
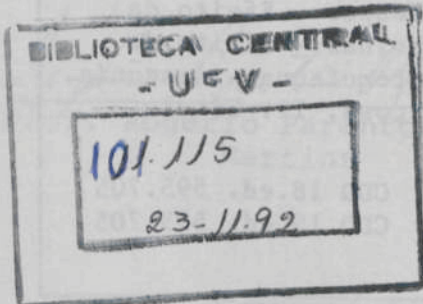


ELDER FERREIRA MORATO

EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE VESPAS E ABELHAS SOLITÁRIAS EM UMA ÁREA DA AMAZÔNIA CENTRAL

UFV	BIBLIOTECA	BBT	OPERA	RG000615459
	CLASSIFICAÇÃO T 595.705 / M831e / 1993			
TÍTULO Efeitos da fragmentação florestal sobre ve				
				
101115 BBT				

Tese Apresentada à Universidade Federal de Viçosa, Como Parte das Exigências do Curso de Entomologia, Para Obtenção do Título de "Magister Scientiae".



T
595.705
M831e
1993
ex.1

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
JANEIRO - 1993

DOAÇÃO

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

T

M831e
1993
Morato, Elder Ferreira, 1963-
Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e
abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central/
Elder Ferreira Morato.- Viçosa: UFV, 1993.
105p. : il.

Orientador: Lúcio Antonio de Oliveira Campos.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

1. Insetos - Ecologia. 2. Vespas - Efeito da
fragmentação florestal. 3. Abelhas - Efeito da
fragmentação florestal. 4. Entomofauna - Amazônia.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 18.ed. 595.705

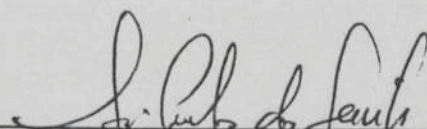
CDD 19.ed. 595.705

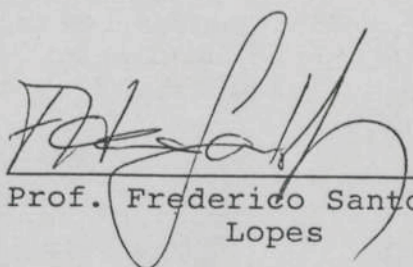
ELDER FERREIRA MORATO

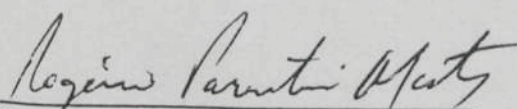
EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE VESPAS E ABELHAS
SOLITÁRIAS EM UMA ÁREA DA AMAZÔNIA CENTRAL

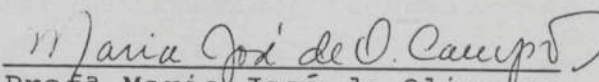
Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Entomologia,
para Obtenção do Título de "Magister
Scientiae".

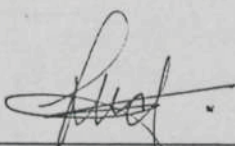
APROVADO: 23 de abril de 1992


Prof. Luiz Carlos dos Santos


Prof. Frederico Santos
Lopes


Prof. Rogério Parentoni
Martins


Profª Maria José de Oliveira
Campos


Prof. Lucio Antonio de Oliveira Campos
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Animal, pela oportunidade de realização do curso.
Aos meus pais e aos meus amigos.

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida.

Ao meu orientador Lúcio Antônio de Oliveira Ceres, pela estadia no Curso de Entomologia e por muitos anos de convivência nesta Universidade.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), World Wildlife Fund (WWF) e Smithsonian Institution (SIRI), pela grande oportunidade concedida na participação do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) no Amazonas.

Aos Professores Frederico Santos Lopes e Helena Castanheira de Moraes, pelo incentivo e pelos auxílios imprescindíveis à realização deste trabalho.

Aos Professores Rogério Parantoni Martins (UFPA),

maria José de Oliveira Campos (UNESP - Rio Claro), Luiz Carlos dos Santos, Eivaldo Ferreira Vilela e Teresinha Maria Castro Della Duxia, pelas valiosas críticas e sugestões.

Aos colegas Márcio Luiz de Oliveira e Marcos Vinícius Bezerra Garcia, sem a ajuda dos quais grande parte deste trabalho não poderia ser realizado.

Ao Professor Pe Jesus Santiago Moura (UFPR) e ao Sérgio Tullio Amazote (USP), pela ajuda na identificação das espécies de abelhas e vespas.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor José Ricardo Cruz Makin, pelo auxílio no envio e especialistas estrangeiros de grande parte

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Animal, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida.

Ao meu orientador Lúcio Antonio de Oliveira Campos, pela acolhida no Curso de Entomologia e por muitos anos de convivência nesta Universidade.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), World Wildlife Fund (WWF) e Smithsonian Institution (STRI), pela grande oportunidade concedida na participação do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) no Amazonas.

Aos Professores Frederico Santos Lopes e Helena Castanheira de Moraes, pelo incentivo e pelos auxílios imprescindíveis à realização deste trabalho.

Aos Professores Rogério Parentoni Martins (UFMG),

Maria José de Oliveira Campos (UNESP - Rio Claro), Luiz Carlos dos Santos, Evaldo Ferreira Vilela e Terezinha Maria Castro Della Lucia, pelas valiosas críticas e sugestões.

Aos colegas Márcio Luiz de Oliveira e Marcos Vinícius Bastos Garcia, sem a ajuda dos quais grande parte deste trabalho não poderia ser realizado.

Ao Professor Pe. Jesus Santiago Moure (UFPR) e ao Sérgio Túlio Amarante (USP), pela ajuda na identificação das espécies de abelhas e vespas.

Ao Professor José Ricardo Cure Hakim, pelo auxílio no envio a especialistas estrangeiros de grande parte do material a ser identificado.

À minha amiga Raquel Pérez-Maluf que tem compartilhado minhas alegrias, incertezas e momentos simples destes últimos anos.

A Ana Maria e Maria Luisa Buschini (Isa), pelo carinho e pela amizade sincera.

A todos os especialistas, pela boa vontade com que identificaram grande parte das vespas e abelhas coletadas.

Aos amigos que fiz durante minha participação no PDBFF e no Curso de Entomologia da UFV.

CONTÉUDO

BIOGRAFIA

Página

1. **EXTRA** Elder Ferreira Morato, filho de Paulo Morato da Fonseca e Maria do Rosário Ferreira Morato, nasceu em Divinópolis, Minas Gerais, em 20 de outubro de 1963. 20

2. Em janeiro de 1988, graduou-se Bacharel em Biologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). 25

3. Durante o curso de graduação, foi estagiário do Departamento de Biologia Geral da UFV, onde trabalhou com Biologia e Ecologia de Abelhas. *Espécies de Abelhas* 30

4. Em março de 1989, iniciou o curso de mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, MG). 40

5. Cumriu todas as exigências para obtenção do título de "Magister Scientiae" e defendeu tese no dia 23 de abril de 1992. *Características de Espécies de Vespa e Abelhas*

6. *Frugivoracão* 52

7. *Diversidade de Espécies de Vespa e Abelhas nos Ambientes Estudados* 53

2.7. Similaridade Entre os Ambientes Estudados	58
3.8. Estratificação	62
4. DISCUSSÃO	79
5. RESUMO E CONCLUSÕES	91
BIBLIOGRAFIA	95

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.1. Amostragem por Ninhos-Armadilhas.....	20
2.2. Análise dos Dados.....	25
3. RESULTADOS.....	31
3.1. Riqueza e Abundância de Espécies de Vespas.....	31
3.2. Riqueza e Abundância de Espécies de Abelhas.....	33
3.3. Representatividade de Espécies de Vespas nos Ambientes Estudados.....	40
3.4. Representatividade de Espécies de Abelhas nos Ambientes Estudados.....	47
3.5. Sensibilidade de Espécies de Vespas e Abelhas à Fragmentação.....	52
3.6. Diversidade de Espécies de Vespas e Abelhas nos Ambientes Estudados.....	53

3.7. Similaridade Entre os Ambientes Estudados.....	58
3.8. Estratificação.....	62
4. DISCUSSÃO.....	70
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	91
BIBLIOGRAFIA.....	95

EXTRATO

MORATO, Elger Ferreira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 1973. Efeitos da Fragmentação Florestal Sobre Vespas e Abelhas Solitárias em uma Área da Amazônia Central. Professor Orientador: Lúcio Antônio de Oliveira Campos. Professores Conselheiros: Evaldo Ferreira Viçola e José Ricardo Eury Nakai.

O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos da fragmentação de ambientes florestais de terra firme, na Amazônia Central, sobre as comunidades de vespas e abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes.

As coletas dessas vespas e abelhas, mediante a técnica de ninhos-escudilhão, foram feitas, quinzenalmente, entre junho de 1969 e junho de 1970. Elas foram realizadas em uma localidade esta contínua não perturbada, em dois fragmentos de mata nativa de 1 ha, em dois fragmentos de 10 ha, e em um fragmento de 100 ha, em áreas cercadas e em clareiras naturais, situadas no interior da mata contínua.

EXTRATO

MORATO, Elder Ferreira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 1993. Efeitos da Fragmentação Florestal Sobre Vespas e Abelhas Solitárias em uma Área da Amazônia Central. Professor Orientador: Lúcio Antonio de Oliveira Campos. Professores Conselheiros: Evaldo Ferreira Vilela e José Ricardo Cure Hakim.

O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos da fragmentação de ambientes florestais de terra firme, na Amazônia Central, sobre as comunidades de vespas e abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes.

As coletas dessas vespas e abelhas, mediante a técnica de ninhos-armadilhas, foram feitas, quinzenalmente, entre junho de 1988 e junho de 1990. Elas foram realizadas em sete locais de mata contínua não perturbada; em dois fragmentos de mata nativa de 1 ha; em dois fragmentos de 10 ha; em um fragmento de 100 ha; em áreas desmatadas e em clareiras naturais, situadas no interior da mata contínua.

Em cada local de mata e fragmento, os ninhos-armadilha foram instalados a 1,5 m, 8 m e 15 m de altura. Nas áreas desmatadas e clareiras, os ninhos-armadilhas foram colocados a 1,5 m apenas, pois nestes locais não houve condições de serem instalados nas outras alturas.

Foram coletados um total de 1.529 ninhos de vespas, pertencentes a 24 espécies, e 405 ninhos de abelhas, pertencentes a 15 espécies.

As vespas fundaram ninhos, principalmente, em áreas desmatadas e fragmentos de 1 ha, enquanto as abelhas nidificaram, sobretudo, na mata contínua. Houve espécies de vespas que fundaram ninhos, predominantemente na mata contínua e espécies de abelhas que fundaram ninhos, principalmente, em áreas desmatadas.

Em sua maior parte, as espécies de vespas e abelhas fizeram ninhos a 15 m de altura.

A composição de espécies de vespas e abelhas dos ambientes mais abertos e alterados mostrou ser diferente da fauna da mata contínua. Também a diversidade de espécies de vespas e abelhas foi maior na mata contínua.

Os resultados sugerem que espécies de abelhas, adaptadas à mata, são mais sensíveis à fragmentação que espécies correspondentes de vespas.

Concluiu-se, pois, que as comunidades de vespas e abelhas solitárias, que nidificam em cavidades preexistentes, foram alteradas pelo processo de fragmentação da mata.

1. INTRODUÇÃO

A ocupação e a exploração, pelo homem, de ambientes tropicais têm levado à degradação de seus ecossistemas e à rápida diminuição de sua biodiversidade, o que tem sido motivo de grande preocupação de ecólogos e conservacionistas.

A região tropical possui metade das florestas remanescentes do mundo e tem sofrido perdas maiores de espécies, em relação a outros ambientes (LUGO, 1988). Segundo algumas estimativas (MYERS, 1988), as florestas tropicais possuem mais de 50% das espécies existentes no planeta, ainda que ocupem apenas 7% da superfície terrestre. Embora as funções usadas para descrever a associação entre perda de florestas e perda de espécies ainda não tenham sido estabelecidas empiricamente, sabe-se que as florestas tropicais estão sendo destruídas mais rapidamente que qualquer outro ambiente (MYERS, 1988; LUGO, 1988). Elas já foram reduzidas em cerca de 55% de

sua área original e estão sendo destruídas a uma taxa de 100.000 Km² por ano (WILSON, 1989). As taxas de extinção atualmente divulgadas, para as florestas tropicais, possivelmente subestimam a perda real de espécies, uma vez que partem da pressuposta distribuição homogênea de organismos pela floresta. Um grande número de espécies está, contudo, distribuído muito restritamente. Em consequência disso, se uma pequena porção de mata que contém uma espécie endêmica for destruída, esta espécie será rapidamente extinta (WILSON, 1989).

Uma característica do desmatamento de florestas em todo o mundo é que ele não tem ocorrido uniformemente, o que provoca a fragmentação de matas antes contínuas. Esse processo desordenado acarreta o aparecimento de fragmentos de mata, isolados entre si, e da mata contínua. Além da perda de espécies provocada pela destruição da mata, pode ocorrer, inicialmente, um influxo de espécies para os fragmentos, que podem funcionar como refúgios. Com o passar do tempo, o fragmento isolado de mata sofre transformações com relação à diversidade e composição de sua fauna e flora, modificações em processos biológicos, rompimento e estabelecimento de novas interações entre as espécies, bem como, modificações nas características do microclima e solo. Extinção, dispersão e colonização são freqüentes até que ocorra o estabelecimento de um novo equilíbrio (LOVEJOY, 1980).

Uma característica das florestas tropicais é sua grande riqueza em espécies, notadamente de plantas

floríferas e insetos, muitas das quais são raras, apresentando populações com densidades muito baixas (WILSON, 1989).

ELTON (1973) amostrou a fauna de invertebrados diurnos do sub-bosque de duas florestas tropicais, uma na ilha de Barro Colorado (Panamá) e outra na região de Belém (Estado do Pará - Brasil), e constatou que a diversidade de invertebrados é grande, embora a maioria das espécies tenha apresentado densidades populacionais muito baixas (1-2 animais/m² de habitat amostrado) e os indivíduos sejam pequenos (aproximadamente 33% dos indivíduos amostrados possuíam 3 mm ou menos de comprimento). Contudo, segundo esse autor, a fauna de insetos noturnos das florestas tropicais chuvosas é diversa e as espécies possuem indivíduos maiores que as espécies diurnas. Na fauna diurna, há também maior número de espécies predadoras. Segundo Elton, as baixas densidades populacionais e o pequeno tamanho das espécies de hábito diurno são decorrentes de pressões seletivas devidas à predação intensa que ocorre durante o dia. As presas que sobrevivem tendem a ter populações com densidades baixas e a serem inconspícuas. Assim, é de se esperar que essas espécies raras se extingam mais facilmente. Logo, para a preservação de comunidades como essa, seria necessária a manutenção de grandes quantidades de floresta, como as reservas biológicas.

A complexidade do ambiente é grande. O dossel das árvores, por exemplo, tipicamente distribui-se em três ou mais camadas verticais, com uma delas atingindo 30 m ou

mais de altura (WILSON, 1989). Ao contrário das florestas de clima temperado, que possuem plantas com flores no sub-bosque, nas florestas tropicais chuvosas as flores são abundantes apenas nas copas das árvores (ELTON, 1973). Outro aspecto importante das florestas tropicais é que elas apresentam um grande número de centros de endemismo. Na região neotropical, por exemplo, existe um número apreciável de centros endêmicos para espécies de animais e plantas, notadamente na região amazônica (PRANCE, 1973; 1985a). Em um amplo estudo nesta região, BROWN (1977) constatou a ocorrência de 50 centros de endemismo de espécies de lepidópteros pertencentes aos grupos Ithomiinae e Heliconiini (Nymphalidae).

Diversos estudos visando à conservação ambiental vêm sendo propostos e executados nos últimos anos, tais como inventários regionais da fauna e flora, com ênfase na localização de centros de endemismo; estudos da biologia de espécies ameaçadas de extinção e estabelecimento de parques e reservas biológicas. Como na maioria dos casos, as reservas biológicas são fragmentos de mata isolados, o estudo das modificações na composição da fauna e flora dos fragmentos de mata após o isolamento é de grande importância para a adoção de critérios confiáveis para o estabelecimento de parques e reservas.

Uma abordagem que tem recebido muita atenção nas últimas décadas, com relação ao desenvolvimento de estratégias de planejamento e criação de áreas de

preservação, é a teoria da biogeografia de ilhas (MACARTHUR e WILSON, 1967). Em parte, isso se deve ao fato de que a abordagem quantitativa desenvolvida por essa teoria tem sido aplicada não apenas a ilhas oceânicas, mas também a ecossistemas terrestres isolados, que podem funcionar como "ilhas", como os fragmentos e as reservas de mata isolados (VUILLEUMIER, 1970; SIMBERLOFF, 1974; HARRIS, 1984). Algumas das previsões dessa teoria têm sido enfatizadas em estudos de conservação ambiental, não obstante o fato de seu real valor ser questionado por diversos autores (DIAMOND, 1975; MAY, 1975; DIAMOND e MAY, 1976; SIMBERLOFF e ABELE, 1976; PICKET e THOMPSON, 1978; GILPIN e DIAMOND, 1980; VANZOLINI, 1980; HIGGS, 1981; SIMBERLOFF e ABELE, 1982; WILCOX e MURPHY, 1985). Uma das mais importantes previsões refere-se ao número de espécies que pode ser mantido em uma ilha ou em um ecossistema terrestre isolado. Esse número é uma função de taxas de extinção e taxas de imigração de novas espécies provenientes de outras fontes. Essas taxas dependem fundamentalmente do tamanho e nível de isolamento da ilha, em relação a outras ilhas ou a uma área maior que funcione como fonte de espécies colonizadoras. Ilhas grandes e próximas do continente ou área-fonte devem possuir mais espécies que ilhas pequenas e distantes (MACARTHUR e WILSON, 1967).

A grande maioria das espécies que ocorrem em florestas tropicais são muito susceptíveis a processos de extinção, uma vez que ocorrem em densidades populacionais muito baixas e participam de interações ecológicas,

às vezes muito estreitas e complexas, com outras espécies (MACARTHUR, 1972; MYERS, 1987). Muitas espécies mantêm relações de dependência muito fortes com outras da comunidade, como as plantas floríferas e seus polinizadores; os predadores e suas presas. O processo de coevolução tem produzido vários níveis de dependência entre as espécies, chegando algumas vezes a promover o aparecimento de relações de dependência obrigatória (FUTUYMA, 1973). Este fato tem importantes implicações no desmatamento e na fragmentação de florestas. Os sinergismos são aspectos importantes dos ecossistemas. A extinção de uma espécie que mantém relações de dependência com outras pode promover o desaparecimento de várias outras com as quais ela interage (MYERS, 1987).

As alterações dos padrões de diversidade e de abundância dentro de um grupo de organismos poderiam, portanto, promover, a longo prazo, grandes modificações nas populações de espécies com as quais mantêm relações ecológicas muito estreitas. A abundância de uma espécie pode ser um fator que influencia e determina a abundância de outras. Nesse aspecto, vespas e abelhas são componentes muito importantes das comunidades, podendo ser muito sensíveis aos efeitos de perturbações ambientais. Alguns grupos de vespas solitárias são predadores de um grande número de insetos e aranhas e são, por sua vez, predados e parasitados por um grande número de outros organismos, como aranhas, moscas, formigas etc (EVANS e EBERHARD, 1970). As abelhas, de um modo geral, são dependentes das plantas

floríferas na obtenção de alimento e outros recursos. As plantas, por outro lado, dependem muitas vezes das abelhas para a sua reprodução, pois esses insetos são importantes promotores da polinização cruzada.

As vespas constituem um grupo muito diverso em morfologia e comportamento. Aproximadamente 90% das espécies conhecidas são solitárias (EVANS e EBERHARD, 1970). As espécies que constroem um ninho para a postura de ovos podem fazê-lo de diversas maneiras. A maioria constrói ninhos subterrâneos. Outras constroem ninhos aéreos, podendo utilizar barro ou polpa e outros materiais vegetais na sua construção. Vários gêneros das famílias Sphecidae, Eumenidae e Pompilidae possuem espécies que fazem ninhos no interior da medula de plantas ou em cavidades preexistentes na madeira, muitas vezes feitas por besouros e outros insetos (KROMBEIN, 1960a; 1960b; EVANS, 1966; DANKS, 1970; EVANS e EBERHARD, 1970; DANKS, 1971a; CALLAN, 1986; COWAN, 1991).

As vespas alimentam sua prole com insetos ou aranhas, adultos ou imaturos. Os comportamentos de predação e aprovisionamento de ninhos são restritos às fêmeas. Algumas espécies são bastantes específicas com relação ao tipo de presa utilizado no aprovisionamento e outras são mais generalistas, aprovisionando seus ninhos com presas de diversas espécies. Por exemplo: Ampulex compressa aprovisiona seus ninhos apenas com baratas Periplaneta; as fêmeas de Podium rufipes, com baratas, mas de espécies pertencentes a, pelo menos,

cinco gêneros; espécies de Sphecidae, com insetos, imaturos ou adultos, de quase todas as ordens, além de aranhas de diversas famílias; espécies de Pompilidae utilizam apenas aranhas, e as de Eumenidae, principalmente lagartas de Lepidoptera. Por outro lado, os adultos possuem uma dieta muito diversificada, mais comumente alimentando-se de néctar ou outros líquidos de origem vegetal e animal (EVANS, 1966; KROMBEIN, 1967; EVANS e EBERHARD, 1970; MENKE e BOHART, 1976).

As espécies de vespas predadoras devem exercer forte pressão predadora sobre as populações de suas presas. Por exemplo: fêmeas de Trypoxylon (Trypargilum) tridentatum (Sphecidae) constroem ninhos com 6-9 células e utilizam, em média, 23 aranhas no aprovisionamento de cada célula; os ninhos de Euodynerus foraminatus (Eumenidae) possuem, em média, 8 células e em cada uma as fêmeas aprovisionam, em média, 10 lagartas de Olethreutidae (KROMBEIN, 1967). Assim, para manter, por exemplo, 200 ninhos de E. foraminatus por um determinado período, seriam necessárias 16.000 lagartas. As espécies de presas, por sua vez, interagem com outros organismos na comunidade, como as aranhas, que são predadoras de uma variedade de insetos e de pseudo-escorpiões; opiliões e outros aracnídeos (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1958). Tem-se afirmado que as aranhas são capazes de regular populações de invertebrados de forma muito eficiente, e que sua abundância em uma região parece ter uma relação definida com a abundância

da fauna de invertebrados. Por exemplo: em regiões ou situações onde existem grandes populações de Collembola, há maior abundância de aranhas que se alimentam destes insetos (BRISTOWE, 1968).

Pelo menos dois fatores são essenciais para a manutenção de populações de vespas predadoras no ambiente: locais adequados para a construção de ninhos e quantidade suficiente de presas para provisão. Variações no número de locais disponíveis para nidificação e na abundância de presas produzem variações correspondentes na densidade populacional de espécies de vespas predadoras (JANVIER, 1956; COWAN, 1991).

As abelhas constituem a superfamília Apoidea, que possui mais de 20.000 espécies distribuídas em 11 famílias (ROUBIK, 1989). Cerca de 85% das espécies são solitárias (BATRA, 1984). As comunidades de abelhas de florestas tropicais, de forma semelhante à que acontece em regiões tropicais áridas, são representadas principalmente por espécies de Anthophoridae, Megachilidae e Apidae (ROUBIK, 1989).

