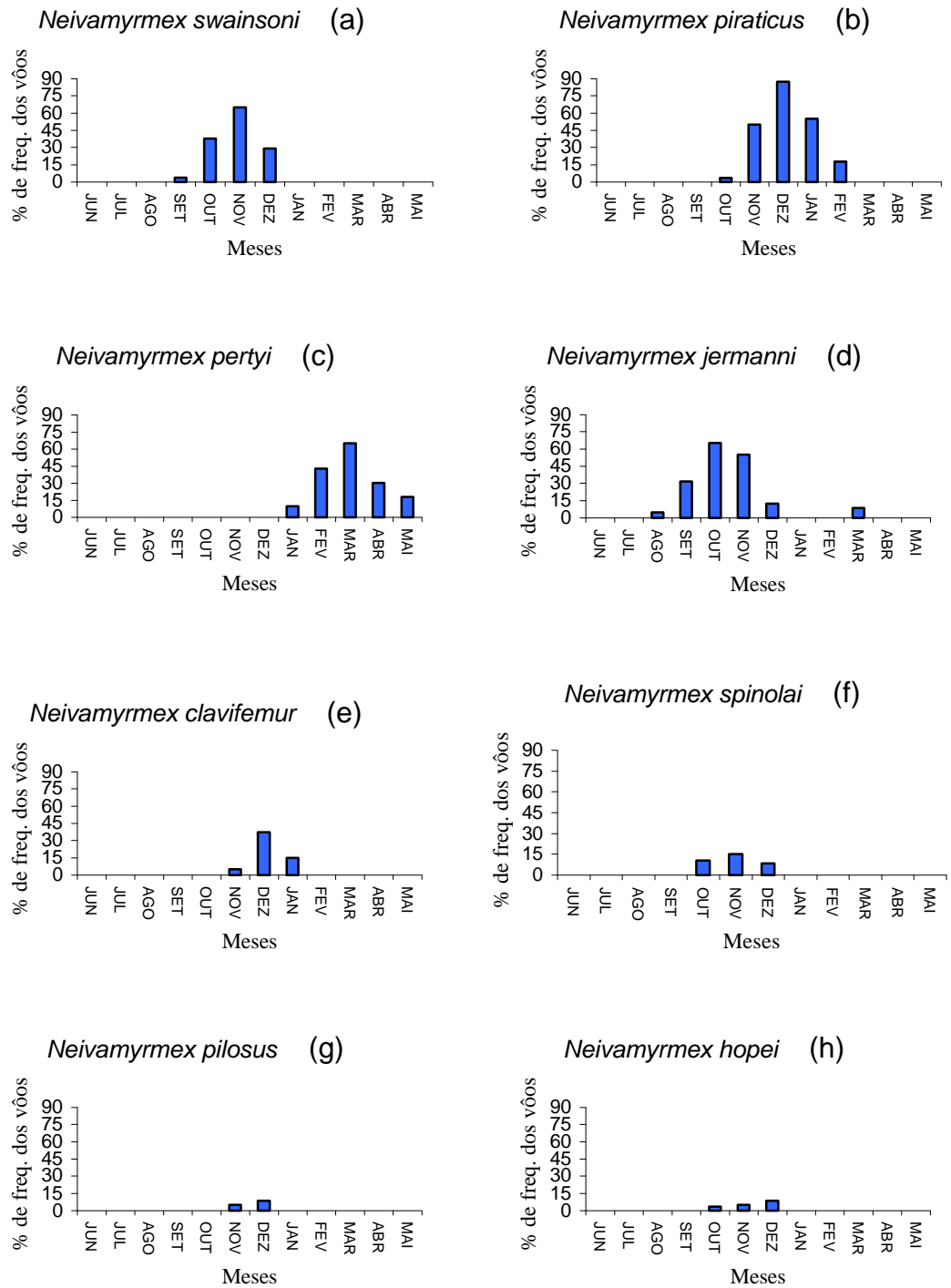
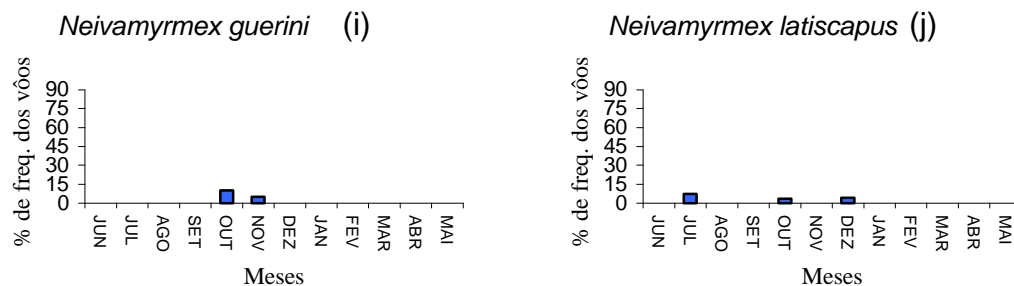


Figura 3- Atividade mensal de vôo de: a) *Neivamyrmex swainsoni*; b) *N. piraticus*; c) *N. pertyi*; d) *N. jermani*; e) *N. clavifemur*; f) *N. spinolai*; g) *N. pilosus*; h) *N. hopei*; i) *N. guerini*; j) *N. latiscapus* na Mata Córrego do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Figura 3- CONTINUAÇÃO.



Gêneros *Eciton* e *Nomamyrmex*

Cada um desses gêneros foi representado somente por uma espécie. *Eciton vagans* realiza seus vôos somente durante o verão. Ao contrário das demais espécies de Ecitoninae, a frequência inicial dos vôos de *E. vagans* apresentou-se alta, diminuindo nos meses seguintes (Figura 4a). *Nomamyrmex hartigi* começa sua atividade de vôo no final da estação seca estendendo-se pela estação chuvosa (Figura 4b), fato similar foi encontrado para esta espécie por KANNOWSKI (1969), na Ilha Barro Colorado, Panamá.

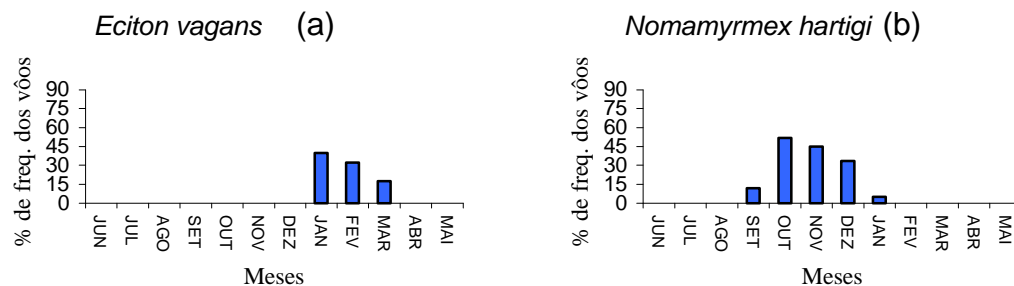


Figura 4- Atividade mensal de vôo de: a) *Eciton vagans* e b) *Nomamyrmex hartigi* na Mata Córrego do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Gênero *Labidus*

As três espécies de *Labidus* também distribuem seus vôos de fecundação durante o ano todo, entretanto com sazonalidade pronunciada. *Labidus coecus* voa nos períodos mais frios e com baixa precipitação que correspondem aos meses de julho, agosto e setembro, sendo a única entre as espécies de Ecitoninae capaz de voar sob tais condições (Figura 5). Verificaram-se vôos de *L. coecus* realizados sob tais condições climatológicas também na Ilha Barro Colorado (KANNOWSKI, 1969) e no Texas (BALDRIDGE et al., 1980). A produção da prole de sexuais de *L. coecus* é iniciada antes do período seco, sendo capaz de se desenvolver e realizar vôos nos períodos mais frios do ano (BALDRIDGE, 1972). Isso é oposto ao que ocorre com a maioria das espécies de Ecitoninae, em que a alta produção dos imaturos se dá no final da estação seca (SCHNEIRLA, 1971).

Labidus praedator realiza seus vôos de fecundação de outubro a maio, sendo o período de maior atividade durante o verão. É a espécie que possui período mais longo de vôo (Figura 5). O vôo de *Labidus mars* ocorre inteiramente durante a primavera (Figura 5).

A sazonalidade acentuada apresentada pelas espécies de *Labidus* e a pequena sobreposição dos períodos de vôo das diferentes espécies sugerem que tal sazonalidade pode estar atuando como fator de isolamento reprodutivo para as espécies. Fato similar parece acontecer com alguns Ecitoninae norte-americanos (HÖLLDOBLER & WILSON 1990). A prevenção de intercruzamentos é algumas vezes vista como a causa para que diferentes espécies filogeneticamente próximas se reproduzam em diferentes épocas do ano (SNOW, 1974). Mesmo nos dias em que os vôos ocorrem simultaneamente, há possibilidade dos mesmos ocorrerem em horários diferentes como verificado por HADDOW et al. (1966) e KANNOWSKI (1969) para formigas legionárias e também observado para outros grupos de formigas (KANNOWSKI, 1959; TALBOT, 1959; BOOMSMA & LEUSINK, 1981; WOYCIECHOWSKI, 1990).

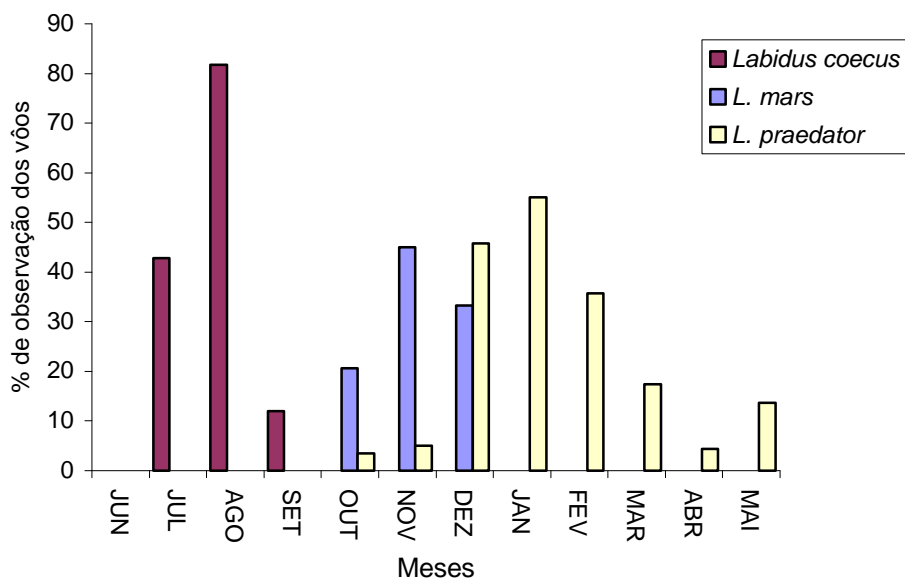


Figura 5- Atividade mensal de vôo de *Labidus coecus*, *L. mars* e *L. praedator* na Mata Córrego do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

1.3.3 Importância dos fatores abióticos no vôo de fecundação

Os valores médios de alguns parâmetros climáticos que influenciaram o vôo de fecundação das espécies de Ectoninae encontram-se no Quadro 3.

Os vôos ocorreram com temperatura média diária que variou de 17,08°C a 22,82°C, com temperatura mínima de 11,80°C e máxima de 29,87°C. A única espécie capaz de realizar vôos com temperatura média abaixo de 20°C é *Labidus coecus*, semelhante às observações de BALDRIDGE (1972).

Quadro 3 – Valores médios obtidos de algumas características climáticas durante o vôo de fecundação de espécies de Ecitoninae na Mata Córrego do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Espécies	Temp. média diária C°	Temp. máxima C°	Temp. mínima C°	Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
<i>Eciton vagans</i>	21,87	27,74	18,44	5,18	82,17
<i>Labidus coecus</i>	17,08	24,5	11,80	1,01	76,80
<i>L. mars</i>	21,86	28,41	16,95	4,84	76,12
<i>L. praedator</i>	21,44	27,23	17,95	6,76	82,04
<i>Neivamyrmex clafivemur</i>	21,76	26,78	18,68	1,64	82,44
<i>N. guerini</i>	22,25	29,87	16,00	13,87	66,3
<i>N. hopei</i>	22,82	28,13	18,95	1,48	76,00
<i>N. jermanni</i>	20,96	27,52	16,86	4,95	76,43
<i>N. latiscapus</i>	20,56	27,23	16,12	1,86	79,25
<i>N. pertyi</i>	21,15	27,40	17,20	4,57	83,71
<i>N. pilosus</i>	22,09	26,57	18,83	7,73	82,17
<i>N. piraticus</i>	22,13	28,17	18,17	5,61	80,70
<i>N. spinolai</i>	22,28	29,28	16,88	1,44	68,44
<i>N. swainsoni</i>	22,00	28,43	17,77	5,54	75,9
<i>Nomamyrmex hartigi</i>	22,09	28,53	18,15	4,53	77,46

A Correlação entre número de indivíduos e as variáveis climatológicas foi significativa em 55,55% dos casos (Quadro 4), ou seja do conjunto de nove espécies e sua relação com 11 variáveis climáticas. A correlação entre número de indivíduos e a temperatura (temperatura média diária, temperatura média dos últimos dois e sete dias antes do vôo) foi significativa em 88,89% dos casos. O vôo de todas as espécies, exceto *L.coecus*, apresentaram uma correlação positiva com o aumento de temperatura; isso porque a maioria das espécies concentra seus vôos nos períodos mais quentes do ano (Figura 2). A temperatura tem sido considerada um instrumento para ativação de muitos insetos, bem como na determinação da proporção de desenvolvimento e atividade reprodutiva dos adultos (TAUBER & TAUBER, 1981).

A grande atividade das espécies durante os períodos mais quentes do ano explica certamente a pouca importância que a amplitude térmica tem nos vôos, já que para

apenas uma espécie essa correlação foi significativa. Isso ocorre porque, nos períodos mais quentes, a diferença entre as temperaturas máxima e mínima é pequena.

A umidade relativa apresentou correlação significativa, e todas negativas, em cinco das nove espécies avaliadas. Diminuição na atividade de vôos com aumento da umidade relativa foi verificada também por BALDRIDGE (1972), sugerindo que alta umidade diminui a atividade das colônias.

Ao contrário do verificado para outras espécies de formigas (TALBOT, 1945; BASS & HAYS, 1979; MARKIN et al., 1971; BOOMSMA & LEUSINK, 1981; CUNHA, 1988; QUIRAN & MOLAS, 1998; KENNE & DEJEAN, 1998; KASPARI et al., 2001; TORRES et al., 2001) onde os vôos foram precedidos de uma chuva ou de um período chuvoso, para o vôo dos Ecitoninae a chuva parece não ser um fator decisivo. A precipitação média observada nos dias de vôo variou de 1,01 a 13,7mm e a correlação entre número de indivíduos e precipitação média no dia dos vôos só foi significativa para *L. praedator* ($p = 0,01$) e *N. piraticus* ($p = 0,01$). Valores significativos também foram observados para essas duas espécies nos dois e sete dias que antecederam os vôos (Quadro 4).

A alta umidade diminui a atividade de algumas espécies de Ecitoninae (SCHNEIRLA, 1971). Como o vôo e posterior acasalamento de machos com fêmeas virgens de colônias co-específicas ocorre na fase nômade das colônias, a presença de chuva inibe certamente a saída dos machos da colônia natal para o acasalamento.

A dependência de chuva que várias espécies de formigas apresentam para realização de seus vôos é creditada, em parte, à necessidade de escavar formigueiros incipientes por rainha recém fecundada (fundação haplométrica) ou por grupos de rainhas (fundação pleométrica) que necessitam de terreno úmido que facilite a escavação (HÖLLDOBLER & WILSON 1990). No caso particular dos Ecitoninae, novas colônias são sempre formadas a partir do mecanismo de fissão, onde os reprodutivos estão acompanhados por operárias, e a não existência de colônias fixas faz com que precipitação tenha um papel secundário na reprodução dos Ecitoninae.

Fatores que mostraram não ser significativo no presente trabalho, tais como a velocidade média do vento e outros não estudados aqui como a intensidade luminosa, parecem ser decisivos para determinar o momento exato da saída dos machos do ninho (BALDRIDGE, 1972). Além disso, coletas sistemáticas e observações mais detalhadas precisam ser realizadas em regiões dos Neotrópicos.