Há uma grande diversificação de hábitos de nidificação entre as abelhas. Várias espécies solitárias de Anthophoridae, Megachilidae e Apidae, tal como acontece com vespas, nidificam em medulas de plantas ou orifícios preexistentes em madeira (KROMBEIN, 1967; DANKS, 1970; LARDOCA et alii, 1987; FRANKIE et alii, 1988). Os ninhos são provisionados com pólen, néctar e, ou, óleo, coletados em flores. Entre as abelhas existem também as espécies especialistas e generalistas com relação ao alimento

coletado.

De modo geral, as abelhas e plantas floríferas estão associadas de maneira muito forte. O aparecimento das Angiospermas, possivelmente no Cretáceo (PROCTOR, 1978; CREPECT, 1983), sua evolução e diversificação estiveram intimamente relacionadas com a de seus polinizadores, podendo-se mesmo falar na ocorrência de um processo de coevolução entre os dois grupos de organismos (FEINSINGER, 1983). Dentre estes organismos, as abelhas sobressaem como os mais importantes e especializados (FAEGRI e PIJL, van der, 1979). Em alguns casos, o processo evolutivo produziu relações bastante específicas entre abelhas e plantas floríferas (PERCIUAL, 1962; DRESSLER, 1982). Uma relação tão estreita tornou-se possível, porque, de um modo geral, as abelhas são dependentes das flores para a obtenção de alimento e outros recursos (SIMPSON e NEFF, 1981). Além disso, as flores também podem servir como locais para cópula e repouso de algumas espécies de abelhas (FAEGRI e PIJL, van der, 1979; SIMPSON e NEFF, 1981; THORNHILL e ALCOCK, 1983). O fato das abelhas serem, de um modo geral, eficientes promotores da polinização cruzada e as alegadas vantagens genéticas deste sistema de reprodução (FAEGRI e PIJL, van der, 1979) para as angiospermas tornam essa associação uma relação de benefício mútuo.

Nas florestas tropicais, a polinização representa uma das várias maneiras pelas quais as plantas e os animais interagem. Por causa da baixa densidade das populações de

espécies arbóreas, alguns botânicos acreditavam que a autofertilização fosse um fenômeno generalizado nessas florestas, uma vez que parecia pouco provável que o pólen de um indivíduo pudesse ser seguramente transferido para outro situado a uma distância às vezes muito grande por meio de um polinizador. A polinização cruzada é, contudo, um fenômeno muito comum em matas tropicais, e há uma tendência de as espécies de plantas serem polinizadas por animais (PRANCE, 1985b). Um estudo realizado em uma comunidade de floresta tropical de planície na Costa Rica (BAWA, 1974) evidenciou que, de um total estimado de 130 espécies de árvores, 54% eram auto-incompatíveis e 22% eram dióicas. Apesar das baixas densidades que caracterizam as espécies de plantas tropicais, a polinização cruzada pode ocorrer, uma vez que alguns polinizadores, como as abelhas Euglossini, são capazes de voar longas distâncias. Evidências circunstanciais também indicam que essas abelhas mantêm uma certa constância em relação às plantas visitadas (JANZEN, 1971).

PRANCE (1983) relata como as associações entre as abelhas e plantas floríferas são importantes na Floresta Amazônica. A castanha-do-pará (Bertholletia excelsa, Lecythidaceae) é uma espécie muito comum nas matas amazônicas. As flores dessa espécie só produzem sementes se forem polinizadas com pólen de flores de um outro indivíduo. Os polinizadores são abelhas Euglossini e, às vezes, Xylocopa, que coletam néctar nas flores. Entretanto, machos de Euglossini são

também dependentes de espécies de orquídeas epífitas para a coleta de fragrâncias florais. Os machos visitam as flores, coletam as substâncias odoríferas e as armazenam nas patas posteriores. Os movimentos do macho na flor da orquídea resultam na sua polinização. Posteriormente, eles formam grupos que, aparentemente, atraem as fêmeas, resultando no acasalamento. As substâncias odoríferas parecem desempenhar um importante papel na biologia da reprodução dos machos. Portanto, para se reproduzir, *B. excelsa* necessita de abelhas polinizadoras, que, por sua vez, dependem das orquídeas para seu acasalamento.

Dadas as complexas interações entre plantas e polinizadores, deve haver numa reserva biológica espaço adequado, de modo a permitir um número de árvores suficiente para manter as populações de polinizadores. De outra forma, a longo prazo, a reprodução cessará (LOVEJOY e RANKIN, 1981).

FEISINGER et alii (1982) demonstraram como o tamanho e o isolamento de uma ilha podem afetar a diversidade de polinizadores e a maneira como estes polinizadores interagem com as plantas. Esses autores investigaram a flora e fauna de beija-flores polinizadores nas ilhas de Trinidad e Tobago. Trinidad, uma ilha maior do que Tobago e situada a apenas 15 Km do continente, possuía um número de espécies de beija-flores três vezes maior que Tobago, apesar de a diversidade da flora ser a mesma nas duas ilhas. Um número maior de visitas por flor observada ocorreu

em plantas de Trinidad; em Tobago os polinizadores foram menos constantes, visitando as plantas de maneira mais errática e imprevisível.

JENNERSTEN (1988) investigou os efeitos da fragmentação de habitats sobre a reprodução de Dianthus deltoides (Caryophyllaceae), uma planta perene e polinizada por insetos. A taxa de visitas e a produção de sementes em D. deltoides foram comparadas em locais isolados por culturas e em um local não-isolado. No local não-isolado foram verificadas maior abundância e diversidade de insetos antófilos (incluindo abelhas Bombus e lepidópteros). Plantas de D. deltoides receberam maior taxa de visitas no local não-isolado. Um número maior de sementes foi produzido por flor no local não-isolado, embora o número médio de óvulos/flor fosse o mesmo nos dois ambientes. Isso indicou que houve menor porcentagem de fertilização de óvulos nos locais isolados em razão, possivelmente, das baixas taxas de visitas efetuadas pelos insetos polinizadores.

Os adultos de espécies de vespas e abelhas são predados por uma grande variedade de organismos, como aranhas, formigas, vespídeos, libélulas, hemípteros, mantídeos, neurópteros, asilídeos, lagartos, anuros e pássaros (EVANS e EBERHARD, 1970; ROUBIK, 1989); seus ninhos também são atacados por várias espécies de insetos parasitóides e cleptoparasitas (muitas vezes espécies de vespas e abelhas), além de ácaros e fungos (KROMBEIN, 1967; EVANS e EBERHARD, 1970; BATRA, 1984; ROUBIK, 1989).

A investigação dos efeitos da fragmentação de

matas sobre a abundância e diversidade de vespas e abelhas, bem como os estudos sobre aspectos de sua biologia, são de grande importância para a conservação de florestas tropicais. Contudo, a amostragem de insetos pertencentes a esses grupos em ambientes de mata é, às vezes, muito difícil, por causa da altura das árvores. A coleta de abelhas em flores, por exemplo, é dificultada pela altura do dossel; nesse caso, uma metodologia de coleta tem sido utilizada com relativo sucesso: o uso de iscas-odoríferas para amostragem de abelhas Euglossini. Este método permite a coleta dos machos dessas abelhas em matas e tem sido utilizado, com algumas variações, em vários tipos de estudo, principalmente nos que envolvem aspectos de sazonalidade e estrutura de comunidades (RICKLEFS et alii, 1969; WILLIAMS e DODSON, 1972; JANZEN et alii, 1982; ACKERMAN, 1983; PEARSON e DRESSLER, 1985; ROUBIK e ACKERMAN, 1987; CAMPOS et alii, 1989). BRAGA (1976) utilizou esse método na região amazônica para comparação da fauna de Euglossini em ambientes de campina, campinarana e floresta. POWELL e POWELL (1987) usaram iscas-odoríferas para verificar os efeitos da fragmentação da mata sobre as populações de Euglossini. Apesar de suas vantagens, esse método possui sérias limitações, como a possibilidade de apenas amostrar os machos de Euglossini, uma vez que as fêmeas não são atraídas pelos odores usados.

A técnica de ninhos-armadilhas mostra-se como uma alternativa mais promissora em trabalhos de

levantamentos faunísticos de Hymenoptera que nidificam em orifícios. Ela tem sido usada por vários autores na amostragem de espécies de vespas e abelhas solitárias, que, em condições naturais, nidificam em cavidades preexistentes em madeira (COOPER, 1953; MEDLER e FYE, 1956; MEDLER e KOERBER, 1957; MEDLER, 1964; FYE, 1965a; 1965b; MEDLER, 1965a; 1965b; 1966; KROMBEIN, 1967; MEDLER, 1967a; 1967b; KROMBEIN, 1970; COVILLE, 1979; COVILLE e COVILLE, 1980; GESS e GESS, 1980; JAYASINGH e FREEMAN, 1980; COVILLE, 1981; O'BRIEN, 1982; COVILLE e GRISWOLD, 1983; 1984; JENNINGS e HOUSEWEART, 1984; GRISWOLD e COVILLE, 1986; DALLA VECCHIA, 1988; FRICKE, 1991a; 1991b; KIM, 1992). Os ninhos-armadilhas permitem a obtenção de uma quantidade muito grande de dados sobre vários aspectos da biologia das espécies fundadoras, como razão sexual, tipo de alimento utilizado no aprovisionamento das células, insetos associados aos ninhos como parasitóides e cleptoparasitas, além da própria arquitetura dos ninhos.

KROMBEIN (1967) utilizou essa técnica em amplo estudo sobre esses insetos nos Estados Unidos. Esse autor realizou coletas por quase 10 anos em várias zonas faunísticas, obtendo uma grande quantidade de informações sobre espécies de vespas e abelhas solitárias. Foram coletadas 75 espécies de vespas predadoras, 43 espécies de abelhas não-parasitas, além de 83 espécies de parasitas e predadores associados aos fundadores. Foram descritas novas espécies de vespas, abelhas e insetos

associados, e dados sobre a arquitetura e a biologia de aproximadamente 3.400 ninhos foram registrados.

Na região amazônica, o desmatamento da floresta tropical tem ocorrido de forma muito rápida e irracional nos últimos anos (COLINVAUX, 1989). Existem indicações de que ele ocorre segundo um modelo exponencial (FEARNSIDE, 1982)

É dentro dessa perspectiva que os efeitos do isolamento de porções de mata tropical vêm sendo estudados na Amazônia Central, em região próxima de Manaus, pelo Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF). O PDBFF vem-se desenvolvendo desde 1979 e, inicialmente, fez parte de um convênio entre o INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) e o WWF (World Wildlife Fund). A partir de 1990, o PDBFF vem se desenvolvendo por meio de um convênio entre o INPA e o STRI (Smithsonian Tropical Research Institute). O PDBFF tem como objetivo principal o estudo dos efeitos da fragmentação florestal sobre a fauna e flora de "ilhas" de florestas resultantes do processo de desmatamento. A estratégia básica do projeto consiste em estudar a fauna e flora em áreas de mata isoladas, de diferentes tamanhos, e em áreas-controle de mesmo tamanho, não-isoladas e situadas na mata contínua. Na região onde o PDBFF tem sido desenvolvido é prática comum a derrubada de porções de mata e a posterior ocupação da área desmatada por pastagens para o desenvolvimento da pecuária de corte. Essa prática tem criado grandes áreas abertas e fragmentos de mata, com

conseqüente modificação da fauna e flora. Conforme resultados do PDBFF, esse desmatamento tem produzido alterações em comunidades de aves, primatas, insetos, plantas, bem como modificações microclimáticas no ecossistema (LOVEJOY et alii, 1986; BIERREGAARD e LOVEJOY, 1988). SOUZA (1989) estudou o impacto da fragmentação da floresta sobre as comunidades de Isoptera em áreas do PDBFF. Esse autor constatou, neste estudo, que o processo de insularização de porções de mata modificou a estrutura das comunidades de cupins. Fragmentos de mata isolados apresentaram menor diversidade de cupins do que porções de mata nativa contínua. Nestes fragmentos, houve também tendência a ocorrer um aumento na proporção de determinadas espécies. Mais informações sobre o PDBFF podem ser encontradas em LOVEJOY (1980, 1985).

LOVEJOY et alii (1984, 1986) relataram algumas das alterações que ocorreram nos fragmentos de mata na Amazônia Central, em região onde se desenvolve o PDBFF, após seu isolamento:

a) Na borda de um fragmento, a temperatura e umidade relativa tornaram-se muito flutuantes. Massas de ar quente e seco provenientes dos locais desmatados podem penetrar no interior do fragmento. Foi constatada uma diferença na umidade relativa entre a borda da mata e seus locais situados a 100 m. No início da manhã, a diferença foi igual a 5%, mas igual a 20% no meio do dia. Em um fragmento de 100 ha, foi constatada uma diferença na temperatura, à sombra, entre a borda da mata e um

local situado a 100 m igual $4,5^{\circ}\text{C}$. No caso de fragmentos menores, de 1 e 10 ha, todo o fragmento deve ser afetado.

b) Dados de 1983 e 1984 mostraram que a taxa de mortalidade de árvores com DAP maior que 10 cm, nos dois primeiros anos após o isolamento, foi igual a 2,6% em fragmentos de 1 e 10 ha e de apenas 1,5% na mata contínua. A mortalidade mais elevada nos fragmentos esteve possivelmente relacionada com a destruição mecânica das árvores pelos ventos que sopram na borda, provenientes da derrubada. Plantas que possuem um sistema radicular mais raso devem ser mais afetadas. Alterações das relações micorrízicas do microclima e das condições do solo devem também ser responsáveis por esta mortalidade.

c) Nos fragmentos de mata isolados em 1980 e 1983, foi relatado um aumento na queda de folhas das árvores. Esta queda pode ser um fator que também contribui para a mortalidade de árvores, uma vez que representa uma maneira pela qual os nutrientes são drenados.

Tendo em vista a importância das vespas e abelhas como predadores e polinizadores e as relações que mantêm com outros organismos, este trabalho teve como objetivo estudar o impacto da fragmentação da floresta sobre as comunidades desses insetos.

Mais especificamente, os objetivos deste trabalho foram:

1. Realizar um levantamento da fauna de vespas e abelhas solitárias em áreas isoladas de matas de diferentes

tamanhos e em áreas correspondentes não-isoladas, bem como em locais desmatados e clareiras naturais situadas no interior da mata contínua não-perturbada.

2. Comparar a riqueza, diversidade e abundância de espécies de vespas e abelhas desses ambientes.

3. Verificar a sensibilidade das espécies de vespas e abelhas adaptadas à mata contínua, à fragmentação, e à perturbação deste ambiente.

4. Verificar a semelhança faunística existente entre a mata contínua e os locais alterados pelo desmatamento.

5. Verificar se grupos de vespas e abelhas que fundam seus ninhos em locais desmatados também o fazem em clareiras no interior da mata contínua.

6. Verificar a altura em que as espécies de vespas e abelhas fundam seus ninhos.

7. Verificar se a fragmentação da floresta altera os padrões de estratificação com relação à fundação dos ninhos das espécies de vespas e abelhas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Amostragem por Ninhos-Armadilhas

As coletas foram realizadas na Amazônia Central, em uma região situada aproximadamente a 70-90 Km ao norte de Manaus - AM ($2^{\circ}30'S$ e $60^{\circ}W$), nas áreas de trabalho do convênio INPA/WWF/STRI, entre junho de 1988 e junho de 1990. Essa área encontra-se sob a jurisdição da SUFRAMA (Superintendência da Zona Franca de Manaus) e tem sido desmatada para a implantação de pastagens, visando ao desenvolvimento da pecuária.

A região apresenta vegetação típica de floresta tropical úmida de terra firme, com dossel atingindo em média 30-37 m de altura. O sub-bosque é aberto e possui um grande número de palmeiras acaules. Os solos são em geral do tipo latossolos, pobres em nutrientes, e o relevo é plano e ondulado, e recortado por inúmeros igarapés. A precipitação

média anual é de 2.186 mm, com uma estação mais seca entre julho e setembro, quando a precipitação mensal pode ser menor que 100 mm. Dados mensais de precipitação e temperatura da região durante o período de coleta são vistos na Figura 1.

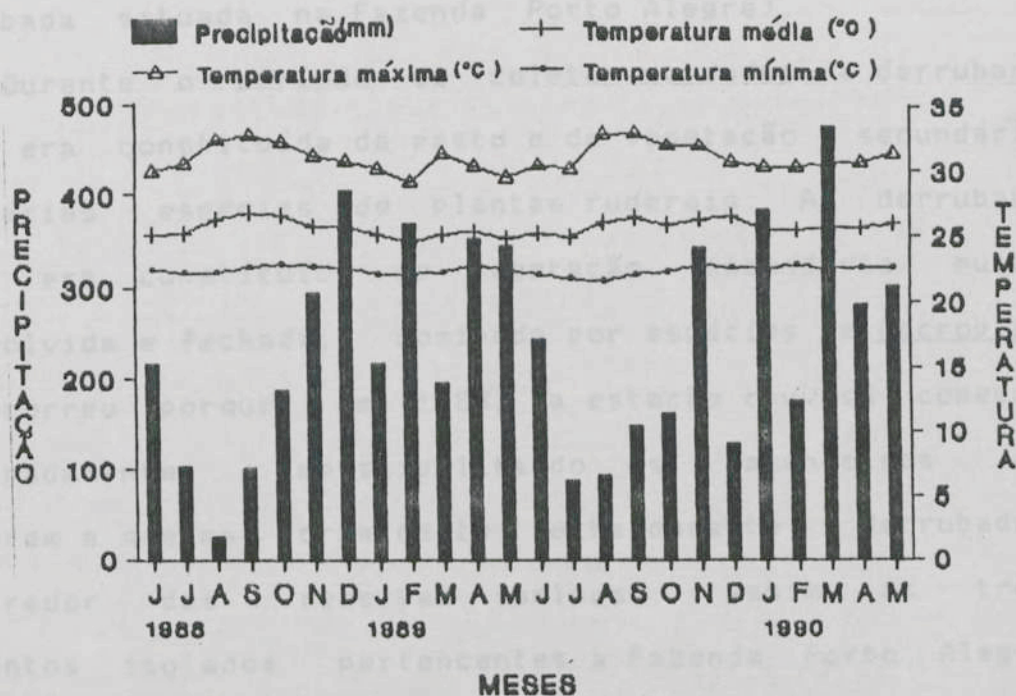


FIGURA 1- Precipitação e Temperatura Mensais para o Período de Junho de 1988 a Junho de 1990. Os Dados Foram Obtidos na Estação Meteorológica da EMBRAPA, Situada no Km 28 da Rodovia AM-010 (59°52'W e 3°8'S).

As coletas foram realizadas em dois fragmentos de mata nativa, preservados, de 1 ha, dois fragmentos de 10 ha, um fragmento de 100 ha e em sete locais de mata não-perturbada. Ao longo deste texto, a expressão mata contínua será usada como sinônimo de mata não-

perturbada. Além dessas áreas, também foram feitas amostragens em áreas onde a vegetação nativa foi derrubada, localizadas na Fazenda Esteio e Fazenda Porto Alegre e situadas próximo dos fragmentos isolados. Essas áreas de derrubada serão, de agora em diante, denominadas DERCO (Derrubada situada na Fazenda Esteio, próxima do acampamento Colosso) e DERPA (Derrubada situada na Fazenda Porto Alegre).

Durante o período de coleta de dados, a derrubada DERCO era constituída de pasto e de vegetação secundária com várias espécies de plantas ruderais. A derrubada DERPA era constituída de vegetação secundária muito desenvolvida e fechada, dominada por espécies de Cecropia. Isso ocorreu porque, em 1983, a estação chuvosa começou antecipadamente, impossibilitando os fazendeiros de efetuarem a queima, normalmente feita durante a derrubada, ao redor das reservas isoladas. Assim, os três fragmentos isolados pertencentes à Fazenda Porto Alegre (3114, 3209 e 3304) estavam separados da mata contínua por uma capoeira alta, espessa e dominada por espécies de Cecropia. Já os dois fragmentos isolados na Fazenda Esteio estavam separados da mata contínua por vegetação baixa e pasto. O Quadro 1 fornece outras informações sobre os fragmentos de mata isolados e os locais de coleta situados na mata contínua.

A amostragem de vespas e abelhas solitárias foi realizada com o emprego de ninhos-armadilhas. Duas peças de madeira de 25x35x120 mm foram unidas em uma morça e furadas longitudinalmente de forma que, quando as duas

metades da peça estão unidas, forma-se um orifício com diâmetro de 4,8; 9,5 ou 12,7 mm e 8 cm de comprimento. No campo, as duas metades foram unidas por fita adesiva. Para a construção dos ninhos-armadilhas, foi utilizada madeira de Pithecelobium sp. (Leguminosae) por ser inodora e não soltar fibras com facilidade.

QUADRO 1 - Características dos Locais Amostrados. Os Códigos Utilizados são Aqueles Dados pelo PDBFF

Código	Tamanho (ha)	NUA ¹	Situação	Isolamento	Distância da Floresta (m)
1104	1	1	isolado	1980	100
3114	1	1	isolado	1983	150
1202	10	1	isolado	1980	70-100
3209	10	1	isolado	1983	650
3304	100	1	isolado	1983	300
1113	1	1	mata contínua	-	-
1210	10	1	mata contínua	-	-
1301	100	1	mata contínua	-	-
1501	-	3	mata contínua	-	-
MCPA ²	-	1	mata contínua	-	-

1/ Número de unidades amostrais.

2/ Local de mata contínua, situado na Fazenda Porto Alegre.

No interior de cada fragmento isolado ou local de mata contínua, foram escolhidas quatro árvores separadas entre si por uma distância máxima de 50 m. Cada conjunto de quatro árvores constituiu uma unidade amostral. Em cada árvore foram colocados três blocos de ninhos-armadilhas: um bloco a 1,5 m; um bloco a 8 m e outro a 15 m de altura. Cada bloco continha nove ninhos-armadilhas, três de cada diâmetro, distribuídos

ao acaso. Os blocos foram atados a um fio de náilon que passava por uma roldana de metal presa à árvore, a 15 m de altura. Isso possibilitou a descida, verificação e suspensão dos blocos periodicamente.

Por possuir um amplo sistema de trilhas, em um local de mata contínua denominado 1501 foram realizadas coletas em três unidades amostrais, que serão denominadas 1501a, 1501b e 1501c. No interior deste local, foram também realizadas coletas em 23 clareiras naturais com tamanho entre 25 m² e aproximadamente 40 m², originadas pela queda natural de árvores. O interior desses locais era mais iluminado do que o sub-bosque da mata adjacente e possuía troncos de árvores em decomposição e arbustos de pequeno porte. Foram colocados 20 blocos de ninhos-armadilhas em locais de derrubada e 23 em clareiras naturais. Nestes locais, os blocos foram instalados a 1,5 m de altura apenas.