Quadro 4 – Valores de P e r para correlação de Spearman entre número de indivíduos de Ecitoninae e variáveis climáticas na Mata do Córrego do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais. N.S = valores não significativos $p > 0,05$.

Espécies	Num. de indiv.	Temp. média no dia do vôo	Temp. média de 2 dias antes do vôo	Temp. média de 7 dias antes do vôo	Temp máxima	Temp mínima	Ampl. térmica	UR	Veloc. média do vento	Prec. no dia do vôo	Prec. 2 dias antes do vôo	Prec. 7 dias antes do vôo
<i>Eciton vagans</i>	69	$r= 0,198$ $p= 0,000$	$r= 0,213$ $p= 0,000$	$r= 0,234$ $p= 0,000$	N.S	$r= 0,264$ $p= 0,000$	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>Labidus coecus</i>	106	$r= -0,345$ $p= 0,000$	$r= -0,370$ $p= 0,000$	$r= -0,378$ $p= 0,000$	$r= -0,181$ $p= 0,002$	$r= -0,342$ $p= 0,000$	N.S	$r= -0,173$ $p= 0,003$	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>L. mars</i>	69	$r= 0,225$ $p= 0,000$	$r= 0,226$ $p= 0,000$	$r= 0,212$ $p= 0,000$	$r= 0,191$ $p= 0,001$	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>L. praedator</i>	193	$r= 0,346$ $p= 0,000$	$r= 0,217$ $p= 0,000$	$r= 0,218$ $p= 0,00$	$r= 0,183$ $p= 0,001$	N.S	N.S	N.S	N.S	$r= 0,134$ $p= 0,01$	N.S	N.S
<i>Neivamyrmex jermanni</i>	742	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	$r= -0,213$ $p= 0,000$	$r= 0,199$ $p= 0,000$	N.S	N.S	N.S
<i>N. pertyi</i>	154	$r= 0,175$ $p= 0,03$	$r= 0,186$ $p= 0,001$	$r= 0,262$ $p= 0,000$	N.S	$r= 0,179$ $p= 0,002$	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>N. piraticus</i>	1302	$r= 0,365$ $p= 0,000$	$r= 0,373$ $p= 0,000$	$r= 0,387$ $p= 0,000$	$r= 0,227$ $p= 0,000$	$r= 0,361$ $p= 0,000$	N.S	N.S	N.S	$r= 0,192$ $p= 0,001$	$r= 0,258$ $p= 0,000$	$r= 0,386$ $p= 0,000$
<i>N. swainsoni</i>	133	$r= 0,267$ $p= 0,000$	$r= 0,261$ $p= 0,000$	$r= 0,213$ $p= 0,000$	$r= 0,193$ $p= 0,001$	$r= 0,199$ $p= 0,000$	N.S	$r= -0,181$ $p= 0,02$	N.S	N.S	N.S	N.S

1.4 - CONCLUSÕES

A maior atividade de vôo de fecundação de formigas da subfamília Ecitoninae ocorre nos períodos mais quentes do ano, que correspondem aos meses de Outubro a Janeiro. Nesse período, machos de Ecitoninae podem ser rapidamente amostrados com armadilha luminosa, o que permite avaliar rapidamente a diversidade local dessa subfamília.

Ao longo dos 98 meses de estudo, a maioria das espécies apresentou vôos com sazonalidade bem marcada. Espécies do gênero *Labidus* e algumas espécies de *Neivamyrmex* apresentam vôos em períodos distintos do ano.

O número de dias do ano com condições favoráveis à realização dos vôos foi maior que em estudos similares realizados em regiões temperadas.

Dentre as variáveis climáticas analisadas, a temperatura aparece como a mais importante e precipitação pluviométrica parece ter papel secundário para realização dos vôos de fecundação de Ecitoninae.

CAPÍTULO II

2. FENOLOGIA DO VÔO NUPCIAL EM COMUNIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MINAS GERAIS.

2.1- INTRODUÇÃO

Colônias adultas de algumas formigas produzem anualmente milhares de machos e fêmeas alados que se acasalam por meio do vôo nupcial e se dispersam formando novas colônias, sendo, para este propósito, investida grande quantidade de energia (BOOMSMA & LEUSINK, 1981).

De modo geral, o comportamento reprodutivo em formigas é extremamente diversificado e pobremente explorado (HÖLLDOBLER & WILSON 1990; PEETERS et al., 2000; PEETERS & ITO, 2001); a estratégia adotada por cada espécie é fortemente influenciada por fatores locais como competição, predação e condições climáticas. No entanto, apesar de ser um período crítico e extremamente importante no ciclo de vida das espécies, constata-se grande carência de estudos, sobretudo em regiões tropicais, onde as formigas estão entre os organismos terrestres de maior abundância (BROWN, 1973).

A maior parte dos trabalhos sobre vôo nupcial foi realizada com espécies de clima temperado (TALBOT, 1945, 1959; KANNOVSKI, 1959; BALDRIDGE et al., 1980; BOOMSMA & LEUSINK, 1981; CHERIX et al., 1989; WOYCIECHOWSKI, 1990) e o uso de extrapolações da fenologia apresentada por estas espécies para tentar compreender o que ocorre em regiões tropicais poderia produzir resultados equivocados.

Fatores abióticos (temperatura, umidade, precipitação pluviométrica e intensidade luminosa) são considerados determinantes para a realização dos vôos de várias espécies (TALBOT, 1945; KANNOVSKI, 1959; McCLUSKEY, 1967; MOSER, 1967; BOOMSMA & LEUSINK, 1981), propiciando o sincronismo e,

conseqüentemente, aumento no número de colônias realizando vôos, com maior probabilidade de acasalamento de indivíduos de colônias diferentes.

Em zonas temperadas os vôos estão restritos a poucas semanas do ano, ocorrendo preferencialmente no verão, como verificado para espécies de *Lasius* e *Myrmica* (BOOMSMA & LEUSINK, 1981; KANNOWSKI, 1959). Os poucos trabalhos realizados em regiões tropicais foram feitos por KASPARI et al. (2001) na Ilha Barro Colorado-Panamá e TORRES et. al. (2001) em Porto Rico indicam possibilidade de vôos distribuídos durante vários meses do ano, com picos de atividades nos períodos mais quentes. Contudo, mesmo em áreas tropicais, algumas espécies da tribo Attini (Myrmicinae) apresentam os vôos de fecundação restritos a um curto período do ano (WEBER, 1972; CUNHA, 1988).

São apresentadas no presente estudo as primeiras informações sobre atividade de vôo nupcial no que se refere à comunidade de Formicidae para a América do Sul. A periodicidade, sazonalidade, sincronismo e variáveis climáticas envolvidas no processo de vôos nupciais noturnos de Formicidae são estudadas em área de Mata Atlântica no Município de Viçosa – Minas Gerais.

2.2- MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local de Estudo e 2.2.2 Amostragem

Os itens 2.2.1 e 2.2.2 correspondem aos mesmos do capítulo I do presente trabalho.

2.2.3 Identificação

A possibilidade de identificação dos alados de formigas varia com o táxon. Essa foi a razão pela qual grande parte do material foi identificado a nível de morfoespécie e espécie quando possível. A coleção de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau CEPLAC/CEPEC Itabuna-Bahia serviu como referência para grande parte das identificações, pois, para algumas espécies, a coleção conta com séries completas (operárias e alados). Todas as fêmeas foram identificadas pelo menos até gênero e, sempre que possível, até espécie. A comparação das asas dos machos e fêmeas de espécies que ocorriam na mesma amostra permitiu, em alguns casos, ter certeza de que se tratavam de indivíduos da mesma espécie. Isso gerou a possibilidade de se identificar por um ou outro sexo.

As espécies foram agrupadas seguindo a nomenclatura adotada por BOLTON (1995). Exemplares montados encontram-se depositados no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa-MG (UFVB), e no Laboratório de Mirmecologia do Centro Pesquisas do Cacau CEPEC/CEPLAC, Itabuna, Bahia.

2.2.4 Análise dos dados

Cada data de coleta foi considerada uma amostra independente. Os dados foram tabulados em forma de matriz contendo o número de indivíduos para cada espécie por data de coleta, junto com as respectivas variáveis climáticas. Como o número de amostras/mês variou no período de amostragem, o gráfico que visa avaliar a atividade das espécies/mês foi construído ponderando o número de amostras e foi construído somente para espécies com frequência relativa superior a 6% (GAUCH, 1986). Nesse caso, não foram consideradas as espécies da subfamília Ecitoninae tratadas no Capítulo I do presente estudo.

Foi calculada para cada espécie a frequência absoluta (número de amostras em que a espécie foi presente) e frequência relativa obtida pela fórmula:

$$Fr = \frac{n}{N} \times 100 \text{ onde,}$$

Fr= Frequência relativa;

n= número de amostras em que a espécie esteve presente;

N= Número total de amostras.

O sincronismo dos vôos foi testado através da análise de agrupamento gerada pelo programa Mult-Variate Statistical Package (MVSP), versão 3.11b. A análise de Cluster é baseada na matriz de similaridade (distâncias) entre as unidades amostrais, utilizando-se o índice de similaridade de Jaccard (SOUTHWOOD, 1976). Nesse procedimento, a análise foi efetuada considerando apenas a presença/ausência das espécies nas amostras. Somente as espécies que apresentaram frequência superior a 6% foram consideradas.

O efeito dos fatores climáticos relacionados no vôo foram obtidas por meio da correlação de Sperman, objetivando um método de análise para amostragem não paramétrica utilizado-se o programa Statistica 6.0. As variáveis testadas foram: temperatura (no dia da coleta, média de dois dias antes, média de sete dias antes, máxima e mínima do dia da coleta) amplitude térmica, umidade relativa e precipitação pluviométrica (média do dia da amostragem, média de dois dias antes e média de sete dias antes da coleta).

Os dados climáticos foram obtidos na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola, que dista cerca de 8 Km da Mata Córrego do Paraíso.

2.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados ao longo dos 98 meses de estudo 29.871 indivíduos, distribuídos em 7 subfamílias, 19 tribos, 38 gêneros e 157 espécies. Mais da metade dos indivíduos amostrados (51,57%) pertencem à subfamília Formicinae, seguido de Myrmicinae (32,49%) e Ecitoninae (10,43%). O número amostrado de indivíduos das demais subfamílias corresponde a 5,48% do total (Quadro 1).

Os alados estavam presentes em 90,26% (n=250) das amostras. Esse valor se aproxima do observado por TORRES et al. (2001), que estudaram o vôo nupcial noturno de formigas em Guánica e Guaynabo, Porto Rico, e verificaram que os vôos ocorreram em 96,44% das noites estudadas.

Quadro 1- Composição por subfamília dos Formicidae amostrados com armadilha luminosa na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Subfamília	Número de indivíduos	Porcentagem	Número de espécies	Número de gêneros
Cerapachyinae	103	0,34	01	01
Dolichoderinae	909	3,04	08	03
Ecitoninae	3116	10,43	15	04
Formicinae	15405	51,57	43	05
Myrmicinae	9708	32,49	41	11
Ponerinae	566	1,89	39	13
Pseudomyrmecinae	64	0,21	10	01
Total	29871	100	157	38

O Quadro 2 exibe a lista de espécies de formigas amostradas na Mata Córrego do Paraíso, apresentando o número de indivíduos e a frequência para cada espécie, e a partir de qual sexo a espécie foi identificada.

Somente nove espécies tiveram frequência superior a 15%: *Procryptocerus pictipes* (Emery, 1896) (30,69%), *Brachymyrmex* sp.1 (23,83%), *Pheidole* sp.1 (19,86%), *Camponotus (Myrmothrix) cingulatus* (Mayr, 1862) (18,41%), *Solenopsis* sp.1 (16,97%), *Prionopelta* sp.1 (16,25%), *Neivamyrmex jermanni* (Forel, 1901) (15,88%), *Labidus praedator* (Fr. Smith) (15,52%) e *Camponotus (Tanaemyrmex) melanoticus* Emery, 1894 (16,25%). A sazonalidade dos vôos deve ser responsável pela baixa frequência que muitas espécies de formigas apresentam quando são amostradas

com armadilha luminosa, fato também verificado por KASPARI et al. (2001) & TORRES et al. (2001).

Os gêneros com maior número de espécies amostradas foram *Camponotus* (Formicinae), *Pheidole* e *Crematogaster* (Myrmicinae), com 29, 16 e 11 espécies respectivamente (Quadro 2), exatamente aqueles mais ricos em número de espécies entre os Formicidae (BROWN, 2000).

Pelo fato da subfamília Myrmicinae ser a mais rica em número de espécies de formigas em áreas tropicais (BOLTON, 1994), poder-se-ia esperar maior número de espécies que as demais. No entanto, em razão do grande número amostrado de espécies do gênero *Camponotus* (n=29) a subfamília Formicinae sobressaiu entre as demais; o gênero também foi predominante em número de indivíduos com 32,85% (n=9813) do total amostrado (Quadro 2).

Quadro 2 – Lista das espécies de Formicidae coletadas com armadilha luminosa na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998. (N.I) Número de indivíduos; (F.A) Frequência absoluta e (F.R) Frequência relativa das espécies.

Espécies	SEXO	N.I	FA	F.R %
CERAPACHYINAE				
Cerapachyini				
<i>Acanthostichus fuscipennis</i> Emery, 1895	m	103	31	11,19
DOLICHODERINAE				
Dolichoderini				
<i>Azteca</i> sp. gr. <i>fasciata</i>	f	54	17	6,14
<i>Azteca</i> sp.1	f	2	2	0,72
<i>Azteca</i> sp.2	f	2	2	0,72
<i>Azteca</i> sp.3	f	4	4	1,44
<i>Dolichoderus</i> sp.1	m	641	40	14,44
<i>Dolichoderus</i> sp.2	m	135	10	3,61
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	f	52	9	3,25
<i>Dorymyrmex</i> sp.2	f	1	1	0,36
Espécies não discrimináveis e não identificáveis	m	18	1	0,36
ECITONINAE				
Ecitonini				
<i>Eciton vagans</i> (Olivier, 1791)	m	69	22	7,94
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	m	106	27	9,75
<i>Labidus mars</i> Forel, 1912	m	69	23	8,30
<i>Labidus praedator</i> (Fr. Smith, 1858)	m	193	43	15,52
<i>Neivamyrmex clavifemur</i> Borgmeier, 1953	m	37	13	4,69
<i>Neivamyrmex guerini</i> (Shuckard, 1840)	m	4	4	1,44
<i>Neivamyrmex hopei</i> (Shuckard, 1840)	m	32	4	1,44
<i>Neivamyrmex jermanni</i> (Forel, 1901)	m	742	44	15,88
<i>Neivamyrmex longiscapus</i> Borgmeier, 1953	m	4	3	1,08
<i>Neivamyrmex pertyi</i> (Shuckard, 1840)	m	154	40	14,44
<i>Neivamyrmex pilosus</i> (Fr. Smith, 1858)	m	20	3	1,08
<i>Neivamyrmex piraticus</i> Borgmeier, 1953	m	1302	48	17,33
<i>Neivamyrmex spinolai</i> (Westwood, 1842)	m	23	8	2,89
<i>Neivamyrmex swainsoni</i> (Shuckard, 1840)	m	133	32	11,55
<i>Nomamyrmex hartigi</i> (Westwood, 1842)	m	228	36	13
FORMICINAE				

QUADRO 2 CONTINUAÇÃO.

Brachymyrmecini

<i>Brachymyrmex</i> sp.1	m, f	5429	66	23,83
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	f	10	4	1,44
<i>Brachymyrmex</i> sp.3	f	1	1	0,36
<i>Brachymyrmex</i> sp.4	f	9	7	2,53
<i>Brachymyrmex</i> sp.5	f	1	1	0,36
<i>Brachymyrmex</i> sp.6	f	1	1	0,36
Espécies não discrimináveis e não identificáveis	m	87	3	1,08

Camponotini

<i>Camponotus (Hypercolobopsis)</i> sp.1	f	1	1	0,36
<i>Camponotus (Hypercolobopsis)</i> sp.2	f	1	1	0,36
<i>Camponotus (Myrmaphaenus) leydigi</i> Forel, 1886	f	14	2	0,72
<i>Camponotus (Myrmobrachys)</i> sp.	f	8	5	1,81
<i>Camponotus (Myrmocladoecus)</i> sp.	m, f	127	14	5,05
<i>Camponotus (Myrmomalis)</i> sp.	f	26	6	2,17
<i>Camponotus (Myrmothrix) atriceps</i> (Fr. Smith, 1858)	f	4	2	0,72
<i>Camponotus (Myrmothrix) cingulatus</i> (Mayr, 1862)	m, f	8033	51	18,41
<i>Camponotus (Myrmothrix) renggeri</i> Emery, 1894	m, f	17	17	6,13
<i>Camponotus (Myrmothrix) rufipes</i> (Fabricius, 1755)	m	86	25	9,03
<i>Camponotus (Myrmothrix)</i> sp.	f	1	1	0,36
<i>Camponotus (Tanaemyrmex) melanoticus</i> Emery, 1894	m, f	446	45	16,25
<i>Camponotus</i> sp.1	m, f	493	33	11,91
<i>Camponotus</i> sp.4	m, f	5	4	1,44
<i>Camponotus</i> sp.5	m, f	200	18	6,50
<i>Camponotus</i> sp.7	f	2	2	0,72
<i>Camponotus</i> sp.8	f	18	4	1,44
<i>Camponotus</i> sp.9	m, f	96	10	3,61
<i>Camponotus</i> sp.10	f	3	2	0,72
<i>Camponotus</i> sp.11	m, f	139	15	5,42
<i>Camponotus</i> sp.12	f	17	4	1,44
<i>Camponotus</i> sp.14	f	8	5	1,81
<i>Camponotus</i> sp.15	f	3	3	1,08
<i>Camponotus</i> sp.16	f	14	4	1,44
<i>Camponotus</i> sp.18	f	25	2	0,72
<i>Camponotus</i> sp.19	f	8	3	1,08
<i>Camponotus</i> sp.22	f	1	1	0,36
<i>Camponotus</i> sp.23	f	14	2	0,72
<i>Camponotus</i> sp.24	f	3	3	1,08

Lasiini

<i>Paratrechina</i> sp.1	m	16	8	2,89
<i>Paratrechina</i> sp.2	m	1	1	0,36

Myrmelachistini

<i>Myrmelachista</i> sp.1	f	9	4	1,44
<i>Myrmelachista</i> sp.2	m	1	1	0,36

QUADRO 2 CONTINUAÇÃO

<i>Myrmelachista</i> sp.3	f	1	1	0,36
<i>Myrmelachista</i> sp.4	f	3	1	0,36
Plagiolepidini				
<i>Acropyga</i> sp.1	m, f	12	6	2,17
<i>Acropyga</i> sp.2	m, f	11	6	2,17
MYRMICINAE				
Attini				
<i>Acromyrmex</i> sp.1	m, f	27	1	0,36
<i>Cyphomyrmex olitor</i> Forel, 1893	m, f	7	3	1,08
<i>Mycocepurus smithi</i> Forel, 1893	m, f	5	1	0,36
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	m, f	3	3	1,08
<i>Trachymyrmex</i> sp.2	m	6	3	1,08
Cephalotini				
<i>Procryptocerus pictipes</i> (Emery, 1896)	m, f	4946	85	30,69
<i>Procryptocerus</i> sp.1	m, f	95	5	1,81
<i>Procryptocerus</i> sp.2	m	3	3	1,08
Crematogastrini				
<i>Crematogaster (Crematogaster)</i> sp.1	f	3	3	1,08
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.1	f	1	1	0,36
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.2	m, f	69	10	3,61
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.3	f	2	2	0,72
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.4	f	1	1	0,36
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.5	f	1	1	0,36
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.6	m, f	100	5	1,81
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.7	f	7	2	0,72
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.8	f	1	1	0,36
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.9	m, f	4	2	0,72
Espécies não discrimináveis e não identificáveis	m	9	3	1,08
Formicoxenini				
<i>Leptothorax (Nesomyrmex)</i> sp.1	m, f	671	18	6,5
<i>Leptothorax (Nesomyrmex)</i> sp.2	f	1	1	0,36
Myrmicini				
<i>Hylomyrma</i> sp.1	m, f	2	2	0,72
Pheidolini				
<i>Pheidole</i> sp.1	m, f	1301	55	19,86
<i>Pheidole</i> sp.2	f	13	7	2,53
<i>Pheidole</i> sp.3	f	8	4	1,44

QUADRO 2 CONTINUAÇÃO.

<i>Pheidole</i> sp.4	f	82	6	2,17
<i>Pheidole</i> sp.5	f	19	8	2,89
<i>Pheidole</i> sp.6	m, f	29	7	2,53
<i>Pheidole</i> sp.7	f	6	2	0,72
<i>Pheidole</i> sp.8	f	11	3	1,08
<i>Pheidole</i> sp.9	f	1	1	0,36
<i>Pheidole</i> sp.10	f	17	6	2,17
<i>Pheidole</i> sp.11	f	44	4	1,44
<i>Pheidole</i> sp.12	f	3	3	1,08
<i>Pheidole</i> sp.13	f	2	2	0,72
<i>Pheidole</i> sp.14	f	1	1	0,36
<i>Pheidole</i> sp.15	f	2	2	0,72
<i>Pheidole</i> sp.16	f	32	4	1,44
Espécies não discrimináveis e não identificáveis	m	725	47	16,97

Solenopsidini

<i>Megalomyrmex</i> sp.1	m, f	10	7	2,53
<i>Megalomyrmex</i> sp.2	m	1	1	0,36
<i>Solenopsis</i> sp.1	m, f	1428	47	16,97
<i>Solenopsis</i> sp.2	f	4	3	1,08
Espécies não discrimináveis e não identificáveis	m	5	1	0,36

PONERINAE

Amblyoponini

<i>Prionopelta</i> sp.1	m	157	45	16,25
-------------------------	---	-----	----	-------

Ectatommini

<i>Acanthoponera</i> sp.1	m	21	2	0,72
<i>Acanthoponera</i> sp.2	m	1	1	0,36
<i>Gnamptogenys</i> sp.1	m	24	14	5,05
<i>Gnamptogenys</i> sp.2	m	3	2	0,72
<i>Gnamptogenys</i> sp.3	m	2	2	0,72
<i>Gnamptogenys</i> sp.4	f	6	1	0,36
<i>Gnamptogenys</i> sp.6	m	3	2	0,72
<i>Gnamptogenys</i> sp.7	m	4	1	0,36
<i>Gnamptogenys</i> sp.8	m	1	1	0,36
<i>Gnamptogenys</i> sp.9	m	1	1	0,36
<i>Gnamptogenys</i> sp.10	f	10	9	3,25
<i>Ectatomma permagnum</i> (Forel, 1908)	m	54	9	3,25
<i>Heteroponera dolo</i> (Roger, 1861)	f	2	1	0,36

Ponerini

<i>Anochetus</i> sp.1	m	1	1	0,36
<i>Hypoconera foreli</i> Mayr, 1887	m, f	1	1	0,36
<i>Hypoconera</i> sp.1	f	4	3	1,08
<i>Hypoconera</i> sp.2	f	3	3	1,08
<i>Hypoconera</i> sp.3	m, f	41	16	5,78
<i>Hypoconera</i> sp.4	m, f	14	2	0,72

QUADRO 2 CONTINUAÇÃO.

<i>Hypoponera</i> sp.5	f	2	2	0,72
<i>Hypoponera</i> sp.6	m, f	17	8	2,89
<i>Hypoponera</i> sp.7	f	2	1	0,36
<i>Hypoponera</i> sp.8	m, f	36	6	2,17
<i>Leptogenys</i> sp.1	m	17	12	4,33
<i>Leptogenys</i> sp.3	m	1	1	0,36
<i>Pachycondyla (Trachymesopus) ferruginea</i> (Fr. Smith, 1858)	f	1	1	0,36
<i>Pachycondyla crenata</i> (Roger, 1861)	m	1	1	0,36
<i>Pachycondyla mesonotalis</i> (Santschi, 1923)	m	4	4	1,44
<i>Pachycondyla</i> sp.3	m	1	1	0,36
<i>Pachycondyla</i> sp.4	m	2	2	0,72
<i>Pachycondyla</i> sp.5	m	1	1	0,36
<i>Odontomachus bauri</i> Emery, 1891	m, f	71	25	9,03
<i>Odontomachus chelififer</i> (Latreille, 1802)	m	17	11	3,97
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	m, f	25	18	6,5
<i>Odontomachus</i> sp.	m	7	3	1,08

Thaumatomyrmecini

<i>Thaumatomyrmex</i> sp.1	m	1	1	0,36
----------------------------	---	---	---	------

Tribo não determinada

Ponerinae sp.3	m	6	4	1,44
Ponerinae sp.4	m	1	1	0,36

PSEUDOMYRMECINAE

Pseudomyrmecini

<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>oculatus</i> sp.1	m, f	4	2	0,72
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>oculatus</i> sp.4	m	1	1	0,36
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>oculatus</i> sp.6	f	2	1	0,36
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>pallidus</i> sp.1	m	8	5	1,81
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>pallidus</i> sp.4	m	4	3	1,08
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>pallidus</i> sp.5	m, f	10	5	1,81
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>pallidus</i> sp.6	m, f	3	2	0,72
<i>Pseudomyrmex</i> gr. <i>pallidus</i> sp.7	m, f	8	1	0,36
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	m	23	8	2,89
<i>Pseudomyrmex oculatus</i> (Fr. Smith, 1855)	f	1	1	0,36

2.3.1 Sazonalidade e Periodicidade dos vôos:

A fenologia do vôo nupcial pode ser caracterizada de três maneiras: 1) por sua duração; 2) modalidade (número de meses contínuos em que os vôos foram observados); 3) época do ano em que os vôos apresentam máxima intensidade. Os vôos ocorreram continuamente ao longo de todos os meses do ano, com maior atividade de outubro a dezembro (Figura 1), período que marca a estação chuvosa no município de Viçosa. Picos de atividade de vôo nupcial de Formicidae em períodos de transição da estação seca/chuvosa também foram verificados por KASPARI et al. (2001) e também em outros grupos de insetos (WOLDA, 1977, 1980; WOLDA & FISK, 1981). O número de meses do ano em que as espécies realizam seu vôo variou de 5 a 12 (Figura 2a-q).

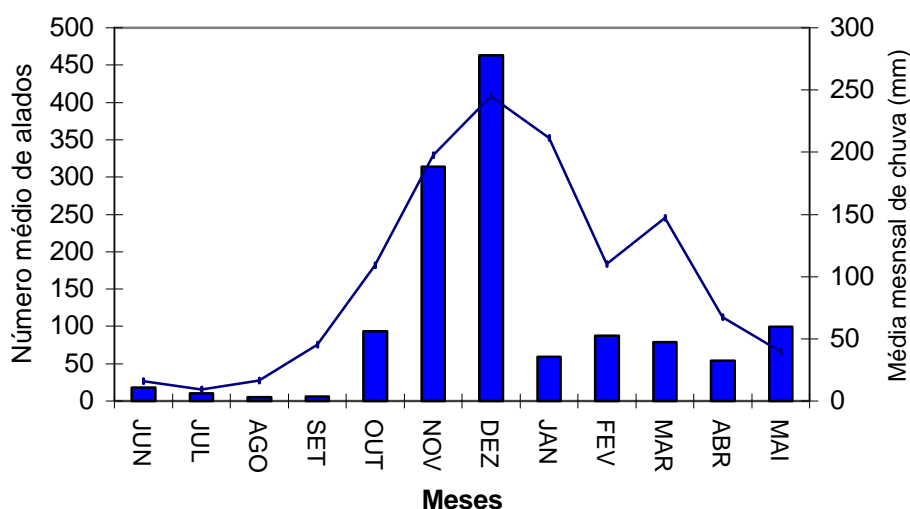


Figura 1: Número médio de alados de Formicidae capturados mensalmente na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre 1981 e 1998. A linha contínua representa a precipitação mensal média dos meses de estudo.

A curva de atividade de vôos apresenta-se unimodal para a maioria das espécies. *Dolichoderus* sp.1 (Figura 2i), *Brachymyrmex* sp.1 (Figura 2c), *Pheidole* sp.1 (Figura 2n), *Procryptocerus pictipes* (Figura 2p) e *Solenopsis* sp.1 (Figura 2q) têm seus vôos de fecundação distribuídos por quase todo o ano. Altos pulsos de reprodução na estação chuvosa foram observados para: *Camponotus (M.) cingulatus* (Figura 2d), *Brachymyrmex* sp.1 (Figura 2c), *Pheidole* sp.1 (Figura 2n) e *Solenopsis* sp.1 (Figura 2q). A formiga legionária *Acanthostichus fuscipennis* (Figura 2a) apresenta uma

atividade de vôo que se assemelha à verificada para espécies da subfamília Ecitoninae (Capítulo 1), com sazonalidade bem marcada e distribuição normal.

Espécies como *Camponotus (M.) cingulatus* e *C. (T.) melanoticus* apresentam curvas de atividade bastante semelhantes (Figuras 2d e f), indicando que as mesmas devem responder a estímulos semelhantes para realização dos vôos.

Dados disponíveis sobre periodicidade de vôo nupcial em Formicidae são quase que exclusivos de regiões temperadas (KANNOWSKI, 1959; TALBOT, 1959; POLLOCK & RISSING, 1985; WOYCIECHOWSKI, 1990) e, nessas regiões, o período do ano favorável para realização dos vôos está restrito a poucas semanas ou meses do ano, limitado sobretudo pela temperatura (HÖLLDOBLER & BARTZ, 1985).

O longo período de vôo verificado para a maioria das espécies no presente estudo confirma as observações feitas por NASCIMENTO & DELABIE (1998); KASPARI et al. (2001); TORRES et al. (2001), indicando que, em espécies tropicais, a oportunidade de realização dos vôos está mais amplamente distribuída durante o ano, favorecida pelo aumento do número de dias quentes e chuvas melhor distribuídas. Provavelmente alta frequência de vôos nupciais de Formicidae durante o ano seja um fenômeno comum em espécies tropicais.

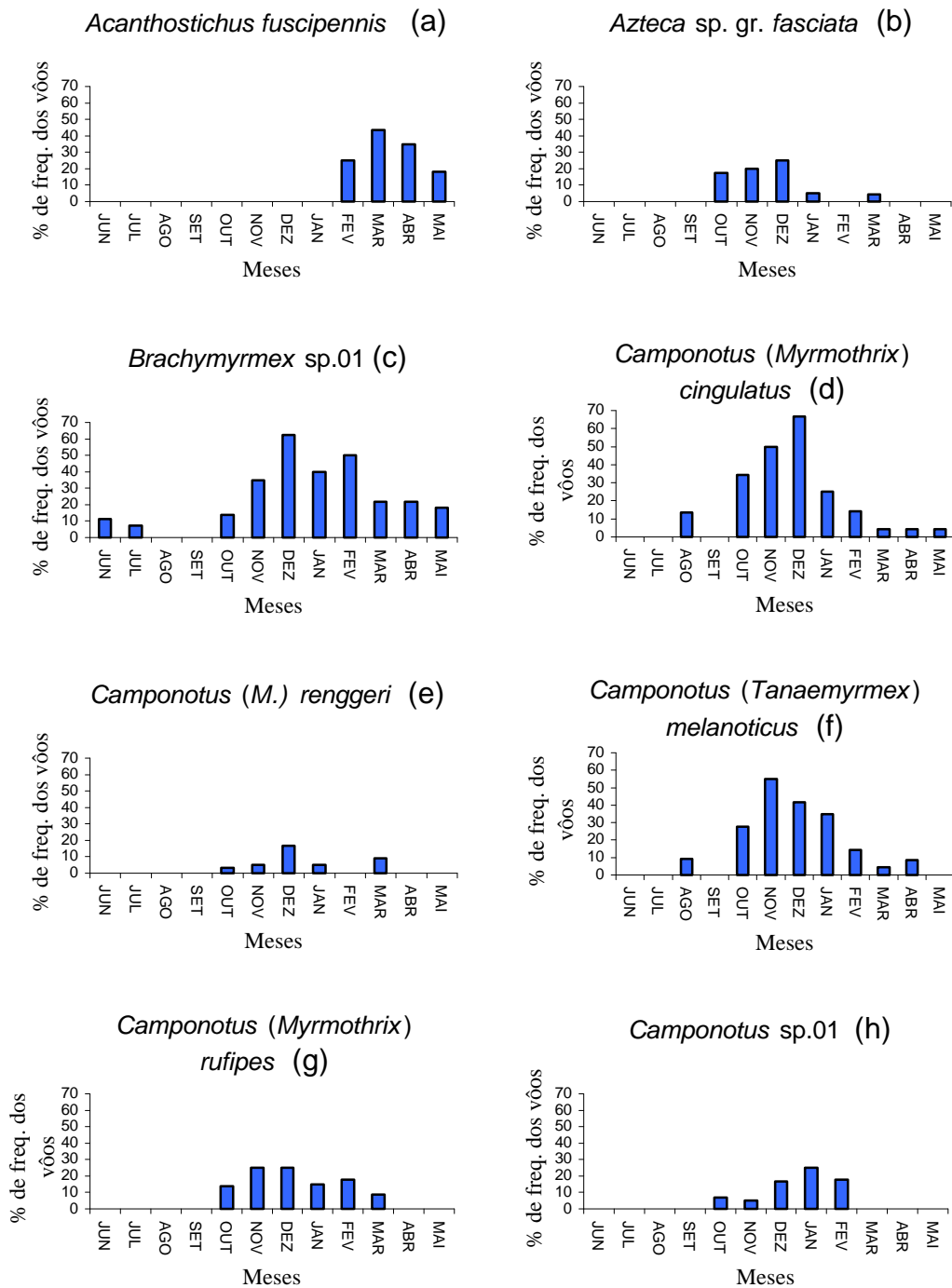


Figura 2- Atividade mensal de vôo de: a) *Acanthostichus fuscipennis*; b) *Azteca sp. gr. fasciata*; c) *Brachymyrmex sp.1*; d) *Camponotus (Myrmothrix) cingulatus*; e) *C. (M.) renggeri*; f) *C. (Tanaemyrmex) melanoticus*; g) *C. (Myrmothrix) rufipes*; h) *C. sp.1*; i) *Dolichoderus sp.1*; j) *Hypoponera sp.3*; k) *Lepthorax sp.1*; l) *Odontomachus bauri*; m) *O. meinerti*; n) *Pheidole sp.1*; o) *Prionopelta sp.1*; p) *Procryptocerus pictipes* e q) *Solenopsis sp.1* na Mata Córrego do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Figura - 2 CONTINUAÇÃO.