Os ninhos-armadilhas colocados nos fragmentos, locais de mata contínua, nas áreas de derrubada e clareiras naturais foram inspecionados, quinzenalmente, entre junho de 1988 e junho de 1990; aqueles ocupados por ninhos de vespas ou abelhas foram retirados e substituídos por peças vazias. As peças ocupadas foram levadas para o laboratório, onde os ninhos foram abertos, separadas suas duas metades e, em seguida, descritos. Após a descrição, os ninhos foram colocados em local apropriado até a emergência dos adultos; a seguir, foram limpos e reutilizados no campo. Os adultos foram mortos com vapor de acetato de etila e montados em

alfinetes entomológicos. Este material foi separado em morfoespécies, sendo os representantes de cada uma enviados a especialistas para identificação; os demais foram identificados por meio de comparação com o material já identificado. Insetos associados aos ninhos foram tratados da mesma forma. Assim, ninhos, dos quais emergiram adultos, foram identificados com relação às vespas e abelhas que os construíram e provisionaram. Ninhos, dos quais não ocorreram emergências, foram identificados, com base em suas características, por comparação com ninhos semelhantes.

2.2. Análise dos Dados

Como o esforço de coleta (número de ninhos-armadilhas instalados) foi diferente em alguns ambientes (por exemplo, 756 ninhos-armadilhas foram instalados na mata contínua, mas apenas 108 no fragmento de mata de 100 ha), grande parte dos resultados apresentados em forma gráfica neste trabalho e também dos dados utilizados em algumas análises foram corrigidos. Essas correções foram realizadas com a finalidade de padronizar o esforço de coleta nos diferentes ambientes e, conseqüentemente, evitar distorções de amostragem. As correções foram realizadas da seguinte maneira: tomou-se como padrão o esforço de coleta realizado nos fragmentos de 1 ha, 10 ha e clareiras naturais (216 ninhos-armadilhas foram instalados nestes ambientes). No fragmento de 100 ha, o número de ninhos-armadilhas

instalados foi igual a 108 e, portanto, o número de ninhos coletados de cada uma das espécies de vespas e abelhas fundadoras foi multiplicado por 2. Nos locais desmatados, foram instalados 180 ninhos-armadilhas e o número de ninhos coletados de cada uma espécie foi multiplicado por 1,2. Na mata contínua, foram instalados 756 ninhos-armadilhas, ou seja, um número 3,5 vezes maior que nos fragmentos. Portanto, o número de ninhos coletados neste ambiente foi multiplicado por 0,286. Ao longo do texto será indicado se os dados foram corrigidos.

Em algumas análises, não foram incluídos os dados coletados no fragmento de mata com 100 ha, em razão de problemas de amostragem, uma vez que não havia réplicas de fragmentos com este tamanho.

Foi realizada uma correlação entre o número de ninhos fundados nos diferentes locais de coleta e o número de espécies de vespas e abelhas coletadas. Foi utilizado o coeficiente de correlação não-paramétrico de Spearman (r_s) (SIEGEL e CASTELLAN, 1988). Os valores obtidos desses coeficientes foram submetidos ao teste t de significância.

Valores de diversidade, em espécies de vespas e abelhas, foram calculados para os ambientes estudados, pelo índice de Shannon (MAGURRAN, 1988), de acordo com a fórmula a seguir:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

em que: H' = índice de diversidade da amostra
 p_i = proporção de indivíduos pertencentes à i-ésima espécie

ln = logaritmo neperiano

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') toma em consideração dois aspectos da comunidade ou amostra em questão: o número de espécies (riqueza) e a distribuição dos indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (PEET, 1974).

Os valores obtidos por estes índices foram comparados por uma variação do teste t, proposta por HUTCHESON (1970). Esta comparação envolve, inicialmente, o cálculo das variâncias dos índices de Shannon obtidos a partir das amostras a serem comparadas. As variâncias e os valores dos índices das amostras são, então, utilizados numa fórmula que permite o cálculo de t. Os graus de liberdade são obtidos a partir das variâncias e do número de indivíduos das amostras que estão sendo comparadas. As fórmulas matemáticas envolvidas são apresentadas a seguir:

$$\text{Var } H' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2}{N} - \left(\frac{\sum p_i \ln p_i}{N} \right)^2 - \frac{S - 1}{(2N)^2}$$

em que:

Var H' = variância do índice de diversidade da amostra a ser comparada

N = número total de indivíduos da amostra

S = número total de espécies da amostra

$$t = \frac{H'_{1} - H'_{2}}{\sqrt{(\text{Var } H'_{1} + \text{Var } H'_{2})}}$$

em que:

t = valor de t para comparação em tabela de distribuição estatística

$$\text{G.L.} = \frac{(\text{Var } H'_{1} + \text{Var } H'_{2})^2}{(\text{Var } H'_{1})^2/N_{1} + (\text{Var } H'_{2})^2/N_{2}}$$

em que:

G.L. = número de graus de liberdade

Valores de equitabilidade em espécies de vespas e abelhas foram calculados, para os ambientes estudados, pelo índice J' de Pielou (LUDWIG e REYNOLDS, 1988), de acordo com a fórmula a seguir:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

em que:

H' = índice de diversidade da amostra

$\ln(S)$ = valor máximo de H' , ou seja, o valor de H' quando todas as espécies da amostra possuem o mesmo número de indivíduos

Quando todas as espécies representadas em uma amostra são igualmente abundantes, o índice atinge seu valor máximo, quando existe uma dominância acentuada por parte de uma ou algumas espécies se aproxima de 0.

O método da rarefação (HURLBERT, 1971) foi utilizado para o cálculo do número esperado de espécies para amostras de diferentes tamanhos da mata contínua e dos fragmentos de 1 e 10 ha. HURLBERT (1971) mostrou que o número esperado de espécies $E(S_n)$ em uma amostra com n indivíduos retirada de uma "população" com tamanho N e com S espécies pode ser obtido pela fórmula:

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left\{ 1 - \left[\frac{\binom{N-n_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \right\}$$

em que:

n_i = número de indivíduos da i -ésima espécie

A fórmula anterior permite obter o número esperado de espécies em uma amostra casual de tamanho n , com base na

soma das probabilidades de cada espécie que aparecer na amostra. Para a comparação entre comunidades ou ambientes, são obtidos inicialmente os valores de $E(S_n)$ para amostras de diferentes tamanhos. A comunidade (ou ambiente) que possuir o menor número de indivíduos N é tomada como um ponto referencial. Todas as outras comunidades serão comparadas, então, com base no valor de $E(S_n)$ obtido para uma amostra com tamanho igual ao número total de indivíduos da comunidade que apresentou o menor valor de N .

A similaridade faunística entre os ambientes estudados, em relação às espécies de vespas e abelhas coletadas, foi verificada pelo coeficiente de dissimilaridade "Chord Distance" (PIELOU, 1984; LUDWIG e REYNOLDS, 1988). Esse coeficiente mede a dissimilaridade entre duas amostras, portanto quanto maior o valor obtido, menor a semelhança faunística entre as duas amostras que estão sendo comparadas. Esse coeficiente atribui maior importância às proporções relativas das espécies e não as suas quantidades absolutas. Isto é feito por meio da função circular coseno, isto é, projetando as amostras em um plano com n dimensões, em que cada dimensão ou eixo representa de forma abstrata uma espécie, de modo a formar um círculo cujo valor do raio é igual a 1. A distância da corda entre as duas amostras representa, assim, o valor do coeficiente, o qual possui um intervalo de variação compreendido entre 0 e $\sqrt{2}$. As fórmulas empregadas para seu cálculo são as seguintes:

$$ccos_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^S (X_{ij} X_{ik})}{\sqrt{\sum_i^S X_{ij}^2 \sum_i^S X_{ik}^2}}$$

em que:

$ccos_{jk}$ = coseno "chord"

$X_{i,j}$ = número de indivíduos da i-ésima espécie na j-ésima amostra

$X_{i,k}$ = número de indivíduos da i-ésima espécie na k-ésima amostra

$$CRD_{jk} = \sqrt{2(1 - ccos_{jk})}$$

em que:

CRD_{jk} = coeficiente de dissimilaridade "Chord Distance" entre as amostras j e k

3. RESULTADOS

Com os valores obtidos, foram montados dendrogramas de dissimilaridade de acordo com o método de agrupamento UPGMA (Unweighted pair-grouping method analysis) (LUDWIG e REYNOLDS, 1988).

Foi realizada uma correlação entre os valores de dissimilaridade, obtidos entre os ambientes estudados, em relação à fauna de vespas e em relação à fauna de abelhas pelo coeficiente de Pearson (r) (SOKAL e ROHLF, 1981). A significância dos valores dos coeficientes foi testada pelo teste t.

A preferência pela altura da nidificação de espécies de vespas e abelhas foi analisada por um teste de χ^2 para o caso de uma amostra (SIEGEL e CASTELLAN, 1988).

Para verificar se a altura em que as espécies de vespas e abelhas fundaram seus ninhos foi dependente do tipo de ambiente (se fragmento ou mata contínua), foi realizada uma análise de contingência mediante um teste de χ^2 .

Trypoxylon foram coletadas, sendo responsáveis pela fundação de 0,78% do número total de ninhos de vespas.

As espécies de vespas mais abundantes nas coletas foram Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse (33%), Trypoxylon (Trypargilum) nitidum (30%), Podium rufipes (12,1%), Trypoxylon (Trypargilum) sp.3 (11,1%) e Podium sexdentatum (5,6%). Cerca de 18 espécies (75%) fundaram menos de 20 ninhos (5,1%).

As espécies de vespas fundaram mais ninhos em locais de derrubada e fragmentos isolados de 1 ha do que em outros ambientes (Figura 2). O número de ninhos fundados variou muito entre os locais de coleta, sendo maior na derrubada DERCO e menor no local de mata contínua 1210.

O número de espécies coletadas nos diferentes ambientes foi pequeno (Quadro 3). Desconsiderando o esforço de coleta, que foi diferente nos ambientes estudados, foram coletadas mais espécies de vespas na mata contínua (16) do que nos fragmentos de mata e derrubada.

O número esperado de espécies $E(S_n)$ obtido pelo método da rarefação, considerando amostras de mesmo tamanho ($n = 178$ ninhos), foi igual a 6,588 para os fragmentos de 1 ha, a 11,000 para os fragmentos de 10 ha e a 11,935 para a mata contínua.

Não houve uma correlação significativa entre o número de ninhos fundados e o número de espécies de vespas coletadas nos diferentes locais ($r_s = 0,167$; $t = 0,611$; $p = 0,276$) (Figura 3), porque, em alguns locais, como nas áreas mais abertas e alteradas, houve dominância

acentuada na fundação de ninhos por parte de algumas poucas espécies.

3.2. Riqueza e Abundância de Espécies de Abelhas

Uma lista das espécies e o número de ninhos fundados nos diferentes locais de coleta podem ser vistos, de forma detalhada, no Quadro 2. O número de ninhos fundados por abelhas foi menor que o número fundado por espécies de vespas (Quadro 3).

Foram coletadas 15 espécies de abelhas, que fundaram 405 ninhos.

As abelhas coletadas pertencem às famílias Anthophoridae, Megachilidae e Apidae. A família Anthophoridae foi a mais comum, com 232 ninhos fundados, distribuídos entre cinco espécies. Destes, 98,3% foram fundados por espécies do gênero Centris. Abelhas da família Megachilidae fundaram 158 ninhos, distribuídos entre sete espécies. Abelhas da família Apidae fundaram apenas 15 ninhos distribuídos em três espécies. Pelo menos duas espécies coletadas, pertencentes aos gêneros Anthodioctes e Duckanthidium (Megachilidae), ainda não estão descritas na literatura.

As espécies de abelhas mais abundantes nas coletas foram Centris terminata (31,9% das fundações dos ninhos), C. dichrotricha (19,8%), Megachile orbiculata (18%) e Anthodioctes n.sp. (15,1%).

As abelhas apresentaram um padrão diferente (Figura 2). Constatou-se a tendência, embora pouco

acentuada, para maior fundação de ninhos em reservas de mata contínua e clareiras naturais. Também foi pequena a variação do número de ninhos fundados nos locais amostrados. Um número maior de ninhos foi coletado em clareiras naturais (78) e um número menor na derrubada DERPA (6).

Desconsiderando o esforço de coleta, mais espécies de abelhas foram coletadas na mata contínua.

O número esperado de espécies $E(S_n)$, obtido pelo método da rarefação, considerando amostras de mesmo tamanho ($n = 34$ ninhos), foi igual a 7,590 para os fragmentos de 1 ha, 6,000 para os fragmentos de 10 ha e 7,267 para a mata contínua.

Cerca de 11 espécies (73,3%) fundaram menos de 20 ninhos (15,3%). Houve correlação positiva e significativa entre o número de ninhos fundados e o número de espécies de abelhas coletadas nos locais de amostragem ($r_s = 0,700$; $t = 3,530$; $p = 0,002$) (Figura 3). Isso significa que, nos locais onde houve um número maior de espécies, também houve um número maior de fundações de ninhos. Locais com poucas espécies apresentaram também menor número de fundações.

QUADRO 2 - Número de Ninhos de Espécies de Vespas e Abelhas Coletados em Locais de Mata Contínua, Fragmentos de Mata, Áreas Desmatadas e Clareiras Naturais Entre Junho de 1988 e Junho de 1990

Espécie	Mata Contínua										Derrubadas		Clareiras naturais	Total				
	1 ha	10 ha	100 ha	1104	3114	1202	3209	3304	1113	1210	1301	1501a			1501b	1501c	MCPA ¹	DERCO
Sphecidae																		
<i>Ampulex</i> sp												1				2		3
<i>Pison</i> (<i>Entomopison</i>) sp												1						1
<i>Pison</i> (<i>Pison</i>) <i>cressoni</i>															8			8
<i>Pisoxylon xanthosoma</i>								1	2			4	5	1			4	17
<i>Podium rufipes</i>	1	11	10	18	34	1	34	6	13	14	15	5	5	24	17		17	185
<i>Podium sexdentatum</i>		1	7	2	15		2	15	2	10	21	2	2	22			4	86
<i>I.</i> (<i>Trypargilum</i>) <i>nitidum</i>	79	44	38	25	23		24	9	9	44	25	21	21	21	27	35	29	459
<i>I.</i> (<i>Trypargilum</i>) <i>lactitarse</i>	27	103	26	14			1	1	1	7	1	1	1	1	12	222	83	505
<i>I.</i> (<i>Trypargilum</i>) <i>fugax</i>																4		4
<i>I.</i> (<i>Trypargilum</i>) <i>xanthandrum</i>			1															1
<i>I.</i> (<i>Trypargilum</i>) <i>aff. nitidum</i>	2	4	3	1	2				3	9	4			16	1	1		46
<i>I.</i> (<i>Trypargilum</i>) sp 2				2							4			2				8
<i>I.</i> (<i>Trypargilum</i>) sp 3	18	1	7	19			1	1	1	2	30	23	11	8	14	35		170
<i>I.</i> (<i>Trypargilum</i>) <i>scrobiferum</i>											2							2
<i>I.</i> (<i>Trypoxylon</i>) <i>punctivertex</i>	4	1								1							1	6
<i>I.</i> (<i>Trypoxylon</i>) <i>aff. unguicorne</i>																		5
<i>I.</i> (<i>Trypoxylon</i>) sp. 2					1													1
Pompilidae																		
<i>Auplopus</i> sp			1	1										1				5
<i>Prionchilus</i> sp									2			2					1	5
Eumenidae																		
<i>Zethus</i> sp										1								1
<i>Eumenidae</i> sp 1							1										2	4

1/Local de mata contínua na Fazenda Porto Alegre.

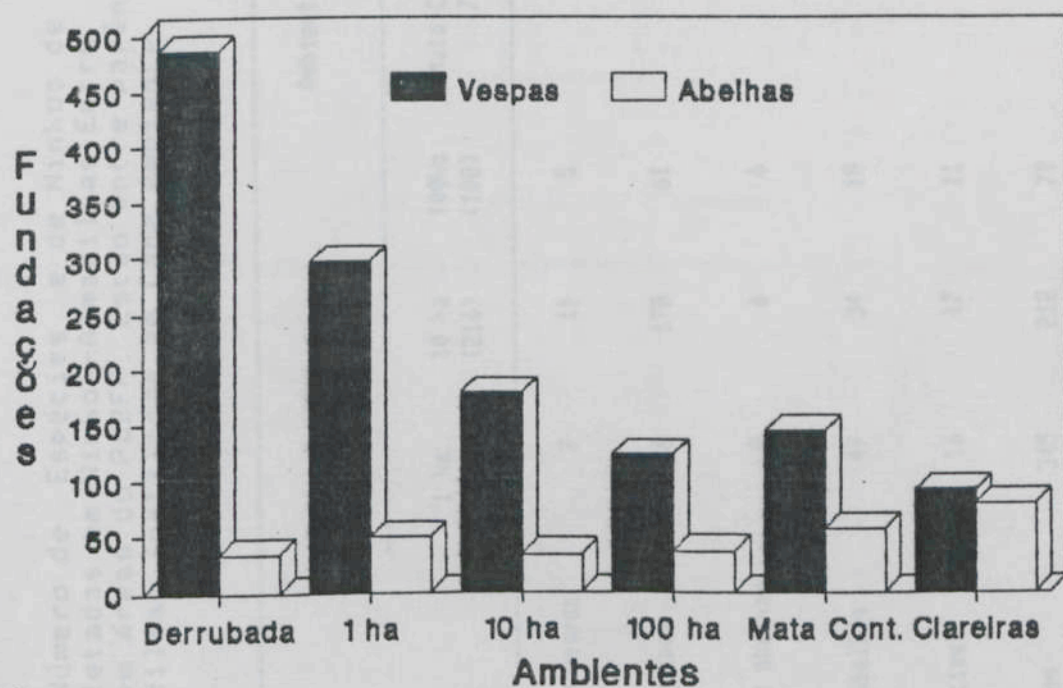
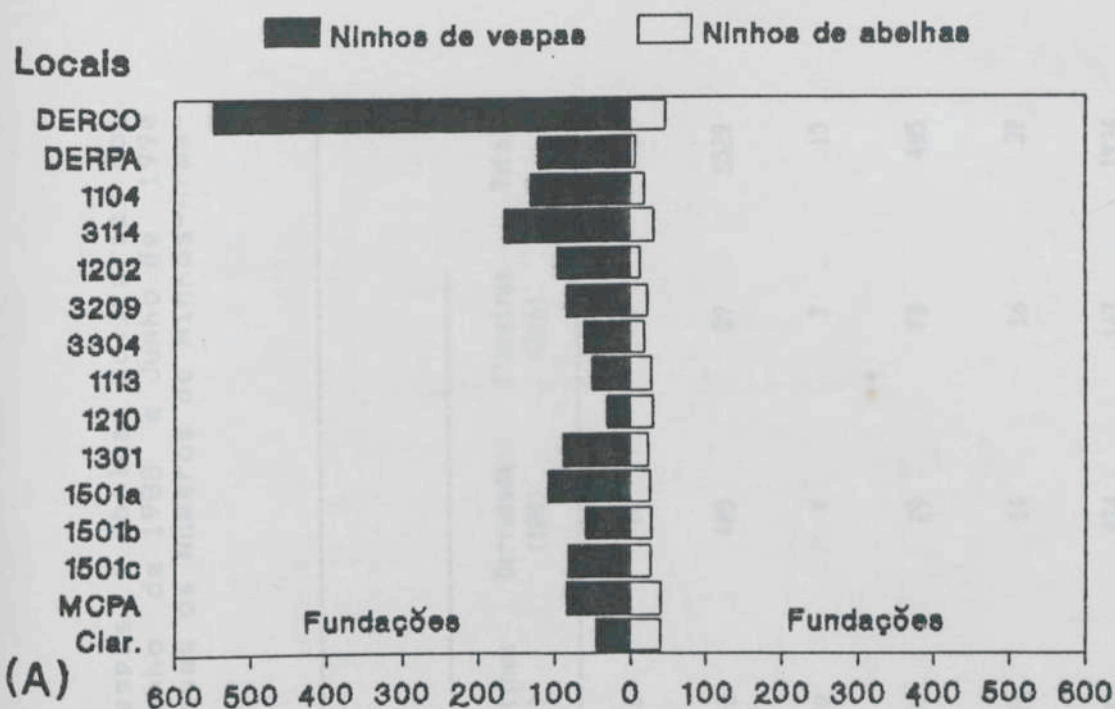
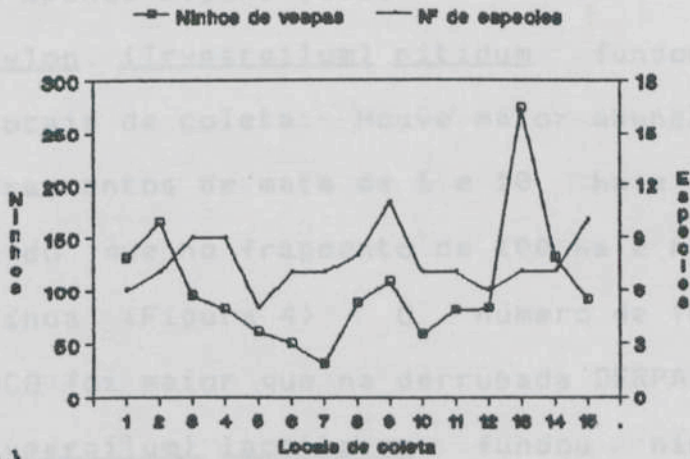


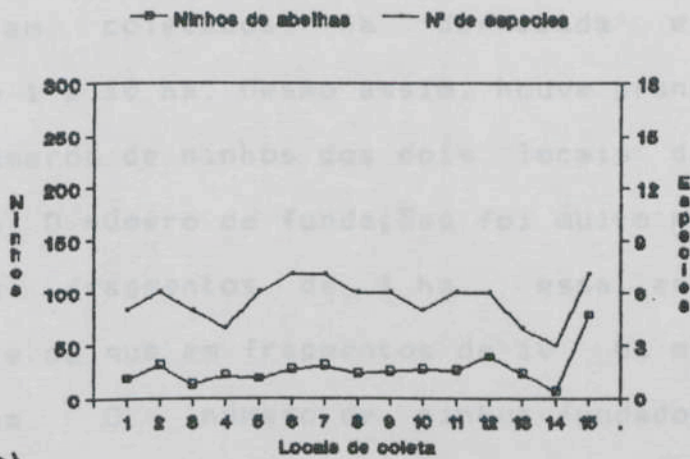
FIGURA 2 - Número de Ninhos de Vespas e Abelhas Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados Corrigidos por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Coleta. (B) Número Total de Ninhos Coletados Corrigido pelo Número de Ninhos-Armadilhas Colocados nos Diferentes Ambientes Estudados.

QUADRO 3 - Número de Espécies e de Ninhos de Vespas e Abelhas Solitárias Coletadas em Ninhos-Armadilhas Entre Junho de 1988 e Junho de 1990 em Áreas do PDBFF. Estão entre parênteses os Números de Ninhos-Armadilhas Instalados em Cada Ambiente

	Ambientes						Total
	1 ha (216)	10 ha (216)	100ha (108)	Mata Contínua (756)	Derrubada (180)	Clareiras (216)	
Nº de espécies de vespas	7	11	5	16	10	9	24
Nº de ninhos de vespas	296	178	61	500	405	89	1529
Nº de espécies de abelhas	9	6	6	10	4	7	15
Nº de ninhos de abelhas	49	34	18	197	29	78	405
Nº total de espécies	16	17	11	26	14	16	39
Nº total de ninhos	345	212	79	697	434	167	1934



(A)



(B)

FIGURA 3 - Correlação entre Número de Ninhos Fundados e Número de Espécies de Vespas Coletadas nos Locais de Amostragem ($r_w = 0,167$; $t = 0,611$; $p = 0,276$) (A); Correlação entre Número de Ninhos Fundados e Número de Espécies de Abelhas Coletadas nos Locais de Amostragem ($r_w = 0,700$; $t = 3,530$; $p = 0,002$) (B). 1 = 1104; 2 = 3114; 3 = 1202; 4 = 3209; 5 = 3304; 6 = 1113; 7 = 1210; 8 = 1301; 9 = 1501a; 10 = 1501b; 11 = 1501c; 12 = MCPA; 13 = DERCO; 14 = DERPA; 15 = Clareiras.