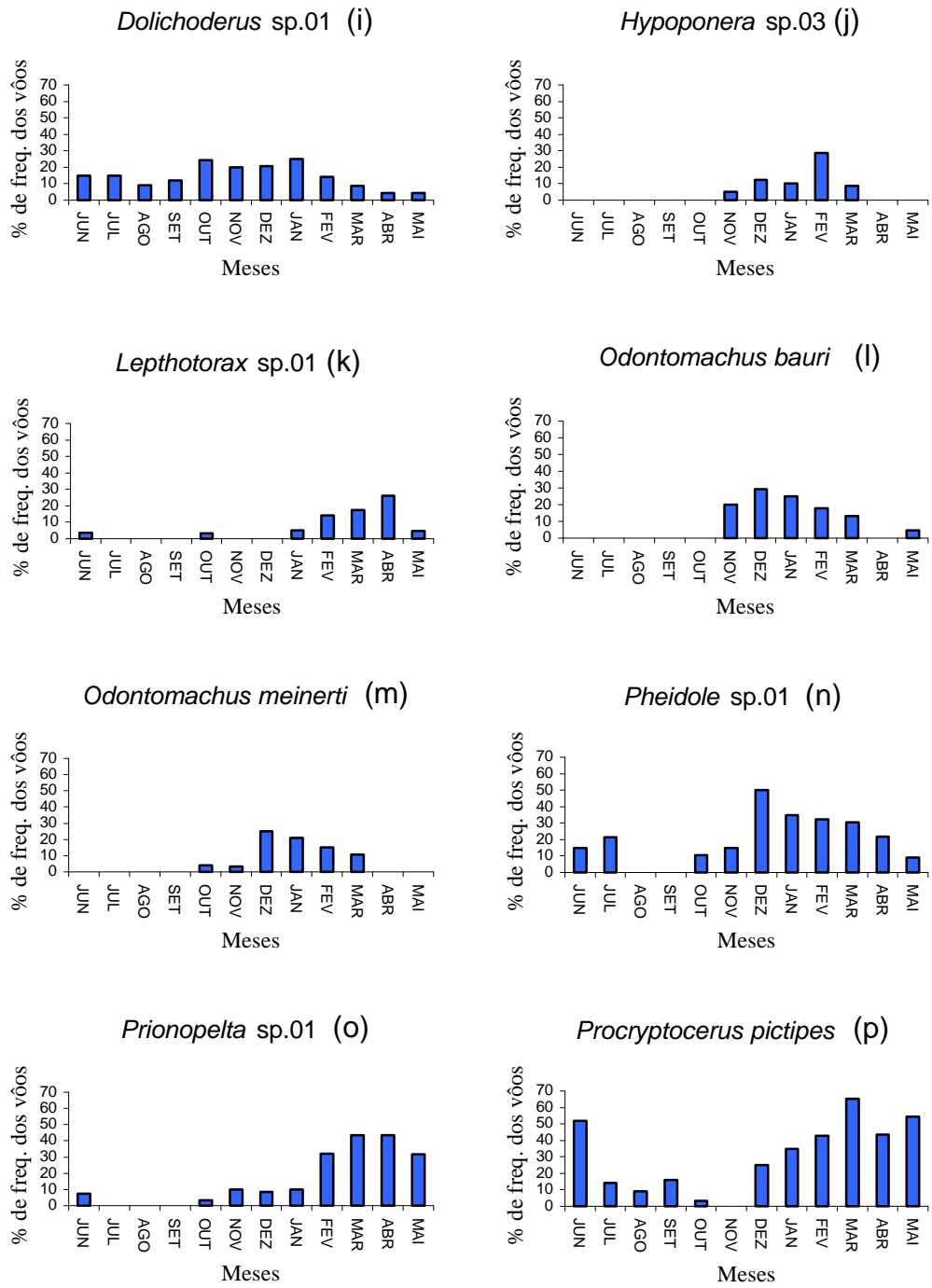
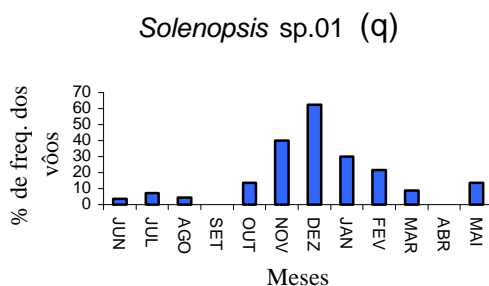


Figura - 2 CONTINUAÇÃO.



2.3.2 Sincronismo dos vôos:

Durante o vôo nupcial diversas colônias realizam seus vôos simultaneamente (HÖLLDOBLER & WILSON 1990). Uma das razões desse sincronismo é maximizar a probabilidade de acasalamento intercolônias. A Figura 3 representa o agrupamento de espécies que ocorreram em pelo menos 6% das amostras. Não parece evidente que haja sincronismo de vôo de espécies que pertençam à mesma subfamília ou ao mesmo gênero, exceto para algumas espécies da subfamília Ecitoninae (representado *Nomamyrmex hartigi*, *Neivamyrmex jermanni*, *N. swainsoni* e *Labidus mars*) e espécies do gênero *Camponotus* (*C. sp.1*, *C. (T.) melanoticus* e *C. (M.) cingulatus*) (Figura 3).

Sincronismo de vôo nupcial é relativamente bem conhecido na subfamília Ecitoninae (KANNOWSKI, 1969; BALDRIDGE, 1972, 1980) e observado também em outras espécies de hábitos crípticos (DELABIE & REIS, 2000). O sincronismo de vôo nupcial foi observado também por TORRES et al. (2001) em espécies de *Camponotus*. No entanto, mesmo nestas espécies o sincronismo pode ser somente aparente, uma vez que os alados coletados no presente trabalho foram amostrados durante 12 horas consecutivas para cada noite de amostragem, não sendo controlado o momento de captura de cada espécie. Vôos de espécies congênicas distribuídos em horário diferentes do dia foram observados por KANNOWSKI (1959); McCLUSKEY (1965); HADDOW et al. (1966); BOOMSMA & LEUSINK (1981) e TORRES, et al. (2001).

Nas Regiões Tropicais, o sincronismo também foi observado para espécies de *Atta* (KERR, 1961) *Mycocepurus* (KEMPF, 1963), *Acromyrmex*, *Azteca*, *Pseudomyrmex* (NASCIMENTO & DELABIE, 1998); *Cylindromyrmex* (DELABIE & REIS, 2000), *Camponotus*, *Pheidole* e *Solenopsis* (TORRES et al., 2001).

O não sincronismo de vôo verificado para a maioria dos gêneros no presente estudo se dá, provavelmente, pela possibilidade de realização dos vôos durante vários meses do ano, já que as espécies estudadas têm capacidade de realizar vôos, pelo menos, durante quatro meses do ano (Figura 2a-q). WOLDA & FISK (1981) afirmam que ao longo de baixas latitudes existe menor variação sazonal na temperatura, o que deve favorecer a atividade das espécies por um longo período. Estudos em regiões temperadas demonstram alto sincronismo (KANNOWSKI, 1959; WOYCIECHOWSKI, 1990), com diversas espécies do mesmo gênero realizando seu vôo simultaneamente, uma vez que o período favorável à realização dos vôos é reduzido (CHERIX et al., 1989).

KASPARI et al. (2001) acreditam que em função disso, o sucesso relativo de acasalamento em regiões tropicais seja menor que em regiões temperadas. Dessa forma, muitas das baixas frequências de vôos observados durante o ano (Figura 2a-q), poderiam constituir “erros”. Assim, fêmeas que são capturadas fora do pico de realização dos vôos teriam uma probabilidade menor de terem sido fecundadas.

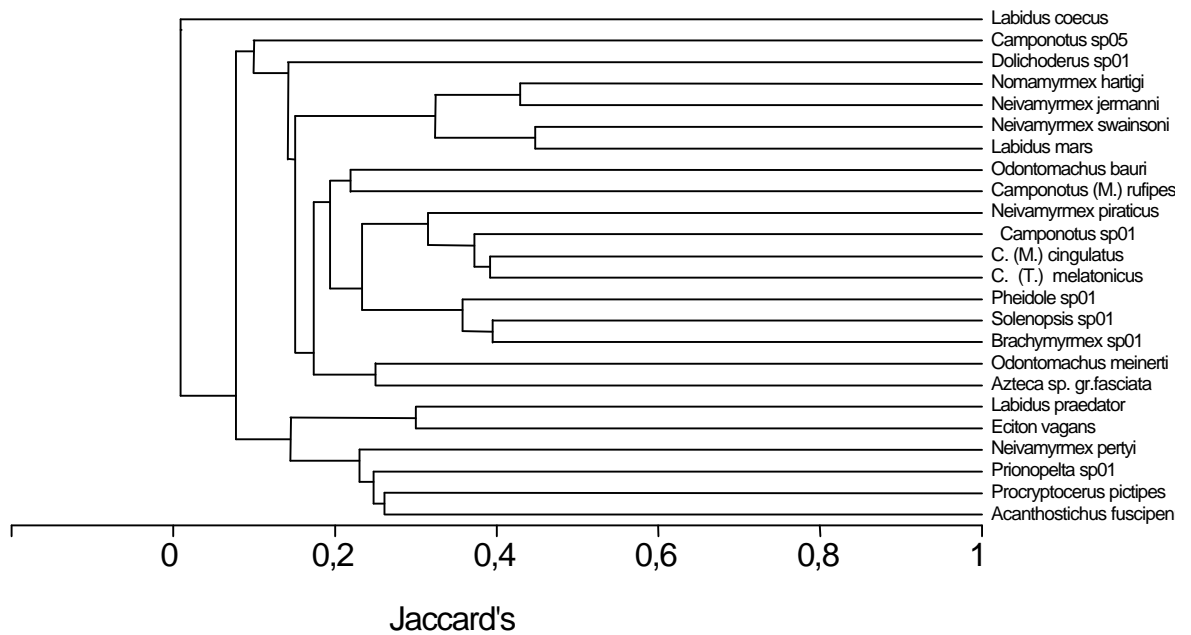


Figura 3– Dendrograma de similaridade comparando a atividade de vôo dos sexuais amostradas com armadilha luminosa na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

2.3.3 Importância dos fatores abióticos no vôo de fecundação

Os valores de p obtidos como resultado da correlação de Spearman, utilizada para avaliar a influência de variáveis climáticas no vôo nupcial são apresentados no Quadro 4.

A temperatura média para o dia da revoada foi significativa em 13 das 16 espécies analisadas, tendência seguida também para temperatura de dois dias e sete dias antes do vôo. As temperaturas (temperatura média no dia da coleta, média de dois e sete dias antes da coleta, máxima e mínima do dia da coleta) não foram significativas para *Dolichoderus* sp.1, *Leptothorax* sp.1 e *Procryptocerus pictipes* (Quadro 4). *Dolichoderus* sp.1 realiza seus vôos durante todos os meses do ano com frequência mensal nunca superior a 30% e realiza vôos sob temperatura média de 20,87°C e mínima de 8,60°C (Figura 2i, Quadro 3), sendo a única espécie capaz de realizar seus vôos com temperatura média inferior a 21°C. Vôos de *Procryptocerus pictipes* acontecem durante todo o ano, exceto no mês de novembro, e seu pico de reprodução é

de março a junho, revoando sob temperatura média de 21,43°C e temperatura mínima de 7,2°C (Figura 2p, Quadro 3). Temperatura, nesse caso, não parece ser fator limitante, pois essas espécies têm capacidade de realizar vôos em gradientes de temperatura bastante distintos. Valores não significativos de p também foram observados para as demais variáveis analisadas nestas três espécies.

Para todas as outras espécies analisadas, os valores de p da correlação Spearman relativos à temperatura média no dia do vôo foram significativos.

Temperatura é considerada um dos principais fatores que regulam o ciclo anual das formigas (LOPATINA & KIPYATKOV, 1993) que apresentam altos níveis de abundância em habitats e períodos quentes (BROWN, 1973). Como a atividade reprodutiva dos insetos é ativada pela temperatura (TAUBER & TAUBER, 1981) verifica-se maior atividade dos alados nos períodos mais quentes do ano (Figura 1).

Com a precipitação pluviométrica, os valores de p relativos à correlação entre número de indivíduos e precipitação no dia do vôo foram significativos para 12,50% das espécies (Quadro 4). Porém, quando considerada a precipitação média dos últimos sete dias antes do vôo, esse valor foi significativo para 56,25% das espécies (Quadro 4).

Os resultados indicam que a precipitação pluviométrica acumulada de uma semana antes do vôo, que proporcionará uma média maior na variável designada “precipitação média sete dias antes do vôo” (Quadro 3), deve ser necessária para realização dos vôos de *Azteca* sp. gr. *fasciata*, *Brachymyrmex* sp.1, *C. (Myrmothrix) cingulatus*, *Camponotus* (M.) *rufipes*, *C. (Tanaemyrmex) melanoticus*, *C. sp.1*, *Odontomachus bauri*, *O. meinerti*, *Pheidole sp.1* e *Solenopsis sp.1* (Quadro 4).

Quadro 3 - Valores médios obtidos de algumas características climáticas durante o vôo de fecundação das espécies coletadas na Mata Córrego Paraíso, Viçosa – Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Espécies	Temp. média diária C°	Temp. máxima C°	Temp. mínima C°	Média da precip. no dia	Média da precip. 2 dias antes do vôo	Média da precip. 7 dias antes do vôo
<i>Acanthostichus fuscipenis</i>	21,43	32,4	21	2,49	2,81	3,82
<i>Azteca</i> sp. gr. <i>fasciata</i>	22,10	34	14,80	1,75	3,32	7,56
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	21,75	33,00	11,90	4,75	5,68	4,94
<i>C. (M.) cingulatus</i>	22,07	34,00	12,70	3,20	5,09	6,55
<i>Camponotus (M.) rufipes</i>	22,21	33,00	13,20	4,88	4,98	6,54
<i>C. (T.) melanoticus</i>	22,08	34,40	12,70	3,55	4,77	6,22
<i>C.</i> sp.1	22,15	33,00	14,40	3,66	5,58	6,91
<i>C.</i> sp.5	22,79	32,40	16,80	5,02	3,76	5,83
<i>Dolichoderus</i> sp.1	20,87	32,40	8,60	5,25	6,59	4,64
<i>Hypoponera</i> sp.3	22,61	33,00	16,2	2,95	2,81	5,15
<i>Lepthorax</i> sp.1	21,43	32,40	7,2	0,9	2,52	3,74
<i>Odontomachus bauri</i>	22,63	33,00	16,50	4,60	6,59	7,69
<i>Odontomachus meinerti</i>	22,26	33,00	12,60	3,08	6,58	8,78
<i>Pheidole</i> sp.1	21,03	32,40	5,50	7,37	7,36	5,41
<i>Prionopelta</i> sp.1	21,04	32,40	5,00	2,9	3,05	4,19
<i>Procryptocerus pictipes</i>	20,25	32,40	5,50	2,32	3,15	3,39
<i>Solenopsis</i> sp.1	21,41	31,80	11,90	6,48	7,55	6,27

Portanto, é provável que para essas espécies seja necessária a disponibilidade de certo valor mínimo de umidade no meio, o que deve facilitar a escavação inicial de formigueiros recém formados. Além disso, muitas das rainhas que realizam vôo nupcial apresentam um grande volume corporal (KELLER & PASSERA, 1989; PEETERS & ITO, 2001) e o aumento da umidade no meio deve evitar desidratação, proporcionando sucesso relativo maior na fundação da colônia.