3.3. Representatividade de Espécies de Vespas nos Ambientes Estudados

Algumas espécies de vespas foram freqüentes em todos os locais de coleta, fossem eles isolados ou não ou mesmo em áreas desmatadas. Outras fundaram ninhos com maior freqüência em apenas alguns locais.

Trypoxylon (Trypargilum) nitidum fundou ninhos em todos os locais de coleta. Houve maior abundância dessa espécie nos fragmentos de mata de 1 e 10 ha e nos locais de derrubada do que no fragmento de 100 ha e nas reservas de mata contínua (Figura 4). O número de fundações na derrubada DERCO foi maior que na derrubada DERPA.

I. (Trypargilum) lactitarse fundou ninhos principalmente em locais de derrubada. Cerca de 60,4% dos ninhos foram coletados na derrubada e 33,6% nos fragmentos de 1 e 10 ha. Mesmo assim, houve grande diferença entre os números de ninhos dos dois locais de derrubada DERCO e DERPA. O número de fundações foi muito maior na área DERCO. Nos fragmentos de 1 ha, essa espécie foi mais abundante do que em fragmentos de 10 ha e em áreas da mata contínua. O número de ninhos fundados na mata contínua e nas clareiras naturais foi muito pequeno. Nenhum ninho foi fundado no fragmento de 100ha (Figura 5).

I. (Trypargilum) sp.3 fundou ninhos tanto na mata contínua como nos fragmentos e nas áreas de derrubada, mas de forma muito variável. O número de fundações foi um pouco maior nas clareiras naturais (Figura 6). Todos os

ninhos fundados na derrubada o foram em DERPA.

I. (Trypargilum) aff. nitidum fundou poucos ninhos, mas esteve presente em quase todos os tipos de ambientes. Apenas nas clareiras naturais essa espécie não fundou ninhos (Quadro 2).

Podium rufipes fundou ninhos principalmente no fragmento de 100 ha (Figura 7). Nos fragmentos de 10 ha, houve mais fundações que nos fragmentos de 1 ha. O número de ninhos fundados por ninho-armadilha colocado foi muito semelhante nas reservas de mata contínua e nos fragmentos de 10 ha. Essa espécie não fundou ninhos em locais de derrubada.

Podium sexdentatum fundou ninhos com maior frequência na mata contínua (Figura 8). Não houve fundações de ninhos dessa espécie no fragmento de 100 ha e nos locais de derrubada. Nos fragmentos de 10 ha, houve mais fundações que nos fragmentos de 1 ha.

As demais espécies foram de ocorrência rara, o que dificultou as análises. Vale a pena chamar a atenção, contudo, para o fato de que todos os oito ninhos fundados por Pison cressoni o foram na derrubada DERCO.

Em suma, foram constatados os seguintes padrões:

- a) Espécies que fundaram ninhos principalmente na mata contínua (incluindo clareiras naturais) e, ou, no fragmento de 100 ha: Pisoxylon xanthosoma, Podium rufipes e P. sexdentatum.
- b) Espécies que fundaram ninhos principalmente na derrubada e nos fragmentos de mata de 1 e 10 ha: I. lactitarse e Pison cressoni.

ç) Espécies que fundaram ninhos nos locais de derrubada, nos fragmentos e na mata contínua, sem uma preferência pronunciada: *I. nitidum*, *Trypoxylon* sp.3 e *Trypoxylon* aff. *nitidum*.

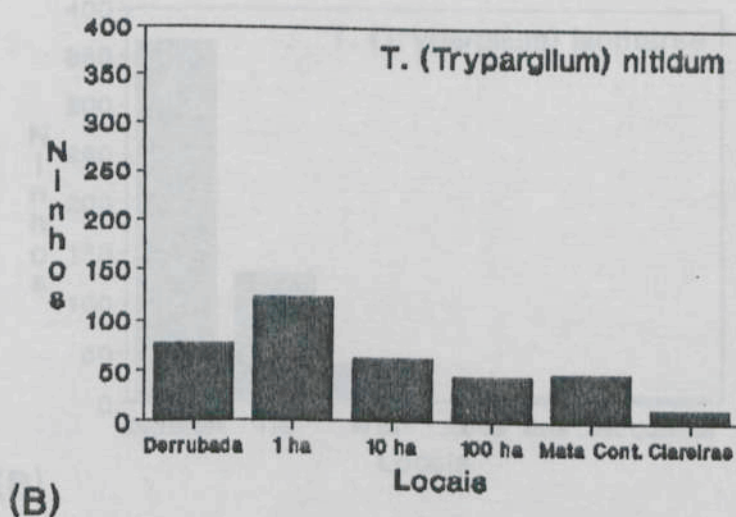
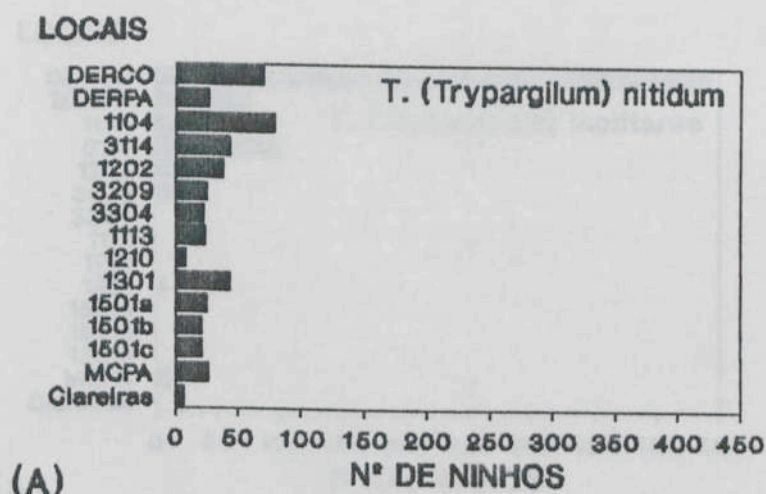


FIGURA 4 - Número de Ninhos de *I. (Trypargillum) nitidum* Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Amostragem. (B) Número Total de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Fragmentos de Mata de Diferentes Tamanhos e Outros Locais Amostrados.

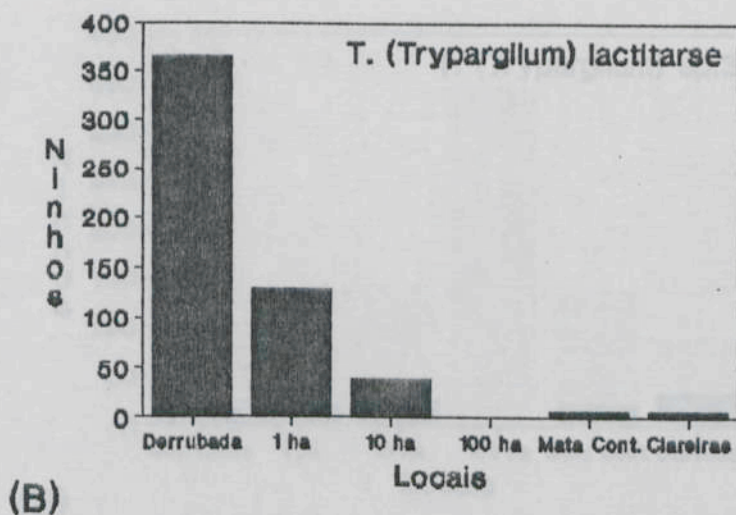
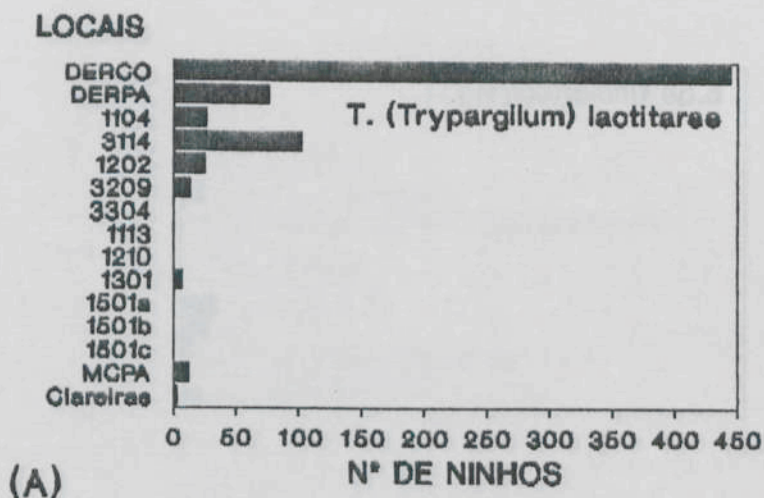


FIGURA 5 - Número de Ninhos de *I. (Trypargilum) lactitarse* Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Amostragem. (B) Número Total de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Fragmentos de Mata de Diferentes Tamanhos e Outros Locais Amostrados.

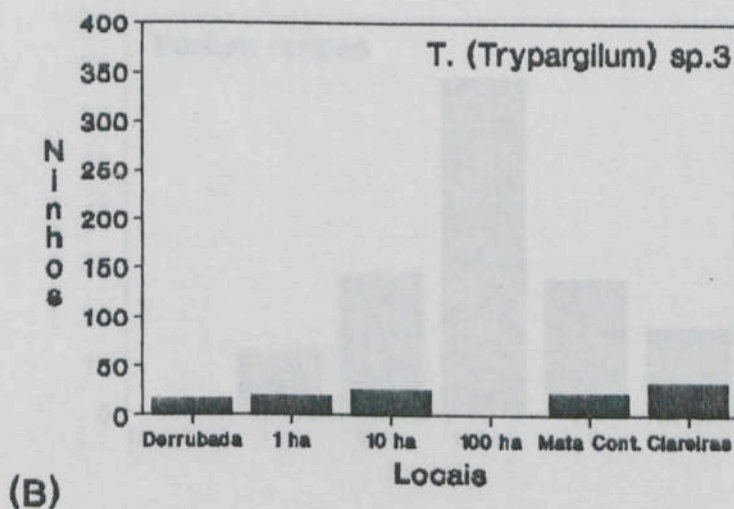
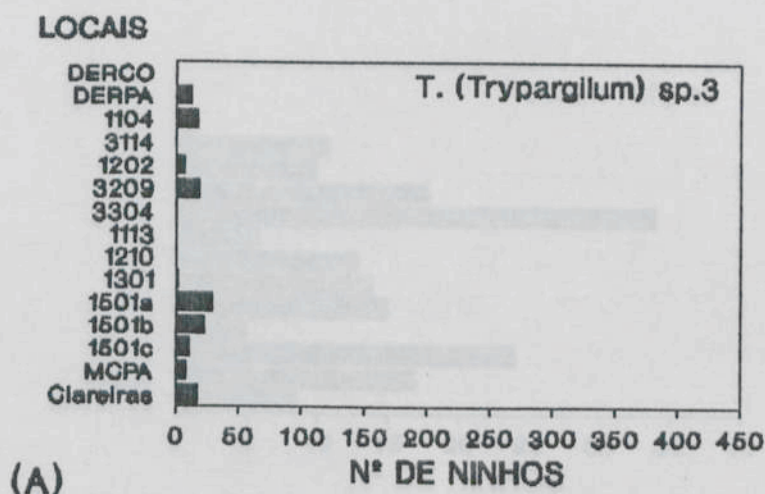


FIGURA 6 - Número de Ninhos de *I. (Trypargilum) sp.3* Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Amostragem. (B) Número Total de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Fragmentos de Mata de Diferentes Tamanhos e Outros Locais Amostrados.

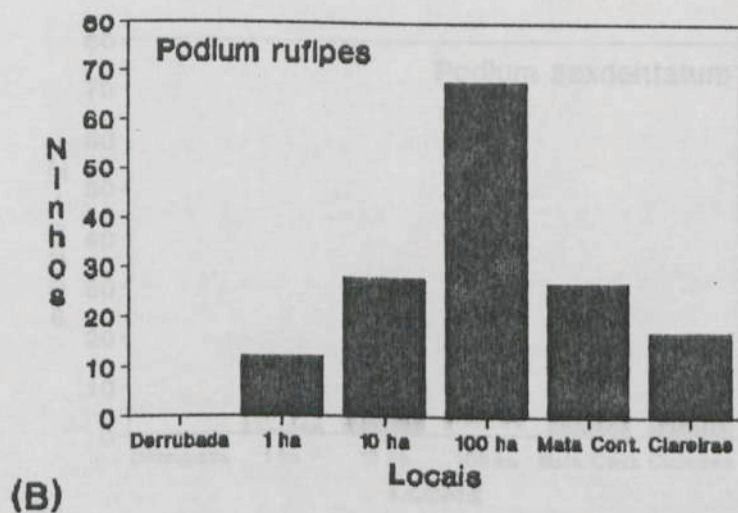
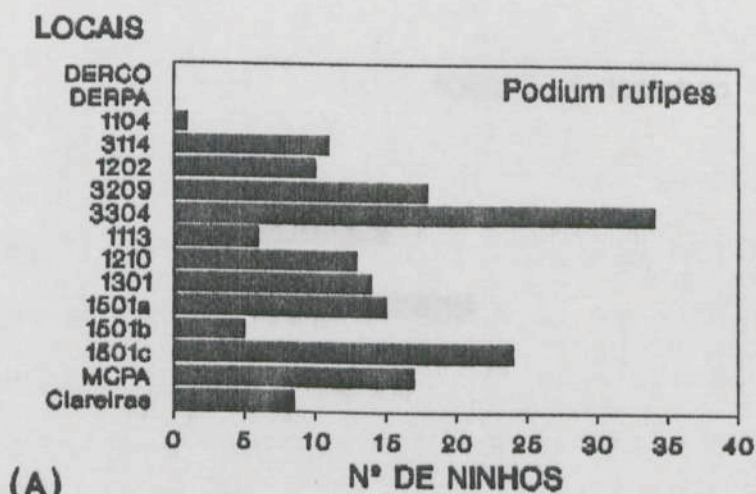


FIGURA 7 - Número de Ninhos de *Podium rufipes* Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Amostragem. (B) Número Total de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Fragmentos de Mata de Diferentes Tamanhos e Outros Locais Amostrados.

LOCAIS

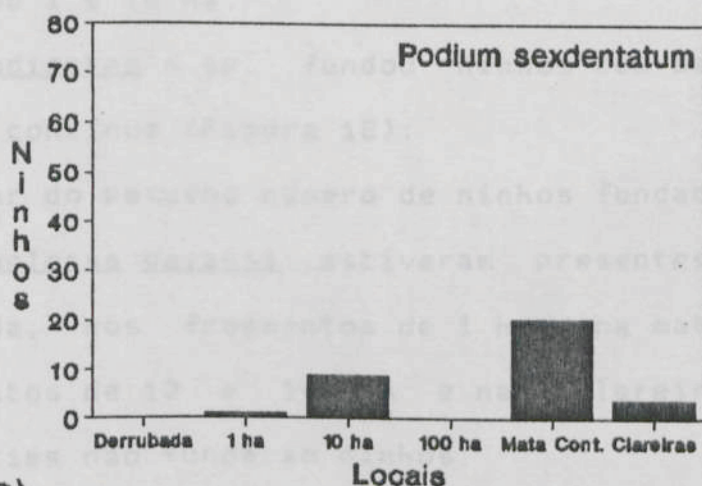
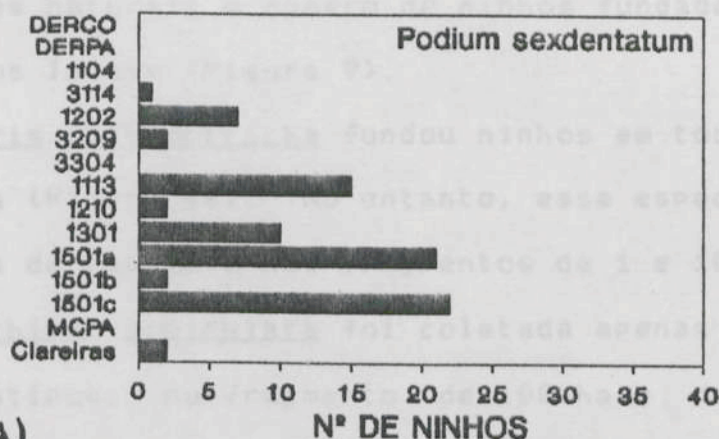


FIGURA 8 - Número de Ninhos de Podium sexdentatum Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Amostragem. (B) Número Total de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Fragmentos de Mata de Diferentes Tamanhos e Outros Locais Amostrados.

3.4. Representatividade de Espécies de Abelhas nos Ambientes Estudados

O número de ninhos fundados por abelhas foi pequeno em quase todos os locais de coleta. Centris terminata fundou ninhos em todos os tipos de ambientes. Na mata contínua e nas clareiras naturais o número de ninhos fundados foi maior que em outros locais (Figura 9).

Centris dichrotricha fundou ninhos em todos os tipos de ambientes (Figura 10). No entanto, essa espécie foi mais freqüente na derrubada e nos fragmentos de 1 e 10 ha.

Megachile orbiculata foi coletada apenas nos locais de mata contínua, no fragmento de 100 ha e nas clareiras naturais, nestas mais abundantemente (Figura 11). Essa espécie não fundou ninhos em locais de derrubada e em fragmentos de 1 e 10 ha.

Anthodioctes n.sp. fundou ninhos com maior abundância na mata contínua (Figura 12).

Apesar do pequeno número de ninhos fundados, Centris analis e Euglossa gairanii estiveram presentes nos locais de derrubada, nos fragmentos de 1 ha e na mata contínua. Nos fragmentos de 10 e 100 ha e nas clareiras naturais, essas espécies não fundaram ninhos.

Em suma, foram constatados os seguintes padrões:

- a) Espécies que fundaram ninhos principalmente na mata contínua (incluindo clareiras naturais) e, ou, fragmento de 100 ha: Anthodioctes n.sp., Megachile orbiculata e Centris terminata.
- b) Espécies que fundaram ninhos principalmente na

derrubada e nos fragmentos de mata de 1 e 10 ha Centris dichrotricha.

c) Espécies que fundaram ninhos nas áreas de derrubada, nos fragmentos e na mata contínua, sem uma preferência: Euglossa gairanii e Centris analis.

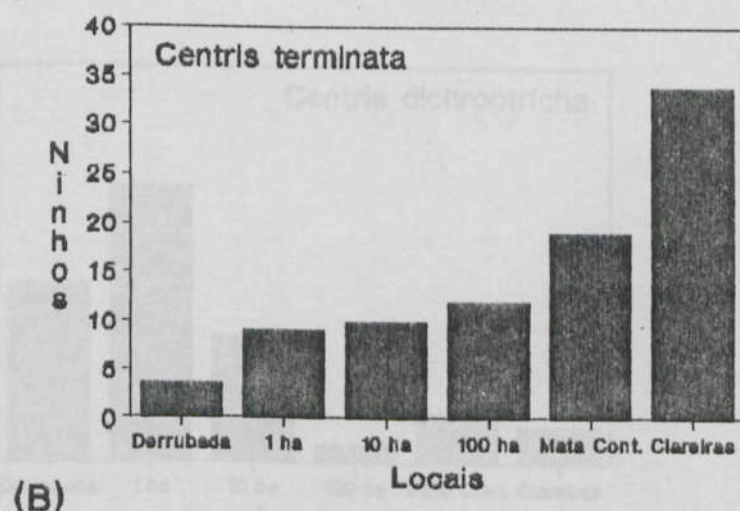
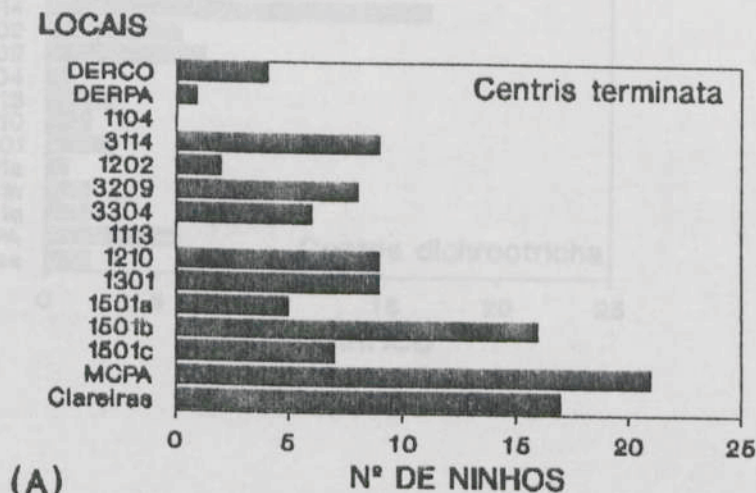


FIGURA 9 - Número de Ninhos de Centris terminata Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Amostragem. (B) Número Total de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Fragmentos de Mata de Diferentes Tamanhos e Outros Locais Amostrados.

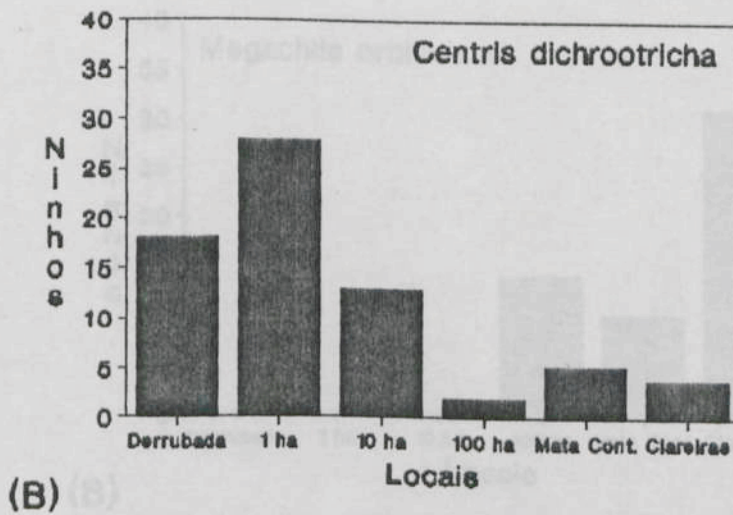
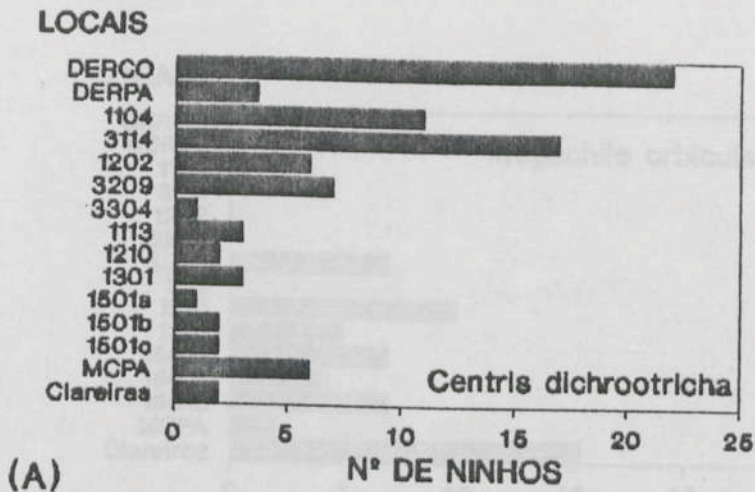


FIGURA 10 - Número de Ninhos de Centris dichrotricha Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Amostragem. (B) Número Total de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Fragmentos de Mata de Diferentes Tamanhos e Outros Locais Amostrados.

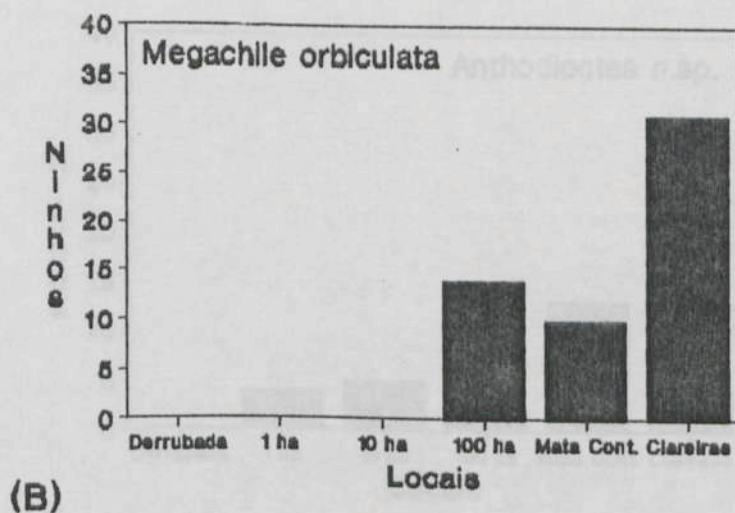
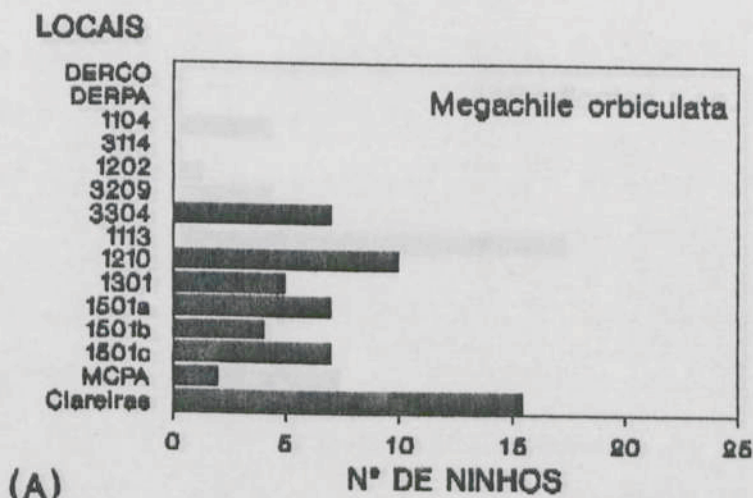


FIGURA 11 - Número de Ninhos de *Megachile orbiculata* Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Amostragem. (B) Número Total de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Fragmentos de Mata de Diferentes Tamanhos e Outros Locais Amostrados.

3.5. Sensibilidade de Espécies de Vespas e Abelhas à Fragmentação

O número de ninhos fundados pelas espécies de vespas e abelhas de ocorrência comum na mata contínua (*Eodius ciliatus*, *P. sandra* e *Tremula* sp. 3) entre as vespas

Centris sp., *Basacis orbicula* e *Anthodiocetes* n. sp. entre as abelhas, foram coletados em 11 locais amostrados, como está ilustrado na Figura 12.

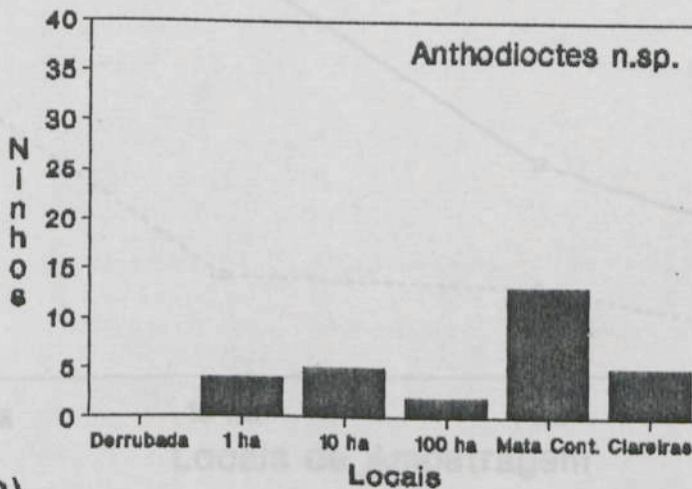
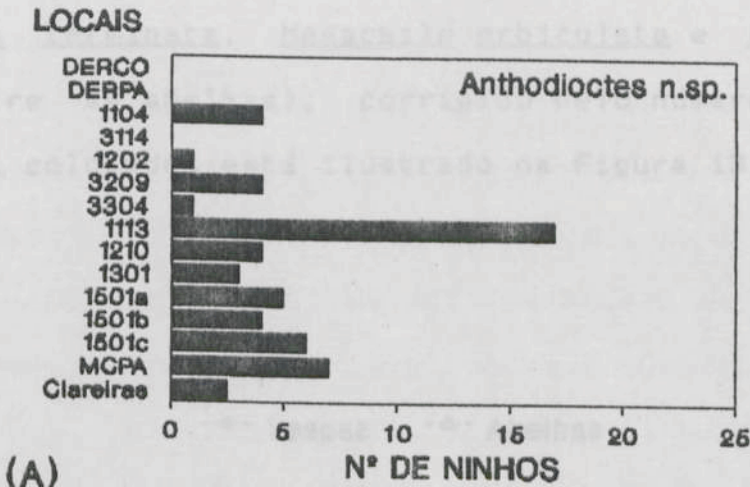


FIGURA 12 - Número de Ninhos de *Anthodiocetes* n. sp. Coletados nos Locais de Amostragem entre Junho de 1988 e Junho de 1990. (A) Número de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Amostragem. (B) Número Total de Ninhos Coletados por Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Fragmentos de Mata de Diferentes Tamanhos e Outros Locais Amostrados.

3.5. Sensibilidade de Espécies de Vespas e Abelhas à Fragmentação

O número de ninhos fundados pelas espécies de vespas e abelhas de ocorrência comum na mata contínua (Podium rufipes, P. sexdentatum, e Trypoxylon sp.3 entre as vespas e Centris terminata, Megachile orbiculata e Anthodiocetes n.sp. entre as abelhas), corrigido pelo número de ninhos-armadilhas colocados está ilustrado na Figura 13.

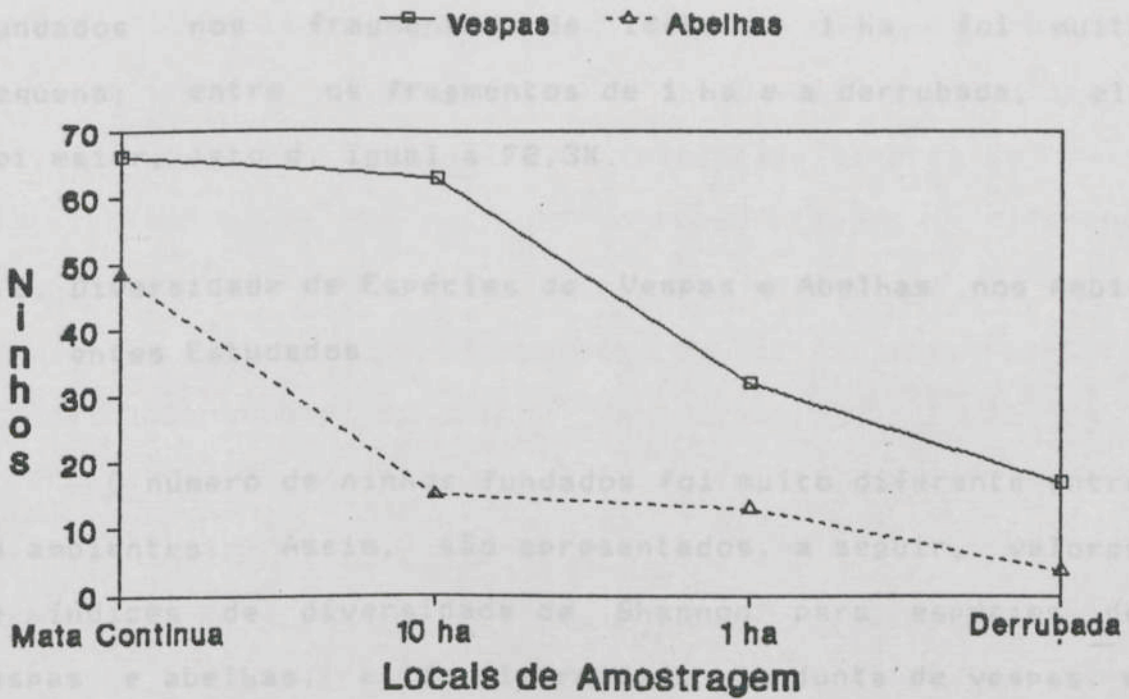


FIGURA 13 - Número de Ninhos Fundados pelas Espécies Mais Comuns de Vespas e Abelhas em Locais de Mata Contínua em Diferentes Ambientes. Os Valores Foram Corrigidos pelo Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Local de Coleta. Os Ninhos Coletados nas Clareiras Foram Incluídos entre os da Mata Contínua.

Entre a mata contínua e os fragmentos de 1 ha, tanto as espécies de vespas como as de abelhas sofreram uma redução acentuada no número de ninhos fundados (51,7% e 73,1%, respectivamente). A redução no número de ninhos fundados por essas espécies de vespas entre a mata contínua e os fragmentos de 10 ha foi de apenas 4,8%, e para as espécies de abelhas, 69%. Somente entre os fragmentos de 10 ha e 1 ha é que as vespas sofreram maior redução no número de ninhos fundados, isto é, igual a 49,2%. Entre os fragmentos de 1 ha e as áreas de derrubada, houve redução de 47% no número de fundações. Para as abelhas, a diferença entre o número de ninhos fundados nos fragmentos de 10 ha e 1 ha foi muito pequena; entre os fragmentos de 1 ha e a derrubada, ela foi maior, isto é, igual a 72,3%.

3.6. Diversidade de Espécies de Vespas e Abelhas nos Ambientes Estudados

O número de ninhos fundados foi muito diferente entre os ambientes. Assim, são apresentados, a seguir, valores de índices de diversidade de Shannon para espécies de vespas e abelhas, e de diversidade conjunta de vespas e abelhas dos ambientes estudados. Não se incluiu nas comparações o fragmento de 100 ha, por não haver réplicas de fragmentos com este tamanho.

No Quadro 4 estão os valores dos índices de diversidade de espécies de vespas e abelhas, e de diversidade conjunta de vespas e abelhas para os ambientes

amostrados, bem como valores de equitabilidade. As comparações desses valores pelo teste t para comparação dos índices obtidos de amostras entre os ambientes são vistos nos Quadros de 4 a 6.

Os índices de diversidade de espécies de vespas apresentaram os maiores valores na mata contínua e nas clareiras naturais. Para as espécies de abelhas, o maior valor também ocorreu na mata contínua. Para a diversidade conjunta de vespas e abelhas, os valores mais elevados ocorreram na mata contínua, nas clareiras naturais e nos fragmentos de 10 ha.

Considerando a diversidade de espécies de vespas, não houve diferença significativa entre a da mata contínua e das clareiras naturais (Quadro 5). O valor de diversidade da mata contínua foi significativamente diferente do valor do fragmento de 10 ha. Não houve também diferença significativa entre os valores das clareiras e o do fragmento de 10 ha. O fragmento de 10 ha foi, contudo, significativamente diferente do fragmento de 1 ha e da derrubada. O fragmento de 1 ha foi significativamente diferente da derrubada. Assim, a mata contínua, as clareiras naturais e o fragmento de 10 ha apresentaram valores de diversidade de espécies de vespas significativamente maiores que o do fragmento de 1 ha e o da derrubada.

Considerando a diversidade de espécies de abelhas, a mata contínua apresentou valores significativamente maiores que os dos fragmentos de 10 e 1 ha, das clareiras naturais e da derrubada (Quadro 6). Com relação aos

fragmentos de 10 ha e 1 ha, às clareiras e à derrubada, a única diferença significativa ocorreu entre o fragmento de 10 ha e a derrubada.

Em relação à diversidade conjunta de vespas e abelhas, a mata contínua apresentou índice de diversidade significativamente maior que os dos fragmentos de 10 ha e 1 ha, das clareiras naturais e da derrubada (Quadro 7). As clareiras não apresentaram diferença significativa em relação ao fragmento de 10 ha, mas seus valores foram significativamente maiores que os do fragmento de 1 ha e da derrubada. O fragmento de 10 ha apresentou valor de diversidade significativamente maior que o do fragmento de 1 ha e o da derrubada. A diversidade no fragmento de 1 ha também foi significativamente maior que a da derrubada.

QUADRO 4 - Índices de Diversidade e Equitabilidade de Espécies de Vespas e Abelhas de Locais de Mata Contínua, Fragmentos de Mata e Áreas Desmatadas

Locais	Diversidade de vespas (H')	Equitabilidade (J')	Diversidade de abelhas (H')	Equitabilidade (J')	Diversidade geral (H')	Equitabilidade (J')
Mata Contínua	1,861	0,671	1,767	0,767	2,430	0,746
Clareiras	1,779	0,773	1,263	0,649	2,230	0,787
10 ha	1,721	0,718	1,494	0,834	2,125	0,750
1 ha	1,199	0,617	1,414	0,644	1,639	0,591
Derrubada	0,872	0,379	1,123	0,810	1,134	0,430

QUADRO 5 - Comparação entre índices de Diversidade de Espécies de Vespas nos Tipos de Ambientes por Meio do Teste t para Comparação de índices de Diversidade Obtidos de Amostras (HUTCHESON, 1970). Os Números Representam os Valores de t e Foram Obtidos a Partir dos índices de Diversidade Apresentados no Quadro 4

Comparações	t	G.L.	p
Mata Contínua x Clareiras	0,802	129	0,212
Mata Contínua x 10 ha	1,827	338	0,034
Mata Contínua x 1 ha	10,015	651	$5,10^{-14}$
Mata Contínua x Derrubada	13,680	753	0,000
Clareiras x 10 ha	0,511	176	0,305
Clareiras x 1 ha	5,420	147	$1,2 \cdot 10^{-7}$
Clareiras x Derrubada	8,176	169	$1,10^{-12}$
10 ha x 1 ha	6,300	377	$4,2 \cdot 10^{-10}$
10 ha x Derrubada	9,700	456	$1,5 \cdot 10^{-13}$
1 ha x Derrubada	4,190	704	$1,6 \cdot 10^{-5}$

G.L. = graus de liberdade; p = probabilidade

QUADRO 6 - Comparação entre índices de Diversidade de Espécies de Abelhas nos Tipos de Ambientes por Meio do Teste t para Comparação de índices de Diversidade Obtidos de Amostras (HUTCHESON, 1970). Os Números Representam os Valores de t e Foram Obtidos a Partir dos índices de Diversidade Apresentados no Quadro 4

Comparações	t	G.L.	p
Mata Contínua x 10 ha	2,170	54	0,017
Mata Contínua x 1 ha	2,070	63	0,021
Mata Contínua x Clareiras	4,320	131	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Mata Contínua x Derrubada	4,960	46	$5,0 \cdot 10^{-4}$
10 ha x 1 ha	0,410	79	0,342
10 ha x Clareiras	1,540	87	0,064
10 ha x Derrubada	2,310	63	0,012
1 ha x Clareiras	0,800	87	0,213
1 ha x Derrubada	1,480	77	0,072
Clareiras x Derrubada	0,910	73	0,183

G.L. = graus de liberdade; p = probabilidade

QUADRO 7 - Comparação entre índices de Diversidade Conjunta de Espécies de Vespas e Abelhas nos Tipos de Ambientes por Meio do Teste t para Comparação de índices de Diversidade Obtidos de Amostras (HUTCHESON, 1970). Os Números Representam os Valores de t e Foram Obtidos a Partir dos índices de Diversidade Apresentados no Quadro 4

Comparações	t	G.L.	p
Mata Contínua x Clareiras	2,520	271	0,006
Mata Contínua x 10 ha	3,960	350	$4,5 \cdot 10^{-4}$
Mata Contínua x 1 ha	10,920	608	0,000
Mata Contínua x Derrubada	17,220	711	0,000
Clareiras x 10 ha	1,080	371	0,140
Clareiras x 1 ha	6,310	414	$3,6 \cdot 10^{-10}$
Clareiras x Derrubada	11,440	454	0,000
10 ha x 1 ha	5,300	505	$8,7 \cdot 10^{-6}$
10 ha x Derrubada	10,550	559	0,000
1 ha x Derrubada	5,600	772	$1,5 \cdot 10^{-6}$

G.L. = graus de liberdade; p = probabilidade

3.7. Similaridade entre os Ambientes Estudados

No Quadro 8, são apresentados os valores de dissimilaridade dos ambientes estudados, em relação à fauna de vespas e abelhas. Não se incluiu, nesta análise, o fragmento de 100 ha. Em relação à fauna de vespas, os valores mais altos de similaridade ocorreram entre os fragmentos de 1 ha e 10 ha, entre o de 10 ha e a mata contínua, entre o de 1 ha e a derrubada, e entre a mata contínua e as clareiras naturais. A similaridade entre a mata contínua, os fragmentos de 1 ha e a derrubada foi pequena, o mesmo ocorrendo com as clareiras naturais. O

maior valor de dissimilaridade ocorreu entre a derrubada e as clareiras naturais. O dendrograma de dissimilaridade, em relação à fauna de vespas, entre os ambientes pode ser visto na Figura 14. A derrubada e as clareiras naturais apresentaram pequena similaridade com o grupo formado pelos fragmentos de 1 e 10 ha e a mata contínua.

Em relação à fauna de abelhas, os maiores valores de similaridade ocorreram entre os fragmentos de 1 ha e 10 ha, entre o de 1 ha e a derrubada e entre a mata contínua e as clareiras naturais. Maior dissimilaridade ocorreu entre o fragmento de 1 ha e a mata contínua, entre a mata contínua e a derrubada, entre o de 1 ha e as clareiras e entre a derrubada e as clareiras. O dendrograma de dissimilaridade entre os ambientes é apresentado na Figura 15. A mata contínua e as clareiras naturais formam um grupo à parte do grupo formado pelos fragmentos de 1 e 10 ha e a derrubada.

Houve uma correlação positiva entre os valores de dissimilaridade em espécies de vespas e os valores de dissimilaridade em espécies de abelhas entre os ambientes estudados ($r = 0,852$; G.L. = 8; $t = 4,603$; $p = 0,0009$).

1 ha x Derrubada	0,54
Mata contínua x Clareiras	0,74
1 ha x Mata contínua	0,84
Derrubada x 10 ha	0,97
10 ha x Clareiras	0,94
1 ha x Clareiras	1,14
Mata contínua x Derrubada	1,22
Clareiras x Derrubada	1,27

Este índice varia entre 0 e 1,00.

QUADRO 8 - Dissimilaridade em Relação a Espécies de Vespas e Abelhas entre os Ambientes, Calculada pelo índice de "Chord Distance"¹. As Comparações Foram Organizadas pela Similaridade em Ordem Decrescente

Ambientes	Coefficiente de Dissimilaridade
Espécies de vespas	
1 ha x 10 ha	0,44
10 ha x Mata contínua	0,45
1 ha x Derrubada	0,55
Mata contínua x Clareiras	0,70
10 ha x Clareiras	0,73
1 ha x Mata contínua	0,82
10 ha x Derrubada	0,86
1 ha x Clareiras	1,03
Mata contínua x Derrubada	1,21
Clareiras x Derrubada	1,21
Espécies de abelhas	
1 ha x 10 ha	0,42
1 ha x Derrubada	0,50
Mata contínua x Clareiras	0,53
10 ha x Mata contínua	0,75
10 ha x Derrubada	0,75
10 ha x Clareiras	0,99
1 ha x Mata contínua	1,01
Mata contínua x Derrubada	1,15
1 ha x Clareiras	1,17
Derrubada x Clareiras	1,27
Espécies de vespas e abelhas	
1 ha x 10 ha	0,44
10 ha x Mata contínua	0,51
1 ha x Derrubada	0,56
Mata contínua x Clareiras	0,76
1 ha x Mata contínua	0,86
Derrubada x 10 ha	0,87
10 ha x Clareiras	0,94
1 ha x Clareiras	1,14
Mata contínua x Derrubada	1,22
Clareiras x Derrubada	1,27

1\ Este índice varia entre 0 e 1,414.

FIGURA 13 - Dendrograma de Similaridade entre os Ambientes, em Relação à Fauna de Abelhas. O Dendrograma foi Obtido pelo Índice de Dissimilaridade "Chord Distance" e este Método de Agrupamento UPGMA.

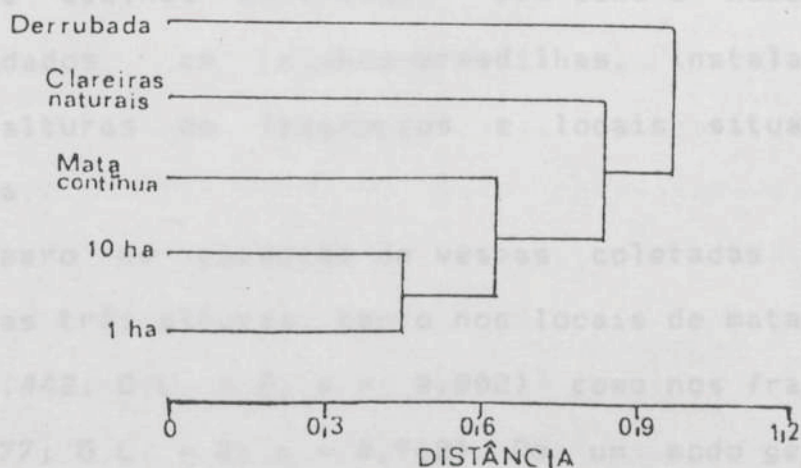


FIGURA 14 - Dendrograma de Dissimilaridade entre os Ambientes, em Relação à Fauna de Vespas. O Dendrograma foi Obtido pelo índice de Dissimilaridade "Chord Distance" e pelo Método de Agrupamento UPGMA.