A dependência de umidade para realização dos vôos é também evidenciada na Figura 4, onde 75,81% dos vôos foram concentrados até o sexto dia da última chuva. A proximidade dos vôos com a chuva deve servir também como mecanismo de sincronismo dos vôos.

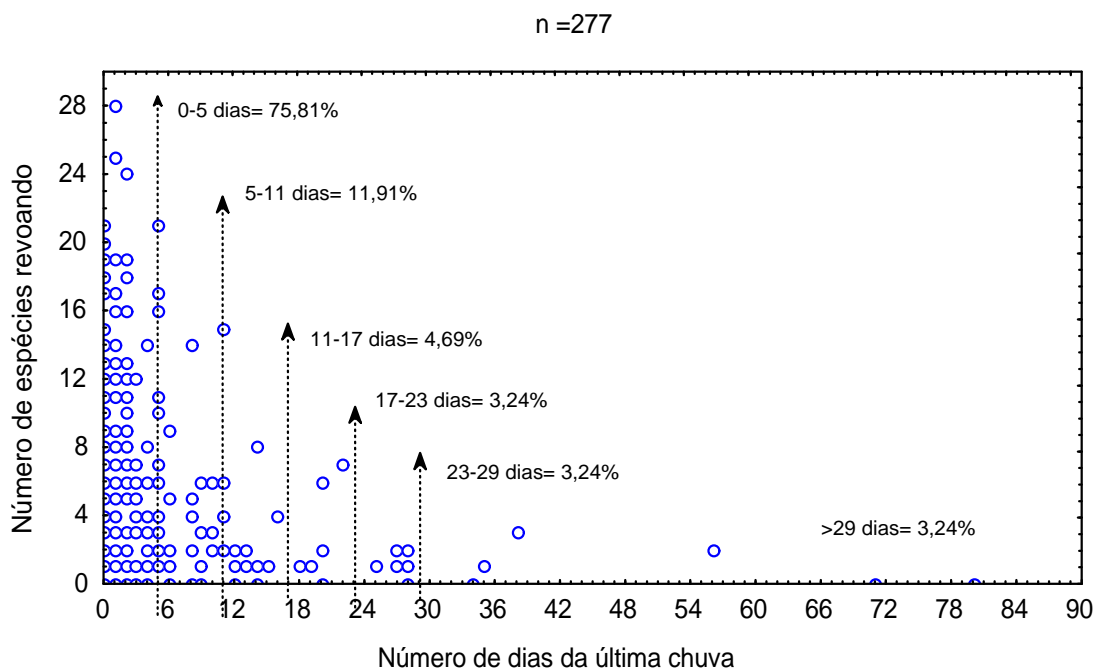


Figura 4- Número amostrado de espécies formigas em função da proximidade, em dias, da última chuva com coletas realizadas com armadilha luminosa na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998. (0= dia da chuva).

Na ausência de diferenças significativas de temperatura, credita-se à precipitação pluviométrica a regulação dos vôos dos alados. No entanto, como verificado também por KASPARI et al. (2001) chuva parece não ser suficiente para generalizar os vôos, uma vez que para 43,75% (Quadro 4) das espécies testadas valores não significativos foram relacionado com precipitação pluviométrica.

Uma grande atividade dos alados é frequentemente relatada após fortes chuvas, depois de grandes períodos de estiagem (TORRES et al., 2001). É possível que para as espécies em que valores não significativos foram verificados, as primeiras chuvas permitam alta produção e liberação dos alados e, nas semanas seguintes, a produção e liberação dos alados diminua gradativamente. Assim, depois de certo período a realização dos vôos poderia estar fortemente dependente da proximidade da ocorrência da última chuva como verificado na Figura 4, porém, independente da quantidade de precipitação. Por isso uma parcela considerável das espécies (43,75%) não apresentou

valores significativos entre número de alados e precipitação pluviométrica. No entanto, investigações mais detalhadas precisam ser realizadas, para esclarecer melhor este aspecto.

Quadro 4 - Valores de P e r para correlação de Spearman entre número de indivíduos de Ecitoninae e variáveis climáticas na Mata do Córrego do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998. N.S = valores não significativos $p > 0,05$.

Espécies	Num. de indiv	Temp. média no dia do vôo	Temp. média de 2 dias antes do vôo	Temp. média de 7 dias antes do vôo	Temp máxima	Temp mínima	Ampl. térmica	UR	Prec. no dia do vôo	Prec. 2 dias antes do vôo	Prec. 7 dias antes do vôo
<i>Acanthostichus fuscipennis</i>	103	$r= 0,184$ $p= 0,001$	$r= 0,177$ $p= 0,002$	$r= 0,174$ $p= 0,003$	N.S	$r= 0,190$ $p= 0,001$	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>Azteca</i> sp. gr. <i>fasciata</i>	54	$r= 0,207$ $p= 0,000$	$r= 0,176$ $p= 0,003$	N.S	$r= 0,213$ $p= 0,000$	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	$r= 0,206$ $p= 0,000$
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	5429	$r= 0,379$ $p= 0,000$	$r= 0,377$ $p= 0,000$	$r= 0,310$ $p= 0,000$	$r= 0,207$ $p= 0,000$	$r= 0,378$ $p= 0,000$	N.S	N.S	N.S	N.S	$r= 0,225$ $p= 0,000$
<i>Camponotus</i> (M.) <i>cingulatus</i>	8033	$r= 0,348$ $p= 0,000$	$r= 0,330$ $p= 0,000$	$r= 0,252$ $p= 0,000$	$r= 0,207$ $p= 0,000$	$r= 0,295$ $p= 0,000$	N.S	N.S	N.S	N.S	$r= 0,270$ $p= 0,000$
<i>Camponotus</i> (M.) <i>rufipes</i>	86	$r= 0,207$ $p= 0,000$	$r= 0,283$ $p= 0,000$	$r= 0,256$ $p= 0,000$	$r= 0,172$ $p= 0,004$	$r= 0,280$ $p= 0,000$	N.S	N.S	N.S	N.S	$r= 0,207$ $p= 0,004$
<i>Camponotus</i> (T.) <i>melanoticus</i>	446	$r= 0,349$ $p= 0,000$	$r= 0,335$ $p= 0,000$	$r= 0,252$ $p= 0,000$	$r= 0,248$ $p= 0,000$	$r= 0,329$ $p= 0,000$	N.S	N.S	N.S	$r= 0,179$ $p= 0,002$	$r= 0,268$ $p= 0,000$
<i>Camponotus</i> sp.5	200	$r= 0,292$ $p= 0,000$	$r= 0,290$ $p= 0,000$	$r= 0,275$ $p= 0,000$	$r= 0,220$ $p= 0,000$	$r= 0,266$ $p= 0,000$	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>Dolichoderus</i> sp.1	641	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

CONTINUAÇÃO
QUADRO 4.

<i>Leptothorax</i> sp.1	671	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>Odontomachus bauri</i>	71	r= 0,321 p= 0,000	r= 0,308 p= 0,000	r= 0,283 p= 0,000	r= 0,242 p= 0,000	r= 0,294 p= 0,000	N.S	N.S	N.S	r= 0,185 p= 0,001	r= 0,269 p= 0,000
<i>Odontomachus meinerti</i>	25	r= 0,227 p= 0,000	r= 0,211 p= 0,000	N.S	N.S	r= 0,292 p= 0,000	N.S	N.S	N.S	r= 0,173 p= 0,003	r= 0,234 p= 0,000
<i>Pheidole</i> sp.1	1301	r= 0,201 p= 0,000	r= 0,209 p= 0,000	r= 0,249 p= 0,000	N.S	r= 0,259 p= 0,000	N.S	N.S	r= ,215 p=0,000	r= 0,214 p= 0,000	r= 0,252 p= 0,000
<i>Prionopelta</i> sp1	157	r= 0,171 p= 0,000	N.S	r= 0,174 p= 0,003	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>Procryptocerus pictipes</i>	4946	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>Solenopsis</i> sp.1	1428	r= 0,228 p= 0,000	r= 0,238 p= 0,000	r= 0,228 p= 0,000	N.S	r= 0,292 p= 0,000	r= -0,169 p= 0,004	N.S	r= 0,220 p= 0,000	r= 0,306 p= 0,000	r= 0,292 p= 0,000

2.4 – CONCLUSÕES

A baixa frequência apresentada pela maioria das espécies no presente estudo deve-se à atração casual que muitas espécies de formigas apresentam em levantamentos realizados com armadilhas luminosa e a sazonalidade dos vôos.

A possibilidade da realização do vôo nupcial durante vários meses do ano é favorecida pela estabilidade climática verificada em regiões tropicais.

O longo período de vôo deve diminuir também a possibilidade do sincronismo dos vôos, proporcionando menor sucesso relativo dos acasalamentos.

Entre os fatores abióticos analisados a temperatura e a precipitação pluviométrica parecem ser os mais importantes para regular os vôos dos alados, que apresentam maior atividade nos períodos mais quentes.

A média da precipitação pluviométrica sete dias antes do vôo deve ser mais importante que a verificada no dia dos vôos para as espécies que apresentam dependência da chuva. No entanto, precipitação pluviométrica não é suficiente para generalização dos vôos.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISE CRÍTICA DA EFICÁCIA DA ARMADILHA LUMINOSA PARA ESTUDOS DE COMUNIDADES DE FORMICIDAE.

3.1- INTRODUÇÃO

Apesar da abundância e da aparente facilidade de serem amostradas na maioria dos ecossistemas, várias características da biologia das formigas dificultam sua amostragem. Assim, técnicas complementares de amostragem são às vezes necessárias em diferentes habitats ou micro-habitats.

Diversas técnicas de coletas são utilizadas para a amostragem de operárias. DELABIE et al. (2000c) destacam para a amostragem da fauna epígea: extrator de Winkler, funil de Berlese, coleta manual em troncos em decomposição, peneiramento de solo, pitfall, iscas (sardinha, carne, laranja, açúcar). São ainda disponíveis para espécies arborícolas: choque químico (MAJER & DELABIE, 1993); coletas manuais (MAJER et al. 1994) e vários tipos de iscas. Para alguns desses métodos já estão disponíveis protocolos de utilização (AGOSTI & ALONSO, 2000).

Os alados, entretanto, são coletados basicamente de três formas: armadilha luminosa, armadilha do tipo Malaise e coleta manual. A coleta manual realizada diretamente no ninho é uma importante fonte de informação, pois possibilita a coleta de operárias e dos alados facilitando a identificação. Porém, a localização dos ninhos e a época do ano que os alados estão presentes são desconhecidas para a maioria das espécies.

As armadilhas Malaise são utilizadas para a captura de diversas famílias de Hymenoptera (NOYES, 1989). No entanto, sua utilização para amostragem de Formicidae é restrita, embora observações indiquem que este tipo de metodologia

permite amostrar uma fauna peculiar (DELABIE & REIS, 2000).

A armadilha luminosa é certamente o método de coleta mais amplamente utilizado para amostragem de insetos, sendo disponíveis na literatura centenas de referências entre as diversas ordens (SOUTHWOOD, 1976). No entanto, sua utilização na amostragem de formigas está principalmente direcionada para a subfamília Ecitoninae (BORGMEIER, 1955; BALDRIDGE, 1972; WATKINS, 1976). Certamente a utilização das armadilhas Malaise e luminosa para a amostragem de formigas é limitada pelo conhecimento restrito que se tem sobre a taxonomia dos alados.

Ao contrário do verificado para outras metodologias de coleta onde existe uma especificidade do estrato a ser amostrado, a armadilha luminosa, a priori, atrai insetos que ocupam diferentes habitats.

Neste capítulo são comparadas duas séries amostrais – uma realizada com armadilha luminosa e outra com Funil de Berlese em área de Mata Atlântica do Município de Viçosa, Minas Gerais. São acrescentadas considerações sobre a composição da fauna amostrada com a armadilha luminosa; a determinação de período de coleta e a possibilidade de utilização da armadilha luminosa como método auxiliar no levantamento da mirmecofauna.

3.2 - MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Local de estudo e 3.2.2 Amostragem dos alados

Os itens 3.2.1 e 3.2.2 correspondem aos mesmos do capítulo I do presente trabalho.

3.2.3 Identificação dos alados

A possibilidade de identificação dos alados de formigas varia com o táxon. Essa foi a razão pela qual grande parte do material foi identificado a nível de morfoespécie e espécie quando possível. A coleção de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau CEPLAC/CEPEC Itabuna-Bahia serviu como referência para grande parte das identificações, pois, para algumas espécies, a coleção conta com séries completas (operárias e alados). Todas as fêmeas foram identificadas pelo menos até gênero e, sempre que possível, até espécie. A comparação das asas dos machos e fêmeas de espécies que ocorriam na mesma amostra permitiu, em alguns casos, ter certeza de que se tratavam de indivíduos da mesma espécie. Isso gerou a possibilidade de se identificar por um ou outro sexo.

As espécies foram agrupadas seguindo a nomenclatura adotada por BOLTON (1995). Exemplares montados encontram-se depositados no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa-MG (UFVB), e no Laboratório de Mirmecologia do Centro Pesquisas do Cacau CEPEC/CEPLAC, Itabuna, Bahia.

3.2.4 Amostragem das formigas da serapilheira

As coletas foram realizadas de dezembro de 1993 a dezembro de 1994, totalizando 138 amostras, com intervalo mínimo de 30 metros entre pontos de coleta. Foi delimitado 1m² de serapilheira, sendo o material acondicionado em sacos plásticos e transportados para o Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa-MG. As amostras foram depositadas em armadilhas do tipo Funil de Berlese-Tullgren, onde permaneceram por 72 horas. Todo material biológico foi conservado em álcool 80% e, posteriormente, os Formicidae foram separados dos demais insetos. Informações mais

detalhadas sobre o uso de Funil de Berlese-Tullgren para amostragem da fauna do solo encontram-se em SOUTHWOOD (1976) e BESTELMEYER et al. (2000).

3.2.5 Identificação das operárias

As formigas foram identificadas a nível de morfoespécie. A nomenclatura adotada para os táxons segue a de BOLTON (1995). Exemplos montados encontram-se depositados no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, e no Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau CEPEC/CEPLAC, Itabuna, Bahia.

3.2.6 Análise dos dados

As comparações relativas às faunas amostradas por armadilha luminosa e Funil de Berlese foram realizadas somente com os alados identificados até gênero.

Uma matriz de dados com presença/ausência das espécies foi construída e a partir daí foi calculada a Curva de Riqueza Acumulada, utilizando-se o programa EstimateS (Statistical Estimation of Species Richness and Share Species from Samples), versão 5.0 b1 (COLWELL, 1997).

O número estimado de espécies foi calculado utilizando-se o estimador Jackknife2, através do EstimateS (COLWELL, 1997) que é dado pela fórmula:

$$S = S_{obs} + \left[\frac{L(2n-3)}{n} - \frac{M(n-2)^2}{n(n-1)} \right], \text{ onde}$$

S= Riqueza total estimada;

S_{obs}= Número de espécies por amostra;

n = Número de amostras;

L= Número de espécies que ocorrem em uma amostra;

M= Número de espécies que ocorrem em duas amostras.

Inferências sobre o esforço amostral foram feitas a partir do cálculo de P05 (número de amostras necessárias para capturar metade da comunidade) que é um indicador de dispersão da comunidade (LAUGA & JOACHIM, 1987).