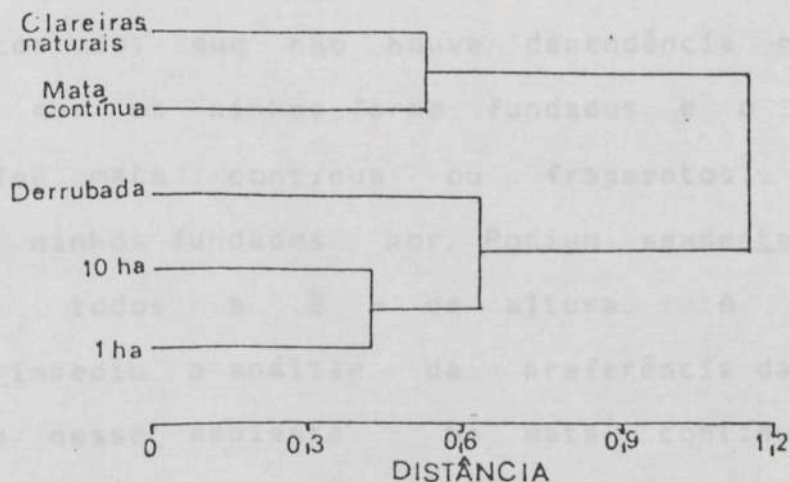


FIGURA 15 - Dendrograma de Dissimilaridade entre os Ambientes, em Relação à Fauna de Abelhas. O Dendrograma foi Obtido pelo índice de Dissimilaridade "Chord Distance" e pelo Método de Agrupamento UPGMA.

3.8. Estratificação

No Quadro 9 são apresentados os números de espécies de vespas e abelhas coletadas, bem como o número de ninhos fundados em ninhos-armadilhas, instalados em diferentes alturas em fragmentos e locais situados na mata contínua.

O número de espécies de vespas coletadas diferiu pouco entre as três alturas, tanto nos locais de mata contínua ($X^2 = 0,442$; G.L. = 2; $p = 0,802$) como nos fragmentos ($X^2 = 0,077$; G.L. = 2; $p = 0,962$). De um modo geral, as vespas fundaram ninhos com maior frequência a 8 e 15 m de altura ($X^2 = 46,195$; G.L. = 2; $p = 9,3 \cdot 10^{-11}$). Houve, no entanto, espécies que fundaram ninhos principalmente a 1,5 m.

Podium rufipes fundou ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura, tanto nos fragmentos como na mata contínua. Um teste de contingência 2 x 3 (Quadro 10) revelou, contudo, que não houve dependência entre a altura em que os ninhos foram fundados e o tipo de ambiente (se mata contínua ou fragmentos). Foram poucos os ninhos fundados por Podium sexdentatum nos fragmentos; todos a 8 m de altura. A pequena amostragem impediu a análise da preferência da espécie por alturas nesse ambiente. Na mata contínua, a amostragem dessa espécie foi maior. Mesmo assim, não houve diferenças significativas entre os números de ninhos fundados nas três alturas.

Trypoxylon nitidum fundou ninhos com maior

freqüência a 8 e a 15 m de altura nos fragmentos e também na mata contínua (Quadro 9). Não houve dependência entre a altura em que os ninhos foram fundados e o ambiente (Quadro 10).

Trypoxylon lactitarse fundou maior número de ninhos a 15 m de altura. Mesmo em locais de mata contínua, onde essa espécie esteve muito pouco representada, maior freqüência de fundações ocorreu a 15 m de altura (Quadro 9). Não houve dependência entre a altura e o ambiente com relação à fundação dos ninhos (Quadro 10).

Trypoxylon sp.3, ao contrário das outras espécies, fundou ninhos com maior freqüência a 1,5 m de altura, tanto nos fragmentos como na mata contínua (Quadro 9); apenas um ninho foi fundado a 15 m de altura nos fragmentos e quatro na mata contínua. Também com essa espécie, não houve dependência entre a altura da fundação de ninhos e tipo de ambiente (Quadro 10).

Apesar da amostragem de Trypoxylon aff. nitidum ter sido pequena, maior número de ninhos foi fundado a 15 m de altura, tanto nos fragmentos como na mata contínua. Pisoxylon xanthosoma fundou mais ninhos na mata contínua: de 12 ninhos fundados, 11 foram a 1,5 m de altura.

Foram encontrados, pois, os seguintes padrões para as espécies de vespas:

- a) Espécies que fundaram ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura: P. rufipes, I. nitidum, I. lactitarse e Trypoxylon aff. nitidum.
- b) Espécies que fundaram ninhos principalmente a 1,5 m de altura: Pisoxylon xanthosoma e Trypoxylon

Hexachilis sp.3.

c) Espécie que fundou ninhos sem uma preferência pronunciada por altura: P. sexdentatum.

O número de espécies de abelhas coletadas diferiu pouco quanto às alturas da nidificação na mata contínua ($X^2 = 1,188$; G.L. = 2; $p = 0,552$) e nos fragmentos ($X^2 = 1,143$; G.L. = 2; $p = 0,565$). Como ocorreu com as vespas, mais ninhos foram fundados a 8 e 15 m de altura ($X^2 = 18,800$; G.L. = 2; $p = 8,2 \cdot 10^{-5}$).

Centris dichrotricha fundou mais ninhos a 15 m de altura nos fragmentos e na mata contínua (Quadro 9). A altura em que os ninhos foram fundados não dependeu do tipo de ambiente (Quadro 11). Para Centris terminata, não houve diferenças significativas entre as alturas com relação ao número de ninhos fundados na mata contínua. Nos fragmentos, contudo, maior número de ninhos foi fundado a 1,5 m e 8 m de altura (Quadro 9). Houve dependência entre a altura e o tipo de ambiente em que os ninhos foram fundados (Quadro 11). Nos fragmentos, o número de ninhos fundados por essa espécie a 8 m de altura foi maior que o valor esperado em relação à mata contínua. O número de ninhos fundados a 15 m na mata contínua foi maior que o valor esperado em relação aos fragmentos. Muito poucos ninhos de C. analis e C. bicornuta foram fundados e todos o foram a 8 ou 15 m de altura.

Anthodiocetes n.sp. fundou poucos ninhos nos fragmentos. Na mata contínua, essa espécie fundou ninhos com maior frequência a 15 m de altura (Quadro 9).

Megachile orbiculata fundou poucos ninhos nos fragmentos. Na mata contínua, maior número de ninhos foi fundado a 8 m de altura. Apenas um ninho foi fundado a 15 m de altura (Quadro 9).

Com essas espécies de abelhas, observou-se os seguintes padrões:

- a) Espécies que fundaram ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura: C. dichrotricha e Anthodiocetes n.sp.
- b) Espécie que fundou ninhos sem uma preferência pronunciada por altura: C. terminata.

Nenhuma espécie de abelha fundou ninhos com maior frequência a 1,5 m de altura apenas. Megachile orbiculata fundou mais ninhos a 8 e 1,5 m.

QUADRO 9 - Número de Ninhos Fundados por Espécies de Vespas e Abelhas em Diferentes Alturas em Fragmentos e Locais de Mata Contínua

	FRAGMENTOS			MATA CONTÍNUA			TOTAL			
	ALTURA (m)			ALTURA (m)			ALTURA (m)			
	1,5	8,0	15,0	1,5	8,0	15,0	1,5	8,0	15,0	Total
Vespas										
<i>Ampulex</i> sp.				1			1			1
<i>Pison</i> (<i>Entomopison</i>) sp.					1			1		1
<i>Pisoxylon xanthosoma</i>	1	33	35	11	1	37	12	1	1	13
<i>Podium rufipes</i>	5		$X^2 = 23,2$ $p = 9,2 \cdot 10^{-6}$	13	43		18	76	73	167
<i>Podium sexdentatum</i>		10		33	21	18	33	31	18	82
<i>I. (Trypargilum) nitidum</i>	37	80	93	28	50	93	65	130	186	380
<i>I. (Trypargilum) lactitarse</i>	22	61	84	1	6	16	23	67	100	190
<i>I. (Trypargilum) xanthandrum</i>	1						1			1
<i>I. (Trypargilum) aff. nitidum</i>		3	9		1	31		4	40	44
<i>I. (Trypargilum) sp. 2</i>		1	1		3	3		4	4	8
<i>I. (Trypargilum) sp. 3</i>	34	10	1	62	10	4	96	20	5	121
<i>I. (Trypargilum) scrobiferum</i>					1	1		1	1	2
<i>I. (Trypoxylon) punctivertex</i>	1	3	1				1	3	1	5
<i>I. (Trypoxylon) aff. unguicorne</i>				1						1
<i>I. (Trypoxylon) sp. 2</i>	1									1
<i>I. (Trypoxylon) sp. 1</i>	1				1	1		1	1	3
<i>Aplopops</i> sp.										4
<i>Priochilus</i> sp.				4						4
<i>Zethus</i> sp.										1
Eumenidae sp. 1									1	1
Eumenidae sp. 4										1

Continua...

QUADRO 10 - Associação entre o Número de Ninhos Fundados pelas Espécies de Vespas Mais Abundantes em Diferentes Alturas e o Tipo de Ambiente. Os Números entre Parênteses Representam Frequências Esperadas e os Números à Esquerda, Valores Observados (Número de Ninhos Fundados Corrigidos pelo Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Tipo de Ambiente). Teste de Contingência 2×3 com G.L. = 2

Espécies	Ambientes		
	Altura (m)	Fragmentos	Mata Contínua
<u>Podium rufipes</u> $X^2 = 2,27$ $p = 0,321$	1,5	5 (7,5)	9,3 (6,8)
	8,0	33 (33,4)	30,7 (30,3)
	15,0	35 (32,2)	26,4 (29,2)
	Altura (m)	Fragmentos	Mata Contínua
<u>Trypoxylon nitidum</u> $X^2 = 3,45$ $p = 0,178$	1,5	37 (36,0)	20 (21,0)
	8,0	80 (73,2)	35,7 (42,5)
	15,0	93 (100,8)	66,4 (58,6)
	Altura (m)	Fragmentos	Mata Contínua
<u>Trypoxylon lactitarse</u> $X^2 = 2,44$ $p = 0,295$	1,5	22 (20,7)	0,7 (2,0)
	8,0	61 (59,5)	4,3 (5,8)
	15,0	84 (86,9)	11,4 (8,5)
	Altura (m)	Fragmentos	Mata Contínua
<u>Trypoxylon sp. 3</u> $X^2 = 1,90$ $p = 0,387$	1,5	34 (35,5)	44,3 (42,8)
	8,0	10 (7,8)	7,1 (9,4)
	15,0	1 (1,8)	2,9 (2,1)

QUADRO 11 - Associação entre o Número de Ninhos Fundados pelas Espécies de Abelhas Mais Abundantes em Diferentes Alturas e o Tipo de Ambiente. Os Números entre Parênteses Representam Freqüências Esperadas e os Números à Esquerda, Valores Observados (Número de Ninhos Fundados Corrigidos pelo Número de Ninhos-Armadilhas Colocados em Cada Tipo de Ambiente). Teste de Contingência 2×3 com G.L. = 2

Espécies	Ambientes		
	Altura (m)	Fragmentos	Mata Contínua
<u>Centris dichrotricha</u> $X^2 = 1,35$ $p = 0,509$	1,5	6 (5,1)	0,7 (1,6)
	8,0	12 (11,3)	2,9 (3,7)
	15,0	24 (25,7)	10,0 (8,3)
	Altura (m)	Fragmentos	Mata Contínua
<u>Centris terminata</u> $X^2 = 7,02$ $p = 0,030$	1,5	8 (8,4)	16,4 (16,3)
	8,0	14 (9,5)	13,6 (18,1)
	15,0	3 (7,2)	17,9 (13,7)

de se estabelecer nos fragmentos de mata.

No presente estudo, observamos que as vespas, de modo geral, fundaram ninhos mais frequentemente nos locais de derrubada e nos fragmentos de mata menores.

Os resultados obtidos para as vespas foram fortemente influenciados por duas espécies (*Trigonopsis lactifera* e *T. nitidus*), as quais foram responsáveis pelo grande número de ninhos encontrados na derrubada e nos fragmentos de mata.

4. DISCUSSÃO

Houve espécies de vespas que fundaram ninhos, em maior abundância, em locais mais abertos, e outras o fizeram principalmente em mata contínua. Houve também

espécies. O isolamento de uma porção de mata é seguido por modificações físicas, que são responsáveis, em grande parte, por alterações observadas nas comunidades de animais e plantas, bem como na biologia das espécies componentes desses ambientes. Há espécies que

constroem. Essas alterações devem afetar a probabilidade de ocorrência e manutenção das espécies de animais nos fragmentos. Muitas das condições microclimáticas podem não ser adequadas à reprodução, ao desenvolvimento e à sobrevivência de indivíduos pertencentes a espécies adaptadas às condições da mata não-perturbada. As mudanças também poderiam provocar uma modificação na variedade e quantidade de recursos alimentares, bem como na disponibilidade de microhabitats. Contudo, espécies típicas de locais perturbados, abertos e de vegetação secundária poderiam ser beneficiadas por essas alterações e, portanto, poderiam ser capazes

de estabelecer-se nos locais mais abertos e nos fragmentos de mata.

de se estabelecer nos fragmentos de mata.

No presente estudo, constatou-se que as vespas, de modo geral, fundaram ninhos mais freqüentemente nos locais de derrubada e nos fragmentos de mata menores.

Os resultados obtidos para as vespas foram fortemente influenciados por duas espécies (Trypoxylon lactitarse e I. nitidum), as quais foram responsáveis pelo grande número de ninhos fundados na derrubada e nos fragmentos de mata com 1 ha.

Houve espécies de vespas que fundaram ninhos, em maior abundância, em locais mais abertos; outras o fizeram principalmente na mata contínua. Houve também espécies que fundaram ninhos na mata contínua, nos fragmentos e nos locais de derrubada, sem uma preferência evidente.

Sabe-se que entre as espécies de vespas que nidificam em ninhos-armadilhas existem algumas que constroem seus ninhos preferencialmente em locais com pouca insolação. JAYASINGH e TAFFE (1982) relataram que de um total de 605 ninhos-armadilhas instalados em locais não-sombreados, nenhum foi ocupado por Pachodynerus nasidens. Contudo, de um total de 887 ninhos instalados em áreas sombreadas, 25,9% foram ocupados por essa espécie.

Há também espécies que preferem fundar seus ninhos em locais mais abertos. Em um estudo sobre vespas da família Eumenidae, que nidificam em ninhos-armadilhas e em locais ocupados por florestas de abetos, JENNINGS e HOUSEWEART (1984) constataram que nenhum ninho-armadilha localizado nesses locais foi ocupado por

essas vespas. Porém, um grande número de ninhos instalados em locais mais abertos foram ocupados. Os dados mostraram que os Eumenidae nidificaram muito freqüentemente em habitats abertos, onde existia grande quantidade de plantas ruderais e as flores eram abundantes.

No presente trabalho, verificou-se que o número de ninhos fundados por abelhas foi menor que o número de ninhos fundados por vespas, e que as abelhas tenderam, embora pouco acentuadamente a fundar mais ninhos na mata contínua e nas clareiras naturais. Este padrão contrastou com o obtido para as vespas. Considerando que as clareiras são pequenas, a preferência exibida por determinadas espécies de abelhas pela fundação de ninhos nesse ambiente deve estar associada à existência de condições mais favoráveis ao desenvolvimento dos imaturos. O pólen e néctar utilizados no provisionamento dos ninhos têm de ser obtidos nas árvores situadas na mata adjacente.

Houve espécies de abelhas que fundaram ninhos principalmente na mata contínua e nas clareiras naturais; espécies que fundaram muitos ninhos na derrubada e nos fragmentos de mata menores; e também espécies que fundaram seus ninhos sem uma preferência óbvia por um tipo de ambiente.

FYE (1972) relatou alterações no tamanho das populações de vespas e abelhas, incluindo espécies que ocupam ninhos-armadilhas, em uma floresta de clima temperado no Canadá, em razão das perturbações provocadas

pelo desmatamento. Os resultados desse trabalho revelaram que nos locais abertos as espécies de vespas e abelhas apresentaram populações maiores do que nos locais de floresta não perturbada. O desmatamento criou áreas abertas, que foram colonizadas por um grande número de espécies de plantas pioneiras. Essas espécies de plantas fornecem pólen e néctar para as abelhas e são também uma abundante fonte de alimento para as larvas do Lepidoptera desfolhador Choristoneura fumiferana (Tortricidae), utilizadas por vespas da família Eumenidae no aprovisionamento de seus ninhos. À medida que os locais abertos eram ocupados por plantas de porte maior, por causa da sucessão, as populações de larvas de Lepidoptera e das espécies de vespas e abelhas diminuíram de tamanho.

Em um levantamento de Hymenoptera que nidificam em ninhos-armadilhas em um remanescente da Mata Atlântica, PÉREZ-MALUF e CAMPOS (1991) constataram maior número de fundações de ninhos de vespas em locais abertos de vegetação secundária. Uma espécie de abelha, a Centris tarsata, fundou ninhos principalmente nesses locais. Contudo, algumas espécies de vespas pertencentes ao gênero Trypoxylon fundaram seus ninhos no interior da mata.

No presente estudo, as espécies de abelhas adaptadas à mata contínua (Centris terminata, Megachile orbiculata e Anthodiocetes n.sp.) mostraram ser mais sensíveis aos efeitos da fragmentação de seu ambiente que as espécies de vespas correspondentes (Podium rufipes, P. sexdentatum e Trypoxylon sp.3) (Figura 13). Para o

grupo de abelhas em questão, parece que um fragmento de mata de 10 ha não oferece condições suficientes para suportar populações com densidades semelhantes às existentes na mata contínua; no caso das espécies de vespas, um fragmento de 10 ha ainda é capaz de suportar tais populações. Contudo, nos fragmentos de 1 ha os efeitos da fragmentação foram evidentes para essas espécies de vespas.

A maior sensibilidade das abelhas à fragmentação pode estar associada à diminuição de fontes de alimento, ao encontro de locais adequados para a nidificação nos ambientes mais alterados, ou às restrições impostas por seus limites de tolerância a fatores ambientais, como temperatura. PARKER (1986) mostrou que a temperatura elevada foi um fator responsável pela mortalidade de imaturos de Eumegachile pugnata. Ninhos-armadilhas com cobertura de alumínio para refletir a luz solar apresentaram mortalidade de 6,5% contra 14,2% daqueles sem essa proteção.

FRANKIE et alii (1988) estudaram as populações de abelhas do gênero Centris em uma floresta seca na Costa Rica. Em relação à preferência por habitat, a maior parte dos ninhos foi fundada em locais sombreados. À medida que a temperatura aumentou, em razão da queda de folhas das árvores, a taxa de fundação de ninhos diminuiu muito. Esses autores sugeriram que, possivelmente, as temperaturas elevadas tenham sido responsáveis pelas altas taxas de mortalidade de larvas que estavam nos estádios iniciais e desenvolvimento. É possível também

que temperaturas altas possam ser limitantes ao desenvolvimento larval de um grande número de espécies de Centris, que constroem seus ninhos em cavidades na madeira.

Talvez as espécies de abelhas típicas de ambientes com pouca insolação, como interior de mata, sejam muito sensíveis às temperaturas elevadas existentes nos locais mais abertos. No entanto, devem possuir mecanismos comportamentais, que permitem a discriminação e seleção de locais adequados para a construção e o aprovisionamento de seus ninhos.

Segundo a teoria da biogeografia de ilhas (MACARTHUR e WILSON, 1967), existe uma relação ordenada entre o tamanho de uma área amostral e o número de espécies nela encontrado. A relação espécie/área tem sido estabelecida sempre com o número de espécies (riqueza S) e não com a diversidade.

Neste trabalho, constatou-se que o número esperado de espécies de vespas, obtido pelo método da rarefação, foi maior na mata contínua do que nos fragmentos de 1 e 10 ha. O número esperado de espécies nos fragmentos de 10 ha foi maior que o encontrado nos fragmentos de 1 ha. Esses resultados estão de acordo com previsões da teoria de biogeografia de ilhas. Áreas maiores possuem maior número de espécies.

Em relação à fauna de abelhas, o número esperado de espécies, obtido pelo método da rarefação, foi maior nos fragmentos de 1 ha do que na mata contínua e nos fragmentos de 10 ha. Contudo, o número esperado de espécies encontrado na mata contínua foi maior do que o

encontrado nos fragmentos de 10 ha. Esses resultados não estão de acordo com a teoria da biogeografia de ilhas. As espécies que parecem ser mais adaptadas à mata contínua continuaram presentes nos fragmentos, mas em menor quantidade. Possivelmente, as populações dessas espécies diminuíram em decorrência da pequena quantidade de recursos nos fragmentos. Nos fragmentos de mata, a diversidade botânica deve ser menor que na mata contínua. Muitas plantas que são fontes importantes de alimento para essas espécies de abelhas podem estar ausentes nos fragmentos, o que faz com que essas abelhas tenham de explorar fontes alternativas de alimento ou, ainda, competir com espécies que exploram de forma mais eficiente estas mesmas fontes. Isso deve ser um fator que provoca uma diminuição no tamanho de suas populações nos fragmentos de mata pequenos, embora não exclua essas espécies destes ambientes.

Em um estudo realizado em áreas do PDBFF (RANKIN, 1990), foi observado que em mata de terra firme muitas espécies de árvores pertencentes às famílias Burseraceae, Sapotaceae, Lecythidaceae, Annonaceae e Chrysobalanaceae são raras, pois cerca de 85 % delas estão representadas por menos de um indivíduo por hectare. Isso significa que áreas de mata pequenas e isoladas podem possuir uma densidade baixa de plantas, que poderiam ser fontes importantes de alimento para abelhas. É muito possível que os resultados para a fauna de abelhas reflita também erros decorrentes da pequena amostragem.

A área por si só é responsável pela maioria da

variação existente no número de espécies encontradas nas ilhas. Porém, ela está correlacionada com a diversidade de condições ambientais, a qual exerce um efeito mais direto sobre o número de espécies (MACARTHUR e WILSON, 1967).

ZIMMERMAN e BIERREGAARD (1986) criticaram a validade da abordagem da teoria da biogeografia de ilhas, principalmente a relação existente entre área e número de espécies nos seus aspectos relacionados à conservação. Segundo esses autores, dados envolvendo apenas área e número de espécies, quando não levam em consideração informações autoecológicas dessas espécies, são de pouco valor no planejamento de reservas. Uma área grande, mas que não possua um número suficiente de habitats adequados para as espécies, sob o ponto de vista conservacionista, pode ser menos importante do que uma área menor que possua um número suficiente desses habitats. Nenhuma área pode preservar as espécies em questão, se não possuir um número suficiente de habitats adequados.

VANZOLINI (1980) também criticou a aplicação da teoria da biogeografia de ilhas nos problemas relacionados com a planificação de reservas. "Ilhas ambientais" como fragmentos de mata não são comparáveis às ilhas oceânicas, uma vez que não estão cercadas por água, mas por formações terrestres com vegetação mais baixa. Essas formações, por sua vez, possuem uma fauna que interage e penetra nas "ilhas de floresta", aumentando o número de espécies aí existentes. A maior ou menor interação depende da relação perímetro/área da ilha de floresta. Quanto maior

essa relação, maior a ocorrência de espécies exóticas, ou seja, maior a influência que a ilha sofre do ambiente que a cerca. Além do mais, a determinação dos padrões de riqueza, diversidade e composição da fauna de uma porção isolada de mata é tão influenciada por fatores aleatórios que torna muito difícil a comparação entre as faunas de duas porções isoladas de mata, por mais próximas que estejam. PRICE (1970)

Segundo PRICE (1984), dois fatores básicos exercem grande influência sobre a estrutura de uma comunidade: a diversificação dos recursos e suas abundâncias. A diversificação (qualidade) dos recursos influencia o número de espécies existentes na comunidade, e a quantidade, o tamanho das populações de cada espécie. PRICE (1984) propôs, ainda, um modelo de estruturação de comunidades com base na quantidade e diversificação dos recursos existentes. O modelo explica o número e a dominância das espécies na comunidade. Uma diversificação grande de tipos de recursos associada a uma pequena quantidade desses recursos implica uma comunidade com uma diversidade grande de espécies, as quais possuiriam populações com densidades baixas. Uma diversificação pequena, mas com uma quantidade elevada desses poucos recursos, implica comunidades caracterizadas por poucas espécies, as quais possuem uma dominância elevada.

Em um estudo de uma comunidade de Hymenoptera parasitóides, PRICE (1970) observou que menor diversidade de parasitóides estava associada à densidades elevadas de

um hospedeiro e maior diversidade, a uma densidade moderada. A menor diversidade encontrada foi devida a uma elevada dominância do Ichneumonidae Pleolophus basizonus.

Como neste trabalho o número de espécies coletado foi pequeno e não muito variável nos ambientes estudados, os valores de H' encontrados refletem, principalmente, mudanças nas proporções de cada espécie, ou seja, na dominância (PRICE, 1970).

A diversidade de espécies de vespas foi maior na mata contínua, nas clareiras e nos fragmentos de 10 ha. Quanto às espécies de abelhas, a maior diversidade ocorreu na mata contínua. Os baixos valores dos índices de diversidade encontrados nos fragmentos de mata de 1 ha e nas áreas de derrubada refletem a elevada dominância na fundação de ninhos por parte de I. lactitarse e I. nitidum, entre as vespas, e de C. dichrotricha, entre as abelhas.

É possível que a elevada dominância de I. lactitarse e I. nitidum nas áreas de derrubada e nos fragmentos de mata de 1 ha seja devida à existência de uma pequena diversidade de presas, no caso aranhas, associada a uma densidade elevada. Estes recursos estariam sendo explorados de forma muito eficiente por estas duas espécies de vespas. Fenômeno semelhante poderia também estar ocorrendo com C. dichrotricha. Neste caso, a dominância dessa espécie nas áreas desmatadas e nos fragmentos seria decorrência de uma pequena diversidade de fontes adequadas de pólen e, ou, néctar associada a abundâncias elevadas.

É possível que na mata contínua haja maior diversificação de recursos alimentares para vespas e abelhas associada à menor quantidade desses recursos, o que explicaria a maior homogeneidade na distribuição das espécies e a conseqüente maior diversidade.

Uma outra hipótese que poderia explicar a dominância de umas poucas espécies de vespas e abelhas nos locais mais perturbados e abertos é a escassez de locais adequados para a nidificação.

Segundo DANKS (1970), considerando o grau de utilização de ninhos-armadilhas, a ocorrência de células de mais de uma espécie em um mesmo ninho e mesmo a reutilização de ninhos, vê-se que os locais de nidificação são recursos limitantes para a fauna de vespas e abelhas que nidificam em cavidades preexistentes. Segundo o mesmo autor, as fêmeas desses Hymenoptera gastam muito tempo na procura de locais adequados e na construção de seus ninhos.

DANKS (1971b) sugeriu, inclusive, que a mortalidade elevada dos adultos está associada à dificuldade de encontrarem locais adequados para a nidificação. A escassez de locais de nidificação pode explicar também a ocorrência de populações com densidades baixas, quando comparadas com populações de outros insetos (DANKS, 1971a).

COOPER (1953) relatou que as espécies de Eumenidade por ele estudadas podem competir por locais de nidificação, enquanto MEDLER e KOERBER (1957) observaram que a ocorrência de mais de uma espécie de Hymenoptera, que nidifica em cavidades preexistentes, em ninhos-armadilhas é indício indireto de competição entre elas. COVILLE e

COVILLE (1980) observaram que a disponibilidade de locais de nidificação pode ser um fator de regulação das populações desses Hymenoptera.

Neste trabalho, contudo, a ocorrência de ninhos de mais de uma espécie em um mesmo ninho-armadilha foi um fenômeno raro, isto é, do número total de ninhos-armadilhas, apenas 1% foram ocupados por mais de uma espécie.

É possível, entretanto, que I. lactitarse, I. nitidum e C. dichrotricha estejam em vantagem competitiva em relação a outras espécies de vespas e abelhas, quanto à ocupação de locais de nidificação na derrubada e nos fragmentos de mata de 1 ha, e poderiam, portanto, apresentar nesses ambientes populações com densidades elevadas.

A análise de similaridade revelou que tanto a fauna de vespas como a de abelhas da mata contínua são diferentes da fauna dos fragmentos e das áreas desmatadas. Houve, portanto, diferenças na composição de espécies da mata contínua e das áreas mais abertas e alteradas. Verificou-se que as clareiras naturais pareceram menos semelhantes às áreas desmatadas, em relação à composição faunística, do que à mata contínua. Isso mostrou que os grupos de vespas e abelhas que fundaram ninhos nos locais desmatados não foram os mesmos que fundaram ninhos nas clareiras naturais. A composição dos fragmentos foi alterada pela ocorrência de espécies de vespas e abelhas, que, aparentemente, são típicas de locais abertos e desmatados. Esse efeito

foi mais pronunciado nos fragmentos de 1 ha. De um modo geral, locais que foram dissimilares com relação à fauna de vespas, também o foram com relação à fauna de abelhas.

Com relação à fauna de vespas, os fragmentos de 1 ha foram mais semelhantes aos locais de derrubada do que à mata contínua. Os fragmentos de 10 ha foram mais semelhantes à mata contínua do que à derrubada. Com relação à fauna de abelhas, os fragmentos de 1 ha também foram mais semelhantes à derrubada do que a mata contínua. Os fragmentos de 10 ha foram tão semelhantes à mata contínua quanto à derrubada.

Nos fragmentos de 1 ha, foi verificado grande número de fundações de ninhos por espécies, que também fundaram ninhos muito frequentemente em locais desmatados.

Das espécies de abelhas estudadas, aquelas que parecem ser mais adaptadas à mata contínua foram mais sensíveis à fragmentação do que as espécies de vespas correspondentes, uma vez que fundaram um número proporcionalmente muito menor de ninhos nos fragmentos do que na mata contínua. Para as espécies de vespas, a redução no número de ninhos fundados entre a mata contínua e os fragmentos foi menos acentuada.

Áreas de mata pequenas são muito susceptíveis à imigração de animais e plantas de habitats secundários que as rodeiam, resultantes da ação antrópica. Os animais dessas áreas de floresta podem também forragear nesses ambientes mais abertos e alterados (JANZEN, 1983).

Com relação aos aspectos de conservação, sabe-se que "espécies de borda", que ocorrem com sucesso na interface

entre habitats, preferem áreas pequenas que apresentam uma elevada relação perímetro/área. Por outro lado, espécies intolerantes à borda serão mais bem sucedidas em reservas maiores, onde esta relação é menos acentuada. Espécies de borda ocorrerão com sucesso também em ambientes alterados com forte ação antrópica (DIAMOND e MAY, 1976).

As variações temporal e espacial em espécies de Drosophila, que ocorrem em reservas de mata isoladas do PDBFF, foram estudadas por MARTINS (1987). Foi relatada a ocorrência de espécies de mata, espécies de áreas abertas e espécies que, aparentemente, são indiferentes às características estruturais dos ambientes estudados. A autora concluiu que as comunidades desses insetos foram alteradas pela fragmentação, uma vez que apresentaram diferenças entre os habitats com relação às espécies dominantes. A maioria das espécies estudadas apresentaram diferenças em relação à sua ocorrência nos diferentes ambientes. As espécies coletadas nos locais mais perturbados tenderam a apresentar maiores flutuações populacionais, refletindo menor estabilidade do sistema.

Em um estudo desenvolvido nas áreas do PDBFF, MARTINS (1989) demonstrou que a insularização da mata produziu modificações no interior de fragmentos, suficientes para permitir a penetração de espécies de Drosophila, que são mais bem sucedidas em locais abertos e alterados. A composição faunística do interior da mata contínua era diferente da composição das áreas de derrubada e, nos fragmentos, foram coletadas, além de espécies de mata, espécies predominantes em áreas desmatadas.

Fragmentos de 1 e 10 ha possuem alta frequência de espécies que são dominantes nos locais abertos. Pelo menos uma espécie de Drosophila, bem sucedida em áreas abertas, foi também freqüente no interior da mata contínua. MARTINS relata que ambientes complexos e aparentemente saturados de espécies, como a mata contínua, podem ser efetivamente ocupados por espécies colonizadoras, típicas de ambientes abertos.

Outros estudos (LOVEJOY et alii, 1984, 1986) demonstraram que o número de espécies de borboletas aumenta nos fragmentos de mata, em razão da invasão de espécies que são comuns na derrubada. Nos fragmentos de 1 e 10 ha, as espécies típicas de mata tornaram-se raras com o passar do tempo e algumas até desapareceram. O aumento da intensidade luminosa nos fragmentos é favorável não apenas à atividade dessas espécies de borboletas de áreas abertas, mas também às plantas que são suas fontes de alimento.

A penetração de espécies típicas de derrubada nos fragmentos reflete as alterações microclimáticas que ocorrem no seu interior após o isolamento. As condições dos fragmentos devem tornar-se mais próximas das existentes nas áreas desmatadas. Reservas de 10 ha e menores devem ser bastante afetadas por estas alterações (LOVEJOY et alii, 1986).

Muitas espécies de insetos evoluíram mecanismos comportamentais, que tornaram possíveis a dispersão para manchas de ambientes isoladas e a sua colonização (SCHOWALTER, 1985). O estabelecimento de uma população

nessas manchas dependerá, em grande parte, da facilidade com que fontes de recursos serão encontradas.

A perturbação ambiental e as interações interespecíficas afetam de maneira muito forte as abundâncias, relativas e absolutas, das espécies dentro de uma mancha de ambiente, como um fragmento de mata, alterando inclusive a probabilidade de persistência local (SOUSA, 1984).

A grande ocorrência de fundações de ninhos por I. lactitarse e C. dichrotricha nas áreas desmatadas e nos fragmentos de 1 ha mostra que, por estarem associadas a locais mais abertos, essas espécies são bons indicadores de alterações da mata por causa da fragmentação. Mesmo assim, essas espécies foram coletadas também no interior da mata contínua, embora em frequências baixas.

É possível que a fragmentação de matas altere aspectos da biologia de vespas e abelhas, como estratificação, sazonalidade, taxa de parasitismo e dinâmica sexual das populações (DRUMMOND et alii, 1990). Com relação a esses fatores, a pequena amostragem neste estudo possibilitou apenas a análise da estratificação vertical das espécies de vespas e abelhas mais comuns nos ambientes de mata e fragmentos. Foi constatada, também, uma estratificação vertical com relação à fundação de ninhos na mata contínua e nos fragmentos. De um modo geral, as vespas fundaram mais ninhos a 15 e 8 m do que a 1,5 m de altura.

Houve espécies de vespas que fundaram ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura, outras que o fizeram em maior abundância a 1,5 m e, ainda, outras que não

apresentaram uma preferência óbvia por altura.

SUTTON et alii (1983) relataram a existência de estratificação vertical em várias ordens de insetos, incluindo Hymenoptera, em ambientes de mata tropical. A maioria dos grupos de insetos amostrados estavam a 20 e 30 m de altura.

COLLINS e JENNINGS (1987) estudaram a preferência por altura de três espécies de Eumenidae em uma clareira artificial de 17,5 ha, margeada por uma floresta de abetos nos Estados Unidos. Não foram encontradas diferenças entre as alturas com relação ao número de ninhos fundados. No entanto, esses autores instalaram os ninhos-armadilhas em alturas muito próximas, variando apenas entre 0 e 1,5 m.

É possível que a preferência por altura exibida por algumas espécies de vespas no presente trabalho seja consequência de existirem, nessas alturas, presas suficientes para o aprovisionamento dos ninhos, locais adequados para a nidificação ou mesmo condições microclimáticas adequadas ao desenvolvimento da prole. Espécies de Podium utilizam baratas no aprovisionamento de seus ninhos, e espécies de Trypoxylon usam aranhas (KROMBEIN, 1967).

P. sexdentatum não apresentou preferência por altura para a nidificação. SCHAL e BELL (1986) mostraram, em um estudo sobre estratificação vertical em comunidades de baratas em mata tropical, que a maioria dos indivíduos de todas as espécies encontradas foi coletada próximo da serapilheira e a 0,5 m de altura. Entretanto, foi

verificada a ocorrência de estratificação vertical, e algumas espécies foram encontradas mais freqüentemente em alturas mais elevadas. Algumas espécies exibem padrões de migração diária para níveis mais elevados e freqüentam, portanto, todos os estratos. Isto talvez explique o fato de P. sexdentatum não ter apresentado preferência por altura para a nidificação.

Espécies de aranhas também exibem um alto grau de estratificação vertical (TURNBULL, 1973). Estratos muito desenvolvidos foram encontrados em florestas de carvalho, onde foram observados movimentos diurnos e sazonais de aranhas. Neste tipo de ambiente, foram encontradas espécies de dossel, sub-bosque e solo. É possível que ambientes de mata tropical também exibam este fenômeno, que pode ser um dos fatores responsáveis pela estratificação e preferência de algumas espécies de vespas por determinadas alturas para a construção de seus ninhos.

É interessante notar que, entre as vespas, I. lactitarse e I. nitidum fundaram ninhos principalmente a 15 m de altura, tanto nos fragmentos como na mata contínua. Ambas as espécies foram muito abundantes também nas áreas desmatadas. É possível que o microclima e outras condições existentes a 15 m de altura, ou alturas próximas do dossel, sejam semelhantes às existentes nas áreas de derrubada. Trypoxylon sp.3 fundou ninhos principalmente a 1,5 m de altura nos locais de mata e nos fragmentos e também em áreas desmatadas. Contudo, nos locais desmatados, essa espécie foi coletada exclusivamente na derrubada pertencente à Fazenda

Porto Alegre (DERPA). Essa derrubada era constituída por uma vegetação muito fechada, dominada por Cecropia (localmente conhecida como juquirá). O ambiente possuía pouca luminosidade e assemelhava-se ao sub-bosque de mata. É possível, portanto, que a ocorrência dessa espécie nessa derrubada seja devida ao fato de as condições ambientais dessa derrubada e da mata serem semelhantes, pelo menos em relação a alguns aspectos.

No presente trabalho, as abelhas, de um modo geral, fundaram ninhos principalmente a 15 e 8 m de altura.

FRANKIE et alii (1988) instalaram ninhos-armadilhas a 0,5 e 2,5 m de altura em ambientes de mata, numa investigação sobre a preferência de habitat de espécies de Centris. Maior porcentagem de ninhos foi fundada a 2,5 m de altura.

WOLDA e ROUBIK (1986) constataram que, em matas tropicais, espécies de abelhas voam em diferentes alturas. Armadilhas luminosas instaladas a 4 e 27 m de altura, em uma mata tropical do Panamá, capturaram abelhas com hábito de nidificação hipógeo e xilófilo, respectivamente. Ptiloglossa e Rhinetula, que são abelhas que constroem seus ninhos no solo, foram mais abundantes nas armadilhas colocadas a 4 m de altura. Espécies de Megalopta foram mais abundantes nas armadilhas colocadas a 27 m; essas espécies nidificam em madeira.

No presente trabalho, considerando apenas as espécies com amostragem suficiente, os resultados mostraram que não houve alteração dos padrões de preferência por altura na fundação de ninhos entre os fragmentos de mata e a mata

contínua. A altura em que os ninhos foram fundados independe do ambiente ser um fragmento de mata ou um local de mata contínua. Concluiu-se, então, que as comunidades deste grupo de vespas e abelhas encontram-se estruturadas de forma muito rígida com relação à estratificação vertical, ou que a fragmentação não afetou de maneira óbvia os fatores que determinam a estratificação.

Pelos resultados encontrados neste trabalho, vê-se que o processo de fragmentação da mata alterou as comunidades de vespas e abelhas solitárias estudadas.

É importante ressaltar que a interpretação dos efeitos da fragmentação da mata sobre as populações dos Hymenoptera estudados neste trabalho deve ser feita com cautela, tendo em vista as variações naturais do ambiente que ocorrem no interior da própria mata contínua.

As comunidades são espacialmente heterogêneas. Ao longo de qualquer extensão de terra ou água, verifica-se a existência de padrões de descontinuidade na distribuição das populações, formando um mosaico de manchas (SOUSA, 1984). As variações observadas no número de ninhos de espécies de vespas e abelhas coletados no interior da própria mata contínua foram, pelo menos em parte, consequência da pequena amostragem obtida; no entanto, podem também ser consequência dos padrões do mosaico ambiental existente dentro da própria mata. Mesmo quando as condições físicas de um ambiente são relativamente uniformes em uma região, são muito comuns variações espaciais nas taxas de reprodução, recrutamento, crescimento, e sobrevivência dos organismos (SOUSA, 1984). Essas variações, por sua vez, podem ser

conseqüência de variações na intensidade de interações biológicas, disponibilidade de recursos e condições microclimáticas.

Acredita-se que a floresta tropical seja um mosaico de manchas que se diferem em estrutura e composição florística (BROKAW, 1985). Essas manchas seriam criadas por clareiras, as quais diferem em tamanho, idade e composição de espécies. A formação de clareiras é apenas uma fase num ciclo de regeneração. A colonização dessas clareiras conduz à fase madura, na qual novas quedas de árvores renovam o ciclo. Em Monteverde, Costa Rica, as variações da topografia e local das condições de solo estão muito associadas com aos diferentes regimes de queda de árvores e formação de clareiras. Isso promove a formação de diferentes tipos de florestas (BROKAW, 1985).

Segundo RANKIN (1990), em mata de terra firme próxima de Manaus, em áreas de estudo do PDBFF, a maioria das espécies de árvores pertencentes às famílias mais abundantes na região pode ser encontrada dentro de 9 ha de amostragem. Contudo, a similaridade dos hectares, em uma escala local ou regional, é pequena em termos de sua composição total.

Portanto, as variações existentes no interior da mata devem ser responsáveis pelas diferenças, entre os locais, de composição e abundância de animais.

em 24 espécies e 433 ninhos de abelhas distribuídos em 15 espécies. *Trigonula lactifera*, *Trigonula* sp. 3, *Y. nitida*, *Podium rufipes* e *P. sanguinatus* foram as espécies de vespas mais comuns nas coletas; *Centris terminata*, *Microtrichia*, *Desachia orbiculata* e *Anthophora* sp. foram as espécies de abelhas mais comuns.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de verificar os efeitos da fragmentação de mata sobre as comunidades de vespas e abelhas solitárias, que nidificam em cavidades preexistentes, foram feitas coletas desses Hymenoptera em fragmentos isolados de mata, locais de mata nativa não-perturbada e áreas desmatadas, em floresta tropical de terra firme na Amazônia Central, numa região próxima de Manaus - AM.

As coletas foram realizadas com a técnica de ninhos-armadilhas, quinzenalmente, entre junho de 1988 e junho de 1990. Os ninhos-armadilhas foram instalados nas alturas de 1,5 m, 8 m e 15 m, em dois fragmentos de 1 ha, dois de 10 ha, um de 100 ha e sete locais situados na mata contínua. Foram feitas também coletas em áreas desmatadas e clareiras naturais do interior da mata contínua.

As comunidades de vespas e abelhas foram estudadas em termos de abundância e diversidade de espécies, similaridade faunística e estratificação vertical.

Foram coletados 1.529 ninhos de vespas distribuídos

em 24 espécies e 435 ninhos de abelhas distribuídos em 15 espécies. Trypoxylon lactitarse, Trypoxylon sp.3, I. nitidum, Podium rufipes e P. sexdentatum foram as espécies de vespas mais comuns nas coletas; Centris terminata, C. dichrotricha, Megachile orbiculata e Anthodiocetes n.sp. foram as espécies de abelhas mais comuns.

O número de espécies de vespas e abelhas variou pouco nos ambientes estudados. Entretanto, o número de ninhos fundados por espécies de vespas foi maior nas áreas desmatadas e nos fragmentos de 1 ha do que na mata contínua. Espécies típicas de áreas desmatadas fundaram ninhos também nos fragmentos de mata pequenos. Isso mostra que porções pequenas de mata podem ser colonizadas por espécies que, predominantemente, ocorrem em locais abertos e alterados. O número de ninhos fundados por espécies de abelhas foi maior na mata contínua e nas clareiras naturais. Houve, contudo, espécies de vespas que foram mais comuns na mata contínua e espécies de abelhas que foram mais comuns em áreas desmatadas.

A maioria das espécies de vespas e abelhas fundou ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura. A fragmentação pareceu não ter afetado os padrões de preferência por altura exibido pelas espécies.

A diversidade de espécies de vespas foi maior na mata contínua e nas clareiras naturais. Os fragmentos de 10 ha apresentaram maior diversidade que os fragmentos de 1 ha e, estes, maior que as áreas desmatadas.

A diversidade de espécies de abelhas também foi

maior na mata contínua, mas não houve diferenças entre os fragmentos de 1 e 10 ha. Apenas o fragmento de 10 ha apresentou um valor de diversidade significativamente maior que o da derrubada. A diversidade nas clareiras naturais não foi significativamente diferente da diversidade dos fragmentos de 1 ha, 10 ha e das áreas desmatadas.

Tanto para espécies de vespas como para espécies de abelhas, os resultados sobre diversidade nos diferentes ambientes estudados refletem mais diferenças na equitabilidade do que na riqueza de espécies.

Em relação à fauna de vespas, maior similaridade faunística ocorreu entre os fragmentos de 1 ha e 10 ha, entre o de 10 ha e a mata contínua, entre o de 1 ha e a derrubada, e entre a mata contínua e as clareiras naturais. A menor similaridade ocorreu entre as áreas desmatadas e as clareiras naturais e entre a mata contínua e as áreas desmatadas.

Em relação à fauna de abelhas, os maiores valores de similaridade ocorreram entre os fragmentos de 1 ha e 10 ha, entre o de 1 ha e a derrubada, e entre a mata contínua e as clareiras naturais. A menor similaridade ocorreu entre as áreas desmatadas e as clareiras naturais.

Tanto em relação às espécies de vespas quanto às abelhas, a mata contínua foi mais semelhante às clareiras naturais e ao fragmento de 10 ha do que ao fragmento de 1 ha e aos locais desmatados. A composição de espécies da mata contínua diferiu mais, portanto, da composição das espécies dos fragmentos de 1 ha e das áreas desmatadas.

A redução do número de ninhos fundados por espécies

de abelhas quando se considerou a mata contínua e depois os fragmentos de 10 ha foi de 69%. Para as vespas, esse valor foi de apenas 4,8%. Isto sugere que as espécies de abelhas adaptadas à mata contínua são mais sensíveis à fragmentação do que as espécies de vespas correspondentes.

Concluiu-se, então, que as comunidades de vespas e abelhas foram alteradas pelo processo de fragmentação da mata. Espécies de abelhas adaptadas à mata parecem ser mais sensíveis a este processo do que espécies de vespas. Se este for o caso, as comunidades de plantas floríferas dos fragmentos de mata menores podem, a longo prazo, sofrer modificações em sua composição, uma vez que um grande número de espécies vegetais depende das abelhas para a polinização de suas flores e reprodução. Contudo, os resultados devem ser interpretados com cautela, pois variações na própria mata contínua em muito obscurecem as modificações provocadas pela fragmentação.