O Coeficiente de Heterogeneidade (P50) (LAUGA & JOACHIM, 1987), que pode ser definido como o número de amostras necessárias para capturar a metade de

uma comunidade teórica de 100 espécies, foi calculado a partir de P05 e da estimativa da riqueza total obtida pelo estimador Jackknife2. Seu cálculo é obtido pela fórmula:

$$P50 = \frac{100 \times P05}{S} \text{ onde,}$$

P50= Número de amostras necessárias para capturar a metade de uma comunidade teórica de 100 espécies;

P05= Número de amostras necessárias para capturar metade da comunidade;

S= Riqueza total estimada (Calculada a partir de Jackknife2).

Um aumento nos valores obtidos de P05 e P50 indicam maior dispersão da comunidade. Informações mais detalhadas do uso de P05 e P50 para estudo de comunidades encontram-se em LAUGA & JOACHIM (1987) e sua utilização especificamente para comunidade de formigas em DELABIE et al. (1997).

3.3 -RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 A fauna

As duas metodologias combinadas amostraram 53 gêneros, sendo 21 em comum. Dezesete gêneros foram coletados exclusivamente com armadilha luminosa e 15 com Funil de Berlese (Quadro 1). A falta de conhecimento sobre a taxonomia dos alados impossibilita fazer comparações precisas a nível específico. No entanto, considerando o grande número de espécies amostradas (155 com armadilha luminosa e 122 com Funil de Berlese) e em função da diferença acentuada na composição dos gêneros, é provável que os dois métodos combinados tenham amostrado mais de 250 espécies.

Subfamília Myrmicinae

Foram amostradas 41 espécies de Myrmicinae com armadilha luminosa e 81 com Funil de Berlese (Figura 1), o que representa a maior diferença no número de espécies entre as subfamílias amostradas, quando comparadas as duas metodologias. A grande diferença no número de espécies é resultado da ausência em armadilha luminosa de gêneros como *Octostruma* (2 espécies), *Acanthognathus* (2 espécies), *Strumigenys* (4 espécies) e principalmente *Pyramica* (14 espécies) (Quadro 1).

Segundo a classificação de DELABIE et al. (2000a), esses gêneros são considerados predadores especialistas da serapilheira e são frequentemente encontrados em inventários realizados em remanescentes de Mata Atlântica, como verificado por RAMOS, et al. (1998) & DELABIE et al. (2000a).

O fato desses gêneros não serem amostrados com armadilha luminosa indica que os mesmos podem estar realizando seus vôos de reprodução durante o dia, devendo ser testados métodos alternativos para a amostragem de seus sexuais como, por exemplo, armadilhas do tipo Malaise.

Apesar de serem amostrados com ambas as metodologias, alguns gêneros apresentaram grande diferença no número de espécies. *Solenopsis* e *Megalomyrmex*, gêneros considerados dominantes do solo ou serapilheira (DELABIE et al. 2000a), foram coletados predominantemente com Funil de Berlese. Entretanto, outros, apresentaram um número maior de espécies na amostragem com armadilha luminosa,

como é caso de *Crematogaster* com 10 espécies em armadilha luminosa e somente 3 com Funil de Berlese. *Crematogaster* é um gênero principalmente arborícola, sendo ocasionalmente coletado no solo durante o forrageamento de operárias (DELABIE et al. 2000a). *Leptothorax* e *Procryptocerus*, gêneros também arborícolas, foram mais frequentes em armadilha luminosa.

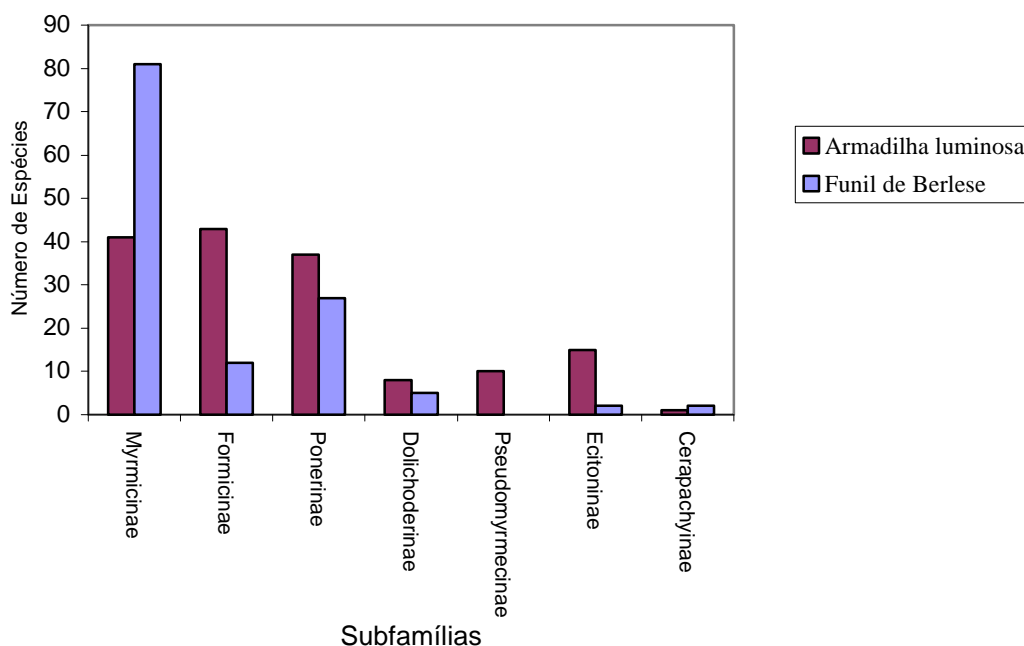


Figura 1 – Número de espécies por subfamília amostradas com armadilha luminosa e Funil de Berlese na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Subfamília Formicinae

Espécies da subfamília Formicinae foram amostradas principalmente com armadilha luminosa (43 espécies), e apenas 12 em Funil de Berlese. Com exceção de *Paratrechina* e *Acropyga*, os demais gêneros apresentaram um número maior de espécies em armadilha luminosa (Quadro 1). A diferença mais marcante foi no gênero *Camponotus*, com 29 espécies em armadilha luminosa e 2 em Funil de Berlese.

As espécies que compõem o gênero *Camponotus* são principalmente arborícolas e nidificam comumente em galhos e troncos ocos de árvores, em bulbos de Orquidaceae, epífitas e cartão vegetal (BARONI URBANI, 1989; HÖLLDOBLER &

WILSON, 1990; DELABIE et al., 1991), e também em montes de matéria orgânica e pedras sobre o solo. A armadilha luminosa deve possibilitar a coleta de espécies que nidificam no dossel e galhos ocos das árvores de grande porte. FURST et al. (1993) estudaram a distribuição vertical de formigas em árvores de grande porte que servem de sombreamento de cacauais (*Theobroma cacao* L.) e verificaram uma fauna de formiga peculiar, com várias espécies de *Camponotus* nidificando em cavidades ocas dos troncos e Bromeliaceae nas partes mais altas das árvores.

Quatro espécies do gênero *Myrmelachista* foram coletadas com armadilha luminosa (Quadro 1). Pouco se conhece sobre a biologia das espécies que compõem este gênero considerado raro, no entanto, a maioria das espécies parecem ser arborícolas (BROWN, 2000). O fato de serem amostradas na mesma localidade quatro espécies desse gênero pode indicar que não se trata de um gênero raro e sim um problema de técnica adequada de amostragem. A raridade aparente de algumas espécies de formigas que na verdade são resultados de técnicas inadequadas de coletas são tratadas por ESPADALER & LÓPEZ-SORIA (1991) e DELABIE et al. (2000b).

Subfamília Ecitoninae

Operárias de formigas legionárias apresentam na sua maioria comportamento críptico (BALDRIDGE et al. 1980) e são ocasionalmente coletadas no solo durante a fase nômade de suas colônias (DELABIE et al. 2000a). Os machos, ao contrário são facilmente amostrados com armadilha luminosa, o que permite avaliar rapidamente a diversidade local dessa subfamília (vide Capítulo I).

O número de espécies de Ecitoninae amostradas com armadilha luminosa (n=15 – em quatro gêneros), comparado com a série amostrada com Funil de Berlese (n=2 – num único gênero) na mesma localidade, exemplifica claramente o problema da eficiência do método de coleta que pode estar relacionado com a biologia das espécies. Nesse sentido, inferências sobre segmentos da comunidade devem ser fundamentadas num mínimo de conhecimento sobre a biologia das espécies para evitar conclusões errôneas.

Subfamília Pseudomyrmecinae

As 10 espécies de Pseudomyrmecinae observadas no presente estudo foram amostradas exclusivamente com armadilha luminosa. A maioria das espécies que compõem a subfamília são arborícolas (BROWN, 2000; WARD, 1989) e nidificam geralmente em galhos ocos ou frutos secos. Portanto, os Pseudomyrmecinae aparecem como outro grupo de formigas que pode ter sua diversidade local estimada através da amostragem de sexuais. Estudo nesse sentido foi realizado por REIS & DELABIE (1999) em área de Mata Atlântica no Sul da Bahia, onde foram amostradas 18 espécies de *Pseudomyrmex* com armadilha Malaise durante aproximadamente um ano. Quando comparado com o observado neste trabalho, esses dados sugerem que armadilhas do tipo Malaise são mais eficientes que armadilha luminosa para amostragem de Pseudomyrmecinae.

Subfamília Dolichoderinae

Foram amostradas 8 espécies de Dolichoderinae com armadilha luminosa e 3 com Funil de Berlese. O gênero mais representativo foi *Azteca* com 4 espécies em armadilha luminosa e 1 em Funil de Berlese. Todas as espécies de *Azteca* são arborícolas e constroem ninhos em cartão vegetal ou nidificam em troncos de árvores vivas e mortas, sendo que um grande número de espécies exibe associação específica com plantas (LONGINO, 1996). Outro gênero de Dolichoderinae exclusivamente arborícola amostrado somente com armadilha luminosa foi *Dolichoderus*.

Subfamília Ponerinae

Entre os gêneros mais representativos de Ponerinae, houve pouca variação no número de espécies quando comparadas as duas metodologias. Ao contrário do verificado para as demais subfamílias, uma grande proporção de espécies que nidificam na serapilheira e em galhos em decomposição no solo foi amostrada com armadilha luminosa (por exemplo, *Hypoponera* e *Gnamptogenys*). No entanto, em virtude da baixa frequência nas amostras para a maioria das espécies desses dois gêneros (vide Capítulo II), é possível que a atração por armadilha para as mesmas seja casual e que a

equiparação em relação ao observado em Funil de Berlese seja resultado da diferença entre os esforços amostrais aplicados a cada um dos métodos de amostragem.

3.3.2 Armadilha luminosa e a possibilidade de sua utilização para amostragem de formigas arborícolas.

Embora seja bem conhecido o fato de árvores e arbustos abrigarem uma diversidade considerável de formigas (WILSON, 1987), as técnicas utilizadas para amostragem de formigas arborícolas são restritas a árvores de pequeno porte (BESTELMEYER et al., 2000) e selecionam bastante a fauna amostrada (DELABIE et al. 2000c). A presença de um grande número de espécies de gêneros considerados predominantemente arborícolas em armadilha luminosa (Quadro 1), distribuídos nas diferentes subfamílias, indica que essa armadilha deve estar mais direcionada para amostragem de espécies de formigas que nidificam no estrato arbóreo. Isso mostra que este tipo de armadilha pode ser um método alternativo para amostragem de formigas arborícolas. A utilização de alados para inventariar a fauna de Formicidae em árvores de grande porte em área de Floresta Tropical é sugerida também por LONGINO & COLWELL (1997).

GADAKGAR et al. (2000) observaram também diferenças acentuadas na composição de espécies de formigas amostradas com armadilha luminosa, quando comparada com outros métodos de coleta dentro de uma mesma área. Esse fato reforça a idéia de que a combinação de diferentes métodos de coleta possibilita informações mais precisas sobre a fauna local, como verificado por ANDERSEN (1991); OLSON (1991); BELSHAW & BOLTON (1994) e DELABIE et al. (2000c).

Quadro 1 – Número de espécies por gênero em armadilha luminosa e Funil de Berlese na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais coletadas entre os anos de 1981 a 1998.

Espécies	Número de espécies por amostra		Micro habitat
	Arm. luminosa	Funil de Berlese	
CERAPACHYINAE			
<i>Cerapachyini</i>			
<i>Acanthostichus</i> Mayr, 1887	1	-	Subterrânea*
<i>Cerapachys</i> Smith, 1857	-	1	?
<i>Sphinctomyrmex</i> Mayr, 1886	-	1	?
DOLICHODERINAE			
<i>Dolichoderini</i>			
<i>Azteca</i> Forel, 1878	4	1	Arborícola*
<i>Dolichoderus</i> Lund, 1831	2	-	Arborícola*
<i>Dorymyrmex</i> Mayr, 1866	2	-	?
<i>Linepithema</i> Mayr, 1866	-	1	?
<i>Tapinoma</i> Foerster, 1850	-	1	?
ECITONINAE			
<i>Ecitonini</i>			
<i>Eciton</i> Latreille, 1804	1	-	Epígea formando bivaque*
<i>Labidus</i> Jurine, 1807	3	-	Epígea formando bivaque*
<i>Neivamyrmex</i> Borgmeier, 1940	10	2	Subterrânea formando bivaque*
<i>Nomamyrmex</i> Borgmeier, 1936	1	-	?
FORMICINAE			
<i>Brachymyrmicini</i>			
<i>Brachymyrmex</i> Mayr, 1868	6	4	Nidifica em sementes, árvores e frutos caídos
<i>Camponotini</i>			
<i>Camponotus</i> Mayr, 1861	29	2	Nidifica em árvores, troncos em decomposição e nos solo*

QUADRO 1 CONTINUAÇÃO.

Lasiini

Paratrechina Motschoulsky, 1863 2 3 ?

Myrmelachistini

Myrmelachista Roger, 1863 4 1 Nidifica principalmente em cavidade de plantas*

Plagiolepdini

Acropyga Roger, 1826 2 2 Subterrânea*

MYRMICINAE

Attini

Acromyrmex Mayr, 1865 1 Nidifica no solo*
Apterostigma Mayr, 1865 - 4 Nidifica no solo*
Cyphomyrmex Mayr, 1862 1 4 Nidifica no solo*
Atta Fabricius, 1804 - 1 Nidifica no solo*
Myocepurus Forel, 1893 1 - Nidifica no solo*
Trachymyrmex Forel, 1893 2 - Nidifica no solo*

Basicerotini

Basiceros Schulz, 1906 - 1 Nidifica no solo*
Octostruma Forel, 1912 - 2 Nidifica no solo e forrageia na serapilheira*

Blepharidatini

Wasmannia Forel, 1893 - 2 Arborícola, nidifica também no solo e troncos em decomposição*

Cephalotini

Procryptocerus Emery, 1887 3 1 Arborícola*

Crematogastrini

Crematogaster Lund, 1831 10 3 Arborícola, nidifica em cavidades dos troncos e galhos*

Dacetonini

Acanthognathus Mayr, 1887 - 2 Nidifica na serapilheira*
Strumigenys Smith, 1860 - 4 Nidifica na serapilheira*
Pyramica Roger, 1862 - 14 Nidifica na serapilheira*

QUADRO 1 CONTINUAÇÃO.

Formicoxenini

Leptothorax Mayr, 1855 2 - Nidifica em árvore, solo embaixo de pedras*

Myrmicini

Hylomyrma Forel, 1912 1 3 Nidifica na serapilheira*

Pheidolini

Pheidole Westwood, 1839 16 17 A maioria nidifica no solo em troncos em decomposição*

Solenopsidini

Megalomyrmex Forel, 1885 2 6 Nidifica no solo, embaixo de folhas ou pedras*

Monomorium Mayr, 1855 - 2 ?

Solenopsis Westwood, 1840 2 9 Nidificam em montes de terra sobre o solo e na serapilheira*

Oxyepoecus Wheeler, 1910 - 1 Nidificam na serapilheira*

Stenammini

Lachnomyrmex Wheeler, 1910 - 1 Nidifica na serapilheira*

PONERINAE

Amblioponini

Amblyopone Erichson, 1842 - 1 ?

Prionopelta Mayr, 1866 1 - ?

Ectatomini

Acanthoponera Mayr, 1862 2 - Arborícola*

Gnamptogenys Roger, 1863 9 6 Nidifica no solo e troncos em decomposição*

Ectatomma Smith, 1858 1 1 Nidifica no solo e cavidade de árvores*

Heteroponera Mayr, 1887 1 4 Nidifica em troncos*

Ponerini

Anochetus Mayr, 1862 1 1 Arborícola*

Hypoponera Santschi, 1938 9 8 Nidifica no solo e tocos em decomposição*

Leptogenys Roger, 1861 2 - ?

QUADRO 1 CONTINUAÇÃO.

<i>Pachycondyla</i> Smith, 1858	6	4	Nidifica no solo, troncos em decomposição e árvores*
<i>Odontomachus</i> Latreille, 1804	4	2	Nidifica no solo e algumas em árvores*
Thaumatomyrmecini			
<i>Thaumatomyrmex</i> Mayr, 1887	1	-	Nidifica na serapilheira*
PSEUDOMYRMECINAE			
Pseudomyrmecini			
<i>Pseudomyrmex</i> Lund, 1831	10	-	Maior parte arborícola sendo que poucas nidificam no solo*

*Dados compilados por BROWN (2000)

3.3.3 Distribuição das amostras durante o ano

O número de espécies encontrado por amostra na armadilha luminosa variou de 0 a 28, com média de 5,35 espécies por amostra (Figura 2).

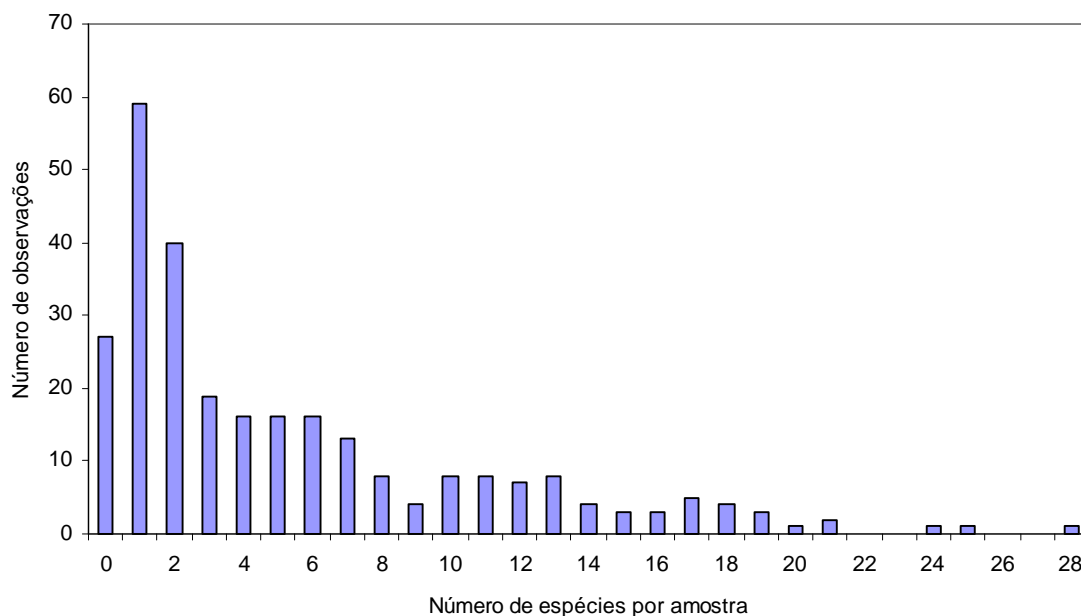


Figura 2 – Distribuição do número de espécies por amostra de formigas coletadas com armadilha luminosa na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

No entanto, a freqüência de captura dos alados apresenta-se irregular ao longo do ano, sendo observados picos de atividades concentrados em alguns meses (vide Capítulo I e II). Portanto, para tornar viável a amostragem de Formicidae com armadilha luminosa como metodologia auxiliar no inventário da mirmecofauna deve ser considerada a época do ano em que as coletas serão realizadas.

Nesse sentido foram sorteadas, aleatoriamente, 22 amostras para cada mês do ano (exceto para o mês de julho, onde somente 14 amostras encontravam-se disponíveis) e extrapolações sobre a riqueza total de espécies foram efetuadas.

Foi observado um maior número de espécies nos meses de: dezembro (82 espécies e média de 13,59 espécies/amostra); fevereiro (72 espécies e média de 8,4 espécies por amostra); janeiro (64 espécies e média de 7,86 espécies por amostra); março – 45 espécies e média de 5,81 espécies/amostra) e (abril – 42 e média de 4,68

espécies/amostra). O número de espécies por amostra foi sempre inferior a 3 durante os meses de maio a setembro (Quadro 2).

O valor de P05, que indica o número de amostras necessárias para captura da metade da comunidade, foi de 11, 20 e 22 para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, respectivamente (Quadro 2). O índice de heterogeneidade, representado por P50, foi menor para o mês de dezembro com 8,7 amostras. Os valores de P05 e P50 podem ser entendidos como indicadores de dispersão da comunidade (LAUGA & JOACHIM, 1987). Dessa forma, os baixos valores encontrados para P05 e P50 nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro indicam que durante estes meses um esforço de coleta similar pode render um número maior de espécies (Quadro 2).

Quadro 2 – Principais variáveis e índices de diversidade deduzidos a partir dos agrupamentos de dados mensais de Formicidae coletados na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

Meses	N. amostras	N. observado de espécies	N. médio de espécies/amostra	N. estimado de espécies Jackknife2	P05 Calculado a partir de Jackknife2	Heterog. (P50)
JUN	22	15	1,45	31,9	22	68,96
JUL	14	10	0,86	*	*	*
AGO	22	11	1,5	19,58	18	91,93
SET	22	11	1,22	19,45	16	82,26
OUT	22	55	6,4	112,17	23	20,50
NOV	22	56	8,04	109,44	21	19,18
DEZ	22	82	13,59	125,92	11	8,70
JAN	22	64	7,86	120,44	20	16,60
FEV	22	72	8,4	144,21	22	15,25
MAR	22	45	5,81	71,88	14	19,47
ABR	22	42	4,68	87,86	23	26,17
MAI	22	21	2,45	38,9	19	48,84

* Dados insuficientes

Quando considerado o conjunto de todos os meses do ano, o número estimado de espécies é provavelmente superestimado. A Figura 3 exibe a Curva de Riqueza Acumulada e o número estimado de espécies. A grande diferença entre o número observado de espécies (n=150), em relação ao estimado (n=218) se dá, provavelmente, em função do número de espécies que ocorreram uma única vez nas amostras (Figura 2). Quando a curva de Riqueza Acumulada é construída excluindo as espécies que ocorreram uma vez, na Figura 3 definida como espécies características, percebe-se,

graficamente, a tendência que a curva tem de se estabilizar formando uma assíntota horizontal (Figura 3).

O estimador Jackknife2, semelhante aos outros estimadores de riqueza total, atribuem em sua fórmula um peso maior às espécies que ocorrem somente em uma ou duas amostras (COLWELL & CODDINGTON, 1994), sob a premissa de que a baixa frequência de determinadas espécies indica sua raridade no meio, e conseqüentemente, a necessidade de um esforço maior para sua captura.

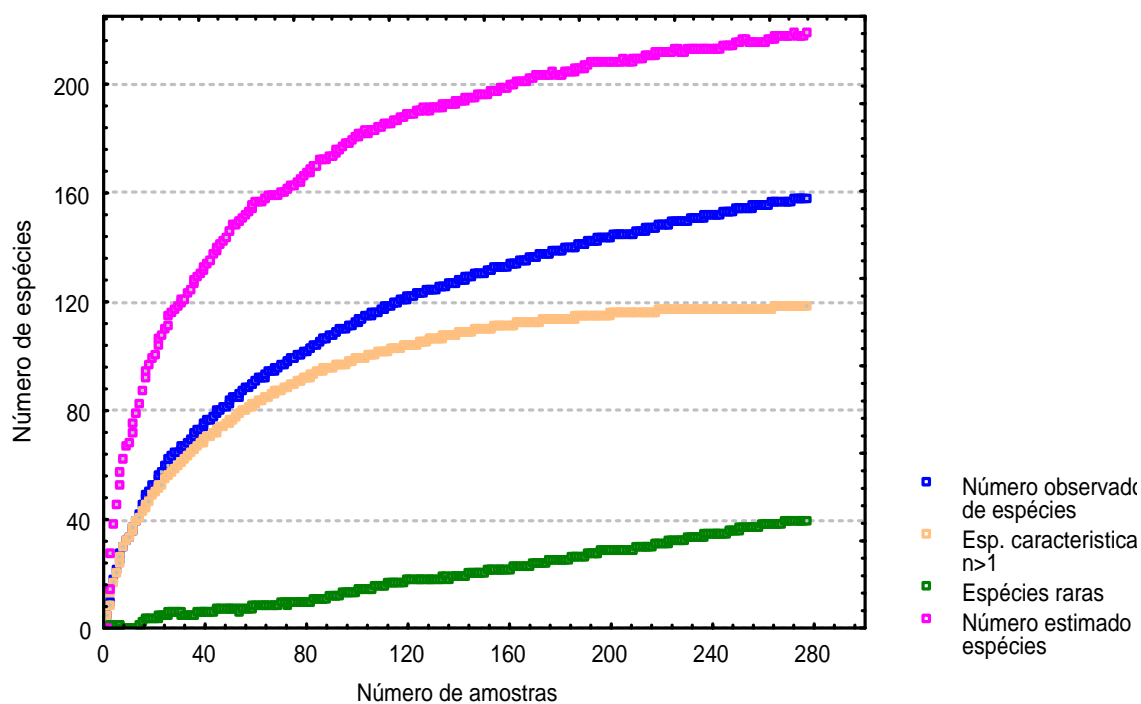


Figura 3- Curvas de riqueza acumuladas: número de espécies observadas, estimadas, características e raras de Formicidae coletados com armadilha luminosa na Mata do Córrego Paraíso, Viçosa, Minas Gerais entre os anos de 1981 a 1998.

No entanto, é possível que no caso particular de amostragens realizadas com armadilha luminosa, o número elevado de espécies que ocorre em uma ou duas amostras (Figura 2) seja resultado de um artefato de amostragem e que essas espécies coletadas ocasionalmente não sejam raras. Por exemplo, espécies que normalmente voam durante o dia e, ocasionalmente, são atraídas pela armadilha ou espécies que voam um único dia por ano e não obrigatoriamente no dia da amostragem. Um elevado número de espécies de formigas com uma ou duas ocorrências em levantamentos realizados com

armadilha luminosa foi verificado também por KASPARI et al. (2001) e TORRES et al. (2001).

A viabilidade da utilização dos alados para estudos de diversidade de formigas necessita, obrigatoriamente, maior esforço para o conhecimento mais preciso sobre a identificação dos alados.

Isso permitirá a intensificação de coletas, bem como a determinação de um protocolo de amostragem, semelhante ao que já ocorre para outras técnicas de coleta. Além disso, métodos alternativos, como o uso da armadilha Malaise precisam ser testados em complemento com armadilha luminosa.

3.4 - CONCLUSÕES

A armadilha luminosa amostra uma fauna de formigas tipicamente arborícola dentro das diferentes subfamílias, podendo se tornar um método auxiliar de coleta para espécies que nidificam nesse estrato.

A composição genérica amostrada com armadilha luminosa diferiu consideravelmente da amostrada por Funil de Berlese, indicando que a armadilha luminosa é pouco eficiente para a amostragem de formigas da serapilheira.

Para fins de estudo de diversidade e inventário da mirmecofauna, a amostragem com armadilha luminosa deve ser realizada entre os meses de novembro a fevereiro, que correspondem ao período de maior atividade dos alados.

Artefatos de amostragem devem interferir na estimativa de riqueza total de espécies em levantamentos realizados com armadilha luminosa.

4. CONCLUSÕES GERAIS

A possibilidade da realização do vôo nupcial durante vários meses do ano e, conseqüentemente, a baixa sazonalidade apresentada pelas espécies analisadas confirmam a hipótese de que em regiões tropicais a estabilidade climática favorece a realização dos vôos e estabelecimento de novas colônias durante grande parte do ano.

A temperatura e a precipitação pluviométrica parecem ser os fatores mais importantes para regular os vôos dos alados. No entanto, a interação desses dois fatores precisa ser investigada em mais detalhes.

A utilização da armadilha luminosa pode servir para a amostragem de formigas arborícolas, sobretudo aquelas que nidificam em árvores de grande porte.

O presente estudo é o primeiro trabalho extensivo sobre vôo nupcial em comunidade de formigas realizado para a América do Sul. Em função da forte influência de fatores locais na realização (sobretudo gradientes de temperatura e precipitação), estudos em diferentes áreas permitirão compreender melhor a fenologia de vôo adota para mesmas espécies em diferentes localidades.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTI, D., ALONSO, L.E. The ALL protocol: a standart protocol for the collection. In: AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.T., de., SCHULTZ, T. eds. **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian, Washington, 2000, p.204-206.
- ALONSO, M.T.A. Vegetação. In: GOLDENBERG, C. ed. **Geografia do Brasil: Região Sudeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 3: 91-118, 1977.
- ANDERSEN, A.N. Sampling communities of ground-foraging ants: Pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savanna. **Aust. J. Ecol.** v.16, p.273-279, 1991.
- ANTUNES, F.Z. Contribuição para a caracterização do regime hídrico de Minas Gerais e aptidão das principais culturas. **Inf. Agropec.**, v. 5, p.43-78, 1979.
- ANTUNES, F.Z. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. **Inf. Agropec.** v.12, p.9-113,1986.
- BALDRIDGE, R.S. **Field and laboratory investigations of flight and related behavior of male army ants in Texas**. Kansas, Manhattan. 1972. 186p. (PhD Dissertation) - Kansas State University,1972.
- BALDRIDGE, R.S., RETTENMEYER, C.W., WATKINS, J. F. Seasonal, nocturnal and diurnal flight periodicities of Neartic army ant males (Hymenoptera: Formicidae). **J. kan. Ent. Soc.** v.1, 53: 189-204, 1980.
- BARONI URBANI, C. Phylogeny and behavioural evolution in ants, with a discussion of the role of behaviour in evolutionary processes. **Ethol. Ecol. Evol.** v. 1, p.137-168, 1989.
- BASS, J.A., HAYS, S.B. Nuptial flights of the imported fire ants in South Carolina. **J. Georgia Entomol. Soc.** v.14, p.158-161, 1979.
- BELSHAW, R., BOLTON, B. A survey of the leaf litter ant fauna in Ghana, West Africa (Hymenoptera: Formicidae). **J. Hym. Res.** v.3, p.5-16, 1994.
- BENTO, J.M.S. **Condições climáticas para o vôo nupcial e reconhecimento dos indivíduos em *Atta sexdens rubropilosa***. Viçosa, MG: UFV, 1993. 98p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) -Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- BESTELMEYER, B.T., AGOSTI, D., ALONSO, L.E., BRANDÃO, C.R.F., BROWN, W.L. Jr., DELABIE, J.H.C., SILVESTRE, R. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. In: AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.T., de., SCHULTZ, T. eds. **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian, Washington, 2000, p.122-144.

- BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. Cambridge. Harvard University Press, 1994. 222p.
- BOLTON, B. **A new general catalogue of the ants of the world**. Cambridge. Harvard University Press, 1995. 504p.
- BOOMSMA, J.J., LEUSINK, A. Weather conditions during nuptial flights of four european ant species. **Oecologia**. v.50, p.236-241, 1981.
- BORGMEIER, T. Die Wanderameisen der neotropischen Region. **Stud. Entomol.** v.3, p.1-720, 1955.
- BOURKE, A.F.G., FRANKS, N.R. **Social evolution in ants**. Princeton. Princeton University Press, 1995. 529pp.
- BROWN, W.L. A comparison of the Hylean and Congo-West African rain forest ant faunas. **Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: a comparative review**. In: MEGGERS, B.J., AVENS, E.S., DUCKWORTH, W.D., (Eds), pp. 161-185. Smithsonian Institution Press, Whashington, 1973.
- BROWN, W.L. Jr. Diversity of ants. In: AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.T., de., SCHULTZ, T. eds. **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian, Washington, 2000, p.45-79.
- CHERIX, D., CHAUTEMS, D., FLETCHER, D.J.C., FORTELIUS, W., GRIS, G., KELLER, L., PASSERA, L., ROSENGREN, R., VARGO, E.L. Le vol nuptial chez *Formica lugubris* ZETT. (Hymenoptera, Formicidae). 1. Facteurs influencant l'apparition et l'envol des sexes. **Actes Coll. Ins. Soc.** v.5, p.45-53, 1989.
- COELHO, L. C. **Análise faunística da Cicadellidae (Insecta: Homoptera) em Área de Mata Atlântica**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 73p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) -Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- COLWELL, R.K. CODDINGTON, J. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Phil. Trans. R. Soc. Lond.** v.345, p.101-118, 1994.
- COLWELL, R.K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 5. user's guide and applications published, 1997.
- CUNHA, W.H.A. Algumas notas sobre o comportamento e outras características da içá e do bitu por ocasião do vôo nupcial. **Naturalia**., v.13, p.11-13, 1988.
- DELABIE, J.H.C., BENTON, F.P., MEDEIROS, M.A de. La polydomie chez les Formicidae arboricoles dans les cacaoyeres du Bresil : optimisation de l'occupation de l'espace ou strategie defensive? **Actes Coll. Insect. Soc.** v.7, p.173-178, 1991.
- DELABIE, J.H.C., LACAU, S., NASCIMENTO, I.C. do., CASIMIRO, A.B., CAZORLA, I.M. Comunauté des fourmis de souches d'arbres morts dans trois reserves de la forêt atlantique brésilienne (Hymenoptera, Formicidae). **Ecol. Austral.** v.7, p.95-103, 1997.

- DELABIE, J.H.C., MARIANO, C.F.S., NASCIMENTO I.C. do. As formigas do município de Ilhéus (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). **Especiaria**, v.2, p.133-152, 1998.
- DELABIE, J.H.C., REIS, Y.T. Sympatry and mating flight synchrony of three species of *Cylindromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil, and the importance of malaise trap for rare ants inventory. **Rev. Brasil. Entomol.**, v.44, p.109-110, 2000.
- DELABIE, J.H.C., AGOSTI, D., NASCIMENTO, I.C. do. Litter and communities of Brazilian Atlantic rain Forest region. In: AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.T., de., SCHULTZ, T. (Eds). **Sampling Ground-dwelling ants: Case studies from the World's rain forest**. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin N°18. Perth, Australia, 2000a. 75p.
- DELABIE, J.H.C., FRESNEAU, D., PEZON, A. Notes on the Ecology of *Thaumatomyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) in Southeast Bahia, Brazil. **Sociobiology**. v.36, n.3, p.571-584, 2000b.
- DELABIE, J.H.C., FISHER, B.L., MAJER, J.D., WRIGHT, I.W. Sampling effort and choice of Methods. In: AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.T., de., SCHULTZ, T. eds. **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian, Washington, 2000c, p.145-154.
- DIEHL-FLEIG, E., PAULA-LUCHESE. Nest foundation by *Acromyrmex striatus* (Hymenoptera, Formicidae). In: BILLEN, J. ed. **Biology and Evolution of Social Insects**. Leuven University, Leuven, 1992, p.51-54.
- ESPADALER, X., LÓPEZ-SORIA, L. Rarity of certain Mediterranean ant species: factor or artifact. **Ins. Soc.** v. 38, p.365-377, 1991.
- FERREIRA, P.S.F., MARTINS, D.S. Contribuição ao método de captura de insetos por meio de armadilha luminosa, para obtenção de exemplares sem danos morfológicos. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.29, p.538-543, 1982.
- FERREIRA, P.S.F., MARTINS, D.S., HUBNER, N. Levantamento, flutuação populacional e análise entomofaunística em mata remanescente da Zona da Mata, Viçosa, Minas Gerais. I. Sphingidae: Lepidoptera. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.33, p.516-527, 1986.
- FERREIRA, P.S.F., PAULA, A.S., MARTINS, D.S. Análise faunística de Lepidoptera Geometridae em áreas de floresta tropical no município de Viçosa, Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 15, 1995, Caxambu. **Anais: Soc. Entomol. Bras.**, 1995a, p. 129.
- FERREIRA, P.S.F., PAULA, A.S., MARTINS, D.S. Análise faunística de Lepidoptera Arctiidae em área de reserva natural remanescente de floresta tropical em Viçosa, Minas Gerais. **An. Soc. Entomol. Brasil.**, Piracicaba, v.24, p. 123-139, 1995b.
- FRANKS, N.R., HÖLLDOBLER, B. Sexual competition during colony reproduction in army ants. **Biol. J. Linn. Soc.** v.30, p.229-243, 1987.

- FURST, M., CASIMIRO, A.B., NASCIMENTO, I.C do., DELABIE, J.H.C., ENCARNAÇÃO, M.V., SOUZA, A.L.B., SOARES, P.A. As árvores de grande porte como área de refúgio para formigas arborícolas no sul da Bahia (Hymenoptera; Formicidae). In: Reunião anual da SBPC, 45, 1993, Recife. **Anais da 45 Reunião anual da SBPC**, 1993, p. 571.
- GADAGKAR, R., NAIR, P., CHANDRASHEKARA, K., BHAT, D.M. Ants species diversity in the Western Ghats, Índia. In: AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.T., de., SCHULTZ, T. (Eds). **Sampling Ground-dwelling ants: Case studies from the World's rain forest**. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin N°18. Perth, Australia, 2000. 75p.
- GAUCH, H.G. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982, 298pp.
- GOTWALD, W. H., Jr. **Army ants: the biology of social predation**. Cornell University Press, Ithaca, 1995, 302pp.
- HADDOW, A.J., YARROW, H.H., LANCASTER, G.A., CORBET, P.S. Nocturnal flight cycles in the males of African doryline ants (Hymenoptera: Formicidae). **Proc. Roy. Entomol. Soc. Lond.**, v.41, p.103-106, 1966.
- HÖLLDOBLER, B., WILSON, E. O. The number of queens: an important trait in ant evolution. **Naturwissenschaften**. v.64, p.8-15, 1977.
- HÖLLDOBLER, B., WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge. Harvard University Press, 1990, 732pp.
- HÖLLDOBLER, B., BARTZ, S.H. Sociobiology of reproduction in ants. **Fortschr. Zool.** v.31, 237-257, 1985.
- KANNOVSKI, P.B. The flight activities of *Dolichoderus (Hypoclinea) taschenbergi* (Hymenoptera: Formicidae). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v. 52, p.755-760, 1959.
- KANNOVSKI, P.B. Daily and seasonal periodicities in the nuptial flights of Neotropical ants. 1 Dorylinae. In: **Proc VI Congr. IUSSI**, Bern, p.77-83, 1969.
- KASPARI, M., PICKERING, J., WINDSOR, D. The reproductive flight phenology of a neotropical ant assemblage. **Ecol. Entomol.** v.26, p.245-257, 2001.
- KELLER, L., PASSERA, L. Size and fat content of gynes in relation to the mode of colony founding in ants (Hymenoptera; Formicidae). **Oecologia**. v.80, p.236-240, 1989.
- KEMPF, W.W. Nota preliminar sobre a fauna das formigas de Agudos. **Rev. Brasil. Entomol.**, v10, p.205-208, 1961.
- KEMPF, W.W. A review of the ant genus *Mycocepurus* Forel, 1893 (Hymenoptera: Formicidae). **Stud. Entomol.** v.6, p.417-432, 1963.

- KERR, W.E. Acasalamento de rainhas com vários machos em duas espécies da tribo Attini (Hymenoptera: Formicoidea). **Rev. Brasil. Biol.** v.21, p.45-48, 1961.
- LAUGA, J., JOACHIM, L. L' échantillonnage des populations d'oiseaux par la méthode des E.F.P.: intérêt d'une étude mathématique de la courbe de richesse cumulée. **Oecol. Gener.** v.8, p.117-124, 1987.
- LONGINO, J.T. Taxonomic characterization of some live-stem inhabiting *Azteca* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica, with special reference to the ants of *Cordia* (Boraginaceae) and *Triplaris* (Polygonaceae). **J. Hym. Res.** v.5, p.131-156, 1996.
- LONGINO, J.T., COLWELL, R.K. Biodiversity assessment using structured inventory: Capturing the ant fauna of lowland tropical rainforest. **Ecol. Appl.** v.7, p.1263-1277, 1997.
- LOPATINA, E.B., KIPYATKOV, V.E. The influence of temperature on brood development in the incipient colonies of the ants *Camponotus herculeanus* (L.) and *Camponotus xerxes* Forel (Hymenoptera, Formicidae). **Actes Coll. Ins. Soc.** v.2, p.61-74, 1993.
- LOUREIRO, M.C., QUEIROZ, M.V.B de. **Insetos de Viçosa: Formicidae.** Viçosa. UFV, 1990. 106pp.
- MAJER, J.D., DELABIE, J.H.C. An evaluation of Brazilian cocoa farm ants as potential biological control agents. **J. Plant Prot. Tropics.** v.10, p.43-49, 1993.
- MAJER, J.D., DELABIE, J.H.C., SMITH, M.R.B. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. **Biotropica.** v.26, p.73-83, 1994.
- MARICONI, F.A.M. **As saúvas.** Agronômica Ceres, São Paulo, 1970, 167pp.
- MARKIN, G.P., DILLIER, J.H., HILL, S.O., BLUM, M.S., HERMANN, H.R. Nuptial flight and flight ranges of the imported fire ant, *Solenopsis saevissima* Richteri (Hymenoptera: Formicidae). **J. Georgia Entomol. Soc.**, v.6, p.145-156, 1971.
- McCLUSKEY, E. S. Circadian rhythms in male ants of five diverse species. **Science.** v.150, p.1037-1039, 1965.
- McCLUSKEY, E. S. Circadian rhythms in female ants, and loss after mating flight. **Comp. Biochem. Physiol.** v.23, p.665-677, 1967.
- MOSER, J.C. Mating activities of *Atta texana* (Hymenoptera: Formicidae). **Ins. Soc.** v.14, p.295-312, 1967.
- NASCIMENTO, I.C do, DELABIE, J.H.C. Calendário de revoadas e ecologia do vôo de fecundação de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 18, 1998, Rio de Janeiro. **Anais: Soc. Entomol. Bras.**, 1998, p.835.
- NIMER, E. Clima. In: GOLDENBERG, C. (Ed.) **Geografia do Brasil. Região Sudeste.** Rio de Janeiro: IBGE, 1977. v.3, p.51-89.

- NOYES, J.S. A study of five methods sampling Hymenoptera (Insecta) in a tropical rainforest, with special reference to the Parasítica. **J. Nat. Hist.** v.23, p.285-298, 1989.
- OLSON, D.M. A comparison of the efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in tropical wet forest, Costa Rica. **Biotropica.** v.23, p.166-172, 1991.
- PAULA, A.S. **Biodiversidade e análise faunística da heteropterofauna da Mata do Córrego do Paraíso, município de Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 101p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) -Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- PAULA, A.S. Fauna de Heteroptera de la “Mata do Córrego do Paraíso”, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. I. Riqueza y diversidad específicas. **Anales Inst. Biol. Univ. Nac Autón. Ser. Zool.** v.69, p.39-51, 1998.
- PEETERS, C. The occurrence of sexual reproduction among ant workers. **Biol. J. Linn. Soc.** v.44, p141-152, 1991.
- PEETERS, C., HIGASHI, S., ITO, F. Reproduction in ponerine ants without queens: monogyny and exceptionally small colonies in the Australian *Pachycondyla sublaevis*. **Ethol. Ecol. Evol.** v.3, p.145-152, 1991.
- PEETERS, C., LIEBIG, J., HOLLDÖBLER, B. Sexual reproduction by both queens and workers in the ponerine ant *Harpegnathos saltator*. **Ins. Soc.** v.47, p.325-332, 2000.
- PEETERS, C., ITO, F. Colony dispersal and the evolution of queen morphology in social Hymenoptera. **Annu. Rev. Entomol.** v.46, p601-630, 2001.
- POLLOCK, G.B., RISSING, S.W. Mating season and colony foundation of the seed-harvester ant, *Veromessor pergandei*. **Psyche.** v.92, p.25-134, 1985.
- QUIRAN, E.M., MOLAS, B.M.C. Nuptial flights and colonies of *Acromyrmex lobicornis* (Hymenoptera: Formicidae) in laboratory, in La Pampa province, Argentina. **Rev. Soc. Entomol. Argentina.** v.57, p.67-70, 1998.
- RAMOS, L.S., SOUZA, S.N., NASCIMENTO, I.C. do., DELABIE, J.H.C. Comunidade de formigas (Insecta; Hymenoptera; Formicidae) da serrapilheira de uma área de Mata Primária no município de Una, Bahia. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 17, 1998, Rio de Janeiro. **Anais: Soc. Entomol. Bras.**, 1998, p. 762.
- REIS, Y. T., DELABIE, J.H.C. Estudo de uma comunidade de Pseudomyrmecinae usando armadilhas de Malaise numa Reserva de Mata Atlântica em Porto Seguro, Bahia. **Naturalia.** v.24, p.119-121, 1999.
- RETTENMEYER, C.W. Behavioral studies of army ants. **Univ. Kans. Sci. Bull.** v.44, p.281-465, 1963.
- REZENDE, S.B. **Estudos de cromotoposequência em Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa, MG: UFV, 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Viçosa, 1971.

- SCHNEIRLA, T. C. **Army ants: a study in social organization**. San Francisco. W. H. Freeman & Co. Press, 1971, 349pp.
- SILVEIRA NETO, S., SILVEIRA, A.C. Armadilha luminosa modelo "Luis de Queiroz". **O solo**, Piracicaba, v. 61, p. 15-21, 1969.
- SNOW, D.W. A possible selective factor in the evolution of fruit seasons in a tropical forest. **Oikos**, Copenhagen, v. 15, p.274-281, 1974.
- SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological Methods**. Chapman & Hall, London, 1976. 391pp.
- SUDD, J.H., FRANKS, N.R. **The behavioural ecology of ants**. Chapman & Hall, New York, 1987, 206pp.
- TAUBER, C., TAUBER, M. Insect seasonal cycles: genetic and evolution. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v.12, p.281-308, 1981.
- TALBOT, M. A comparison of flights of four species of ants. **Am. Midl. Nat.**, v.34, p.504-510, 1945.
- TALBOT, M. Flight activities of two species of ants of the genus *Formica*. **Am. Midl. Nat.**, v.61, p.124-132, 1959.
- TORRES, J.A., SNELLING, R.R., CANALS, M. Seasonal and nocturnal periodicities in ant nuptial flights in the tropics (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**. v.37, p.601-624, 2001.
- WARD, P.S. Systematic studies on Pseudomyrmecinae ants: revision of the *Pseudomyrmex oculatus* and *Pseudomyrmex subtilissimus* species groups, with taxonomic comments on other species. **Quaest. Entomol.** v.25, n.4, p.393-405, 1989.
- WATKINS, J. F. II. **The identification and distribution of New World Army ants (Dorylinae: Formicidae)**. Waco. Baylor University Press, 1976, 102pp.
- WATKINS, J. F. II., 1985. The identification and distribution of the army ants of the United States of America (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae). **J. Kans. Entomol. Soc.** v.58, p.479-502, 1985.
- WEBER, N.A. Gardening ants: the attines. **Mem. Am. Phil. Soc.** v.92, p1-146, 1972.
- WHEELER, W.M., LONG, W.H. The males of some Texan Ecitons. **Am. Nat.** v.35, p.157-173, 1901.
- WILSON, E.O. The True army ants of the Indo-Australian area (Hymenoptera: Formicidae: Dorylinae). **Pac. Insects**. v.6, p.427-483, 1964.
- WILSON, E.O. **The insect societies**. Cambridge. Harvard University Press, 1971, 548pp.
- WILSON, E.O. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forests: a first assessment. **Biotropica**. v.19, p.245-251, 1987.

- WOYCIECHOWSKI, M. Nuptial flights in several ant species and their aerial aggregations (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Zool. Cracov.** v.33, p.555-564, 1990.
- WOLDA, H. Fluctuations in abundance of some Homoptera in a Neotropical Forest. **Geo. Eco. Trop.** v.3, p.229-257, 1977.
- WOLDA, H. Seasonality of Tropical insects I. Leafhoppers (Homoptera) in las Cumbres, Panamá. **J.An. Ecol.**, v.49, p.277-290, 1980.
- WOLDA, H., FISK, F.W. Seasonality of tropical insects. II. Blataria in Panama. **An. Ecol.**, Oxford, v. 50, p.827-838, 1981.