BIBLIOGRAFIA

- ACKERMAN, J. D. Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Megachilidae) in Central Panama. *Ecology*, 24(2): 274-83, 1993.
- BATRA, S. W. Solitary bees. *Sci. Amer.*, 230(2): 86-93, 1984.
- BAMA, K. S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evolution*, 29: 85-98, 1974.
- BIERREGAARD, Jr., R. D. & LOVEJOY, T. E. Birds in Amazonian forest fragments: Effects of insularization. In: GUILLET, M. ed. *Acta XIX Congr. Int. Ornith.* Ottawa, Univ. of Ottawa Press, 1988, v. 2, p. 1364-77.
- BRAGA, P. I. S. Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae aos apúltis de lacta-odores de rampinha, campinarana e floresta tropical úmida da região de Manaus. *Acta Zool.*, 28(1): 767-73, 1974.
- BRIDGEMAN, W. D. *The society of spiders*. New York, Johnson Reprint, 1968.
- BROCKAN, N. V. L. Tractails, regrowth, and community structure in tropical forests. In: PICKETT, S. T. A. & WHITE, P. S. ed. *The ecology of natural disturbances and forest dynamics*. New York, Academic Press, 1983, p. 33-52.
- BROWN, K. S. Jr. Centros de evolução, refúgios equatoriais e conservação de patrimônios genéticos na região neotropical: padrões de diferenciação em Ithomiinae (Lepidoptera, Nymphalidae). *Acta Amazonica*, 7(1): 95-137, 1977.

DALLAN, S. M. Nesting biology of *Sceliphron nasutiforme* in Trinidad (Hymenoptera: Sphecidae). Entomol. News, 97(2), 69-78, 1986.

CAMPOS, L. A. D., SILVEIRA, F. A., OLIVEIRA, W. L., ABRANTES, C. V. N., PORATO, S. P., MELO, G. A. R. Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae). R. Bras. Zool., 6(4): 421-6, 1989.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. Spiders, scorpions, centipedes and mites. London, Pergamon Press, 1958.

COLINGRUX, P. A. The past and future Amazon. Sci. Amer., 242(3): 68-74, 1989.

COLLINS, J. O. & JENNINGS, J. Nesting height preferences of Euclyptid Wasps (Hymenoptera: Euclyptidae) that prey on Spruce Budworm (Lepidoptera: Tortricidae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 80: 435-8, 1987.

COOPER, W. W. Biology of eusocial wasps. I. The ecology, predation and competition of *Agriostropus antillarum* (Pentamer). Trans. Amer. Entomol. Soc., 72: 313-35, 1953.

ACKERMAN, J. D. Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in Central Panamá. Ecology, 64(2): 274-83, 1983.

BATRA, S. W. Solitary bees. Sci. Amer., 250(2): 86-93, 1984.

BAWA, K. S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. Evolution, 28: 85-92, 1974.

BIERREGAARD Jr., R. D. & LOVEJOY, T. E. Birds in Amazonian forest fragments: Effects of insularization. In: QUELLET, H. ed. Acta XIX Cong. Int. Ornith. Ottawa, Univ. of Ottawa Press, 1988. v.2. p. 1564-79.

BRAGA, P. I. S. Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae com auxílio de iscas-odores na campina, campinarana e floresta tropical úmida da região de Manaus. Ciên. e Cult., 28(7): 767-73, 1976.

BRISTOWE, W. S. The comity of spiders. New York, Johnson Reprint, 1968.

BROKAW, N. V. L. Treefalls, regrowth, and community structure in tropical forests. In: PICKETT, S. T. A. & WHITE, P. S. ed. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. New York, Academic Press, 1985. p. 53-83.

BROWN, K. S. Jr. Centros de evolução, refúgios quaternários e conservação de patrimônios genéticos na região neotropical: padrões de diferenciação em Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae). Acta Amazonica, 7(1): 75-137, 1977.

BIBLIOGRAFIA

- CALLAN, E. M. Nesting biology of Ectemnius basiflavus in Trinidad (Hymenoptera: Sphecidae). Entomol. News, 97(2): 69-70, 1986.
- CAMPOS, L. A. O.; SILVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. L.; ABRANTES, C. V. M.; MORATO, E. F.; MELO, G. A. R. Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apoidea). R. bras. Zool., 6(4): 621-6, 1989.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. Spiders, scorpions, centipedes and mites. London, Pergamon Press, 1958.
- COLINVAUX, P. A. The past and future Amazon. Sci. Amer., 260(5): 68-74, 1989.
- COLLINS, J. A. & JENNINGS, D. T. Nesting height preferences of Eumenid Wasps (Hymenoptera: Eumenidae) that prey on Spruce Budworm (Lepidoptera: Tortricidae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 80: 435-8, 1987.
- COOPER, K. W. Biology of eumenine wasps. I. The ecology, predation and competition of Ancistrocerus antilope (Panzer). Trans. Amer. Entomol. Soc., 79: 13-35, 1953.
- COVILLE, R. E. Biological observations on Trypoxylon orizabense in Arizona, USA (Hymenoptera, Sphecidae). J. Kans. Entomol. Soc., 52(3): 613-20, 1979.
- Biological observations on three Trypoxylon wasps in the subgenus Trypargilum from Costa Rica: I. nitidum schulthessi, I. saussurei, and I. lactitarse (Hymenoptera: Sphecidae). Pan-Pacif. Entomol., 57: 332-40, 1981.
- COVILLE, R. E. & COVILLE, P. L. Nesting biology and male behavior of Trypoxylon (Trypargilum) tenocitlan in Costa Rica (Hymenoptera: Sphecidae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 73: 110-9, 1980.
- COVILLE, R. E. & GRISWOLD, C. Nesting biology of Trypoxylon xanthandrum in Costa Rica with observations on its spider prey (Hymenoptera: Sphecidae; Araneae: Senoculidae). J. Kans. Entomol. Soc., 56(2): 205-16, 1983.
- Biology of Trypoxylon (Trypargilum) superbum (Hymenoptera: Sphecidae), a spider-hunting wasp with extended guarding of brood by males. J. Kans. Entomol. Soc., 57(3): 365-76, 1984.
- COWAN, D. P. The solitary and presocial Vespidae. In: ROSS, K. E. & MATTHEWS, R. W. ed. The social biology of wasps. Ithaca, Comstock Publishing Associates, 1991. p.33-73.
- CREPECT, W. L. The role of insect pollination in evolution of angiosperms. In: REAL, L. ed. Pollination biology. London, Academic Press, 1983. p.29-50.

- DALLA VECCHIA, M. B. B. Aspectos biológicos de Pachodynerus nasidens (Hymenoptera: Eumenidae) em ninhos armadilha. Ribeirão Preto, FFCLRP, 1988. 128p. (Tese M.S.)
- DANKS, H. V. Biology of some stem-nesting aculeate Hymenoptera. Trans. Royal Entomol. Soc. London, 122: 323-99, 1970.
- . Populations and nesting-sites of some aculeate Hymenoptera nesting in Rubus. J. Anim. Ecol., 40: 63-77, 1971a.
- . Nest mortality factors in stem-nesting aculeate Hymenoptera. J. Anim. Ecol., 40: 79-82, 1971b.
- DIAMOND, J. M. The island dilemma: lessons of modern biogeography and the design of natural reserves. Biol. Conserv., 7: 129-46, 1975.
- DIAMOND, J. M. & MAY, R. M. Island biogeography and the design of natural reserves. In: MAY, R. M. ed. Theoretical ecology: principles and applications. Oxford, Blackwell, 1976. p.163-86.
- DRESSLER, R. L. Biology of the orchid bees (Euglossini). Ann. Rev. Ecol. Syst., 13: 373-94, 1982.
- DRUMMOND, M. S.; GARCIA, M. V. B.; CAMPOS, L. A. D.; LEITE, M. F. Notas preliminares sobre a dinâmica sexual de populações de Trypoxylon (Trypargilum) sp. (Sphecidae) em comunidades ecológicas restritas, isoladas ou semi-isoladas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12 Londrina, PR, 1990. Resumos. Londrina, SBZ, 1990. p.82.
- ELTON, C. S. The structure of invertebrate populations inside neotropical rain forest. J. Anim. Ecol., 42: 55-104, 1973.
- EVANS, H. E. The behavior patterns of solitary wasps. Ann. Rev. Entomol., 11: 123-54, 1966.
- EVANS, H. E. & EBERHARD, M. J. W. The Wasps. Ann. Arbor., The University of Michigan Press, 1970.
- FAEGRI, K. & PIJL, L. van der The principles of pollination ecology. 3.ed. Oxford, Pergamon, 1979.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na amazônia brasileira: com que intensidade vem ocorrendo? Acta Amazonica, 12(3): 579-90, 1982.
- FEINSINGER, P. Coevolution and pollination. In: FUTUYMA, D. J. & SLATKIN, M. ed. Coevolution. Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates, 1983. p.282-310.
- FEISINGER, P.; WOLFE, J. A.; SWARM, L. A. Island ecology: reduced hummingbird diversity and the pollination biology of plants, Trinidad and Tobago, West Indies. Ecology, 63(2): 494-506, 1982.

FRANKIE, G. W.; VINSON, S. B.; NEWSTROM, L. E.; BARTHELL, J. F. Nest site and habitat preferences of Centris bees in the Costa Rican Dry Forest. Biotropica, 20(4): 301-310, 1988.

FRICKE, J. M. Trap-nest design for small trap-nesting Hymenoptera. Great Lakes Entomol., 24(2): 121-2, 1991a.

----- Trap-nest bore diameter preferences among sympatric Passaloecus spp. (Hymenoptera: Sphecidae). Great Lakes Entomol., 24(2): 123-5, 1991b.

FUTUYMA, D. J. Community structure and stability in constant environments. Amer. Nat., 107: 443-6, 1973.

FYE, R. E. The biology of the Vespidae, Pompilidae and Sphecidae from trap nests northwestern Ontario. Canad. Entomol., 97: 716-44, 1965a.

--- Biology of Apoidea taken in trap nests in northwestern Ontario. Canad. Entomol., 97: 863-77, 1965b.

--- The effect of forest disturbances on populations of wasps and bees in Northwestern Ontario (Hymenoptera: Aculeata). Canad. Entomol., 104: 1623-33, 1972.

GESS, F. W. & GESS, S. K. The whited sepulchre-the nesting of Chalybion tibiale (Fabr.). East. Cape Natural., 70: 11-4, 1980.

GILPIN, M. E. & DIAMOND, J. M. Subdivision of nature reserves and the maintenance of species diversity. Nature, 285: 567-8, 1980.

GRISWOLD, C. E. & COVILLE, R. E. Observations on the prey and nesting biology of spider-hunting wasps of the genus Trypoxylon (Hymenoptera: Sphecidae) in Costa Rica. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ARACHNOLOGY, 9, 1986. Proceedings... Panama, p.113-6, 1986.

HARRIS, L. D. The fragmented forest. Chicago, University Chicago Press, 1984.

HIGGS, A. J. Island biogeography theory and nature reserve design. J. Biogeogr., 8: 117-24, 1981.

HURLBERT, S. H. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. Ecology, 52: 577-86, 1971.

HUTCHESON, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. J. Theor. Biol., 29: 151-4, 1970.

JANVIER, H. Hymenopterous predators as biological control agents. J. Econ. Entomol., 49(2): 202-5, 1956.

JANZEN, D. H. Euglossine bees as long-distance pollinators

of tropical plants. Science, 171: 203-5, 1971.

----- No park is an island: increase in interference from outside as park size decreases. Oikos, 41: 402-10, 1983.

JANZEN, D. H.; DEVRIES, P. J.; HIGGINS, M. L.; KIMSEY, L. S. Seasonal and site variation in Costa Rican euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forests. Ecology, 63(1): 66-74, 1982.

JAYASINGH, D. B. & FREEMAN, B. E. The comparative population dynamics of eight solitary bees and wasps (Aculeata; Apocrita; Hymenoptera) trap-nested in Jamaica. Biotropica, 12(3): 214-9, 1980.

JAYASINGH, D. B. & TAFFE, C. A. The biology of the eumenid mud-wasp Pachodynerus nasidens in trapnests. Ecological Entomology, 7: 283-9, 1982.

JENNERSTEN, O. Pollination in Dianthus deltoides (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set. Conserv. Biology, 2(4): 359-66, 1988.

JENNINGS, D. T. & HOUSEWEART, M. W. Predation by eumenid wasps (Hymenoptera: Eumenidae) on spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) and other lepidopterous larvae in spruce-fir forests of Maine. Ann. Entomol. Soc. Amer., 77(1): 39-45, 1984.

KIM, J. Y. Nest dimensions of two leaf-cutter bees (Hymenoptera: Megachilidae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 85(1): 85-90, 1992.

KROMBEIN, K. V. Biological notes on some Hymenoptera that nest in sumach pith. Ent. News, 71(2): 29-36, 1960a.

----- Biological notes on some Hymenoptera that nest in sumach pith. Ent. News, 71(3): 63-9, 1960b.

----- Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates. Washington, Smithsonian Press, 1967.

----- Behavioral and life-history notes on three floridian solitary wasps (Hymenoptera: Sphecidae). Smiths. Contr. Zool., 46: 1-26, 1970.

LAROCCA, S.; SCHWARTZ FILHO, D. L.; ZANELLA, F. C. V. Ninho de Austromegachile habilis e notas sobre a diversidade de Megachile (Apoidea, Megachile) em biótopos neotropicais. Acta Biol. Par., 16(1,2,3,4): 93-105, 1987.

LOVEJOY, T. E. Discontinuous wilderness: minimum areas for conservation. Parks, 5(2): 13-5, 1980.

----- Forest fragmentation in the Amazon: a case

- study. In: MESSEL, H. ed. The study of populations. Sydney, Pergamon Press, 1985. p.243-51.
- LOVEJOY, T. E. & RANKIN, J. M. Uma fisionomia ameaçada: as implicações da dinâmica de parcelas florestais no planejamento silvicultural e de reservas. Bol. Fund. Bras Conserv. Nat., 16: 136-9, 1981.
- LOVEJOY, T. E.; RANKIN, J. M.; BIERREGAARD Jr., R. O.; BROWN Jr., K. S.; EMMONS, L. H.; VAN DER VOORT, M. E. Ecosystem decay of Amazon forest remnants. In: NITECKI, M. H. ed. Extinctions. Chicago, University of Chicago Press, 1984. p.295-325.
- LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD, R. O., Jr.; RYLANDS, A. B.; MALCON, J. R.; QUINTELA, C. E.; HARPER, L.; BROWN, K. S., Jr.; POWELL, A. H.; POWELL, G. V. N.; SCHUBART, H. O. R.; HAYS, M. B. Edge and other effects on isolation on Amazon forest fragments. In: SOULE, M. E. ed. Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Sunderland, Massachusetts, Sinauer, 1986. p.257-85.
- LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. New York, John Wiley & Sons, 1988.
- LUGO, A. E. Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. In: WILSON, E. O. ed. Biodiversity. Washington, National Academy Press, 1988. p. 58-70.
- MACARTHUR, R. H. Geographical ecology: patterns in the distribution of species. New York, Harper & Row, 1972.
- MACARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. The theory of island biogeography. Princeton, Princeton University Press, 1967.
- MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton, Princeton University Press, 1988.
- MARTINS, M. Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de Drosophila (Diptera) em duas reservas de mata isoladas nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi, ser. Zool., 3(2): 195-218, 1987.
- Invasão de fragmentos florestais por espécies oportunistas de Drosophila (Diptera, Drosophilidae). Acta Amazonica, 19: 265-71, 1989.
- MAY, R. M. Island biogeography and the design of wildlife preserves. Nature, 254: 177-8, 1975.
- MEDLER, J. T. A note on Auplopus Spinola in trap-nests in Wisconsin (Hymenoptera: Pompilidae). Entomol. News, 75(7): 189-91, 1964.
- Biology of Isodontia (Murrayella) mexicana in

- trap-nests in Wisconsin (Hymenoptera: Sphecidae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 58(2): 137-42, 1965a.
- A note on Megachile mendica Cresson in trap-nests in Wisconsin. Proc. Entomol. Soc. Washington, 67: 113-6, 1965b.
- A resin bee using trap-nests in Wisconsin, and a note on other resin bees. (Hymenoptera: Megachilidae). Entomol. News, 27: 228-30, 1966.
- Biology of Trypoxylon in trap nests in Wisconsin. Amer. Midl. Nat., 78: 344-58, 1967a.
- Biology of Osmia in trap nests in Wisconsin (Hymenoptera: Megachilidae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 60(2): 338-44, 1967b.
- MEDLER, J. T. & FYE, R. E. Biology of Ancistrocerus antilope (Panzer) (Hymenoptera, Vespidae) in trap-nests in Wisconsin. Ann. Entomol. Soc. Amer., 49: 97-102, 1956.
- MEDLER, J. T. & KOERBER, T. W. Biology of Dipogon sayi Banks in trap-nests in Wisconsin. Ann. Entomol. Soc. Amer., 50: 621-5, 1957.
- MENKE, A. S. & BOHART, R. M. Sphecid wasps of the world: a generic revision. Berkeley, University of California Press, 1976.
- MYERS, N. The extinction spasm impending: synergisms at work. Conserv. Biol., 1(1): 14-21, 1987.
- Tropical forests and their species: going, going...? In: WILSON, E. O. ed. Biodiversity. Washington, National Academy Press, 1988. p.28-35.
- O'BRIEN, M. F. Trypargilum tridentatum (Packard) in trap nests in Oregon (Hymenoptera: Sphecidae: Trypoxylinae). Pan-Pacif. Entomol., 58(4): 288-90, 1982.
- PARKER, F. D. Factors influencing mortality and nesting in managed populations of the sunflower leafcutter bee (Hymenoptera: Megachilidae). Environ. Entomol., 15(4): 877-9, 1986.
- PEARSON, D. L. & DRESSLER, R. L. Two-year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Perú. J. Trop. Ecol., 1: 37-54, 1985.
- PEET, R. K. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst., 51(3): 445-54, 1974.
- PERCIVAL, M. S. The mutual adaptation of bees and flowers. Bee World, 4: 106-13, 1962.
- PÉREZ-MALUF, R. & CAMPOS, L. A. O. Aspectos da biologia de

- vespas e abelhas que nidificam em ninhos-armadilha na região de Viçosa-MG e seus associados. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 43, Rio de Janeiro, RJ. 1991. Resumos...Rio de Janeiro, SBPC, 1991. p.774-5.
- PICKETT, S.T. & THOMPSON, J. N. Patch dynamics and the design of nature reserves. Biol. Conserv., 13: 27-37, 1978.
- PIELOU, E. C. The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. New York, John Wiley & Sons, 1984.
- PRANCE, G. T. Phytogeographic support for the theory of Pleistocene forest refuges in the Amazon Basin based on evidence from distribution patterns in Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and Lecythidaceae. Acta Amazonica, 3(3): 5-28, 1973.
- Pesquisas botânicas e a conservação da Floresta Amazônica. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34, Porto Alegre, 1983. Anais... Porto Alegre, 1983 .v.1, p.63-71.
- The changing forests. In: PRANCE, G. T. & LOVEJOY, T. E. ed. Amazônia. Oxford, Pergamon Press, 1985a. p.146-65.
- The pollination of amazonian plants. In: PRANCE, G. T. & LOVEJOY, T. E. ed. Amazônia. Oxford, Pergamon Press, 1985b. p.166-91.
- POWELL, A. H. & POWELL, G. V. N. Population dynamics of male euglossine bees in amazonian forest fragments. Biotropica, 19(2): 176-9, 1987.
- PRICE, P. W. Characteristics permitting coexistence among parasitoids of a sawfly in Quebec. Ecology, 51(3): 445-54, 1970.
- Insect ecology. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, 1984.
- PROCTOR, M. C. F. Insect pollination syndromes in a evolutionary and ecosystemic context. In: RICHARDS, A. J. ed. The pollination of flowers by insects. London, Academic Press, 1978. p.105-16.
- RANKIN, J. M. Amostragem quantitativa na floresta tropical úmida da Amazônia Central baseada num inventário em grande escala em mata de "terra firme". In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, SP. 1990. Resumos... Campos do Jordão, SBS, SBEF, 1990. p.30.
- RICKLEFS, R. E.; ADAMS, R. M.; DRESSLER, R. L. Species diversity of Euglossa in Panama. Ecology, 50(4): 713-6, 1969.
- ROUBIK, D. W. Ecology and natural history of tropical bees.

Cambridge, Cambridge University Press, 1989.

- ROUBIK, D. W. & ACKERMAN, J. D. Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panama. Oecologia, 73: 321-33, 1987.
- SCHAL, C. & BELL, W. J. Vertical community structure and resource utilization in neotropical forest cockroaches. Ecol. Entomol., 11: 411-23, 1986.
- SCHOWALTER, T. D. Adaptations of insects to disturbance. In: PICKETT, S. T. A. & WHITE, P. S. ed. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. New York, Academic Press, 1985. p.235-52.
- SIEGEL, S. & CASTELLAN Jr., N. J. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. New York, McGraw-Hill, 1988.
- SIMBERLOFF, D. S. Equilibrium theory of island biogeography and ecology. Ann. Rev. Ecol. Syst., 5: 161-82, 1974.
- SIMBERLOFF, D. S. & ABELE, L. G. Island biogeography theory and conservation practice. Science, 191: 285-6, 1976.
- Refuge design and island biogeographic theory: effects of fragmentation. Amer. Nat., 120(1): 41-50, 1982.
- SIMPSON, B. B. & NEFF, J. L. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. Ann. Missouri Bot. Gard., 68: 301-22, 1981.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. Biometry. San Francisco, Freeman and Company, 1981.
- SOUSA, D. F. de Diversidade de Térmitas (Insecta: Isoptera) e sua relação com a fragmentação de ecossistemas na Amazônia Central. Viçosa, UFV, 1989. 85p. (Tese M.S.)
- SOUSA, W. P. The role of disturbance in natural communities. Ann. Rev. Ecol. Syst., 15: 353-91, 1984.
- SUTTON, S. L.; ASH, C. P. J.; GRUNDY, A. The vertical distribution of flying insects in lowland rain-forests of Panama, Papua New Guinea and Brunei. Zool. J. Linnean Soc., 78: 287-97, 1983.
- THORNHILL, R. & ALCOCK, J. The evolution of insect mating systems. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1983.
- TURNBULL, A. L. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). Ann. Rev. Entomol., 18: 305-48, 1973.
- VANZOLINI, P. E. Questões ecológicas ligadas à conservação da natureza no Brasil. Biogeografia, 16: 1-22, 1980.
- VUILLEUMIER, F. Insular biogeography in continental regions. I. The Northern Andes of South America. Amer. Nat., 104: 373-88, 1970.

- WILCOX, B. A. & MURPHY, D. D. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. Amer. Nat., 125: 879-87, 1985.
- WILLIAMS, N. H. & DODSON, C. H. Selective attraction of male euglossine bees to orchid floral fragrances and its importance in long distance pollen flow. Evolution, 26: 84-95, 1972.
- WILSON, E. O. Threats to biodiversity. Sci. Amer., 261(3): 60-6, 1989.
- WOLDA, H. & ROUBIK, D. W. Nocturnal bee abundance and seasonal bee activity in a Panamanian forest. Ecology, 67: 426-33, 1986.
- ZIMMERMAN, B. L. & BIERREGAARD Jr., R. O. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. J. Biogeogr., 13: 133-43, 1986.