

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E  
RECURSOS NATURAIS

**EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE  
BORBOLETAS (LEPIDOPTERA, HESPERIIDAE)  
ASSOCIADAS À FORMIGA-DE-CORREIÇÃO  
*Eciton burchelli* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE,  
ECITONINAE)**

**Rosamary Silva Vieira**

Orientador: Dr. Manoel Martins Dias Filho

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências - área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais

**São Carlos-SP**

**2004**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

V658ef

Vieira, Rosamary Silva.

Efeito da Fragmentação Florestal sobre borboletas (Lepidoptera, Hesperidae) associada à formiga-de-correição *Eciton burchelli* (Hymenoptera, Formicidae, Ecitoninae)/ Rosamary Silva Vieira. -- São Carlos : UFSCar, 2004. 166 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Ecologia florestal. 2. Fragmentos florestais. 3. Interações animais. 4. Borboletas. 5. Formigas de Correição. 6. Amazônia central. I. Título.

CDD: 574.52642 (20<sup>a</sup>)

*Formigas*

*Não precisei de ler São Paulo, Santo Agostinho, São Jerônimo, nem Tomás de*

*Aquino, nem São Francisco de Assis para chegar a Deus.*

*Formigas me mostraram ele.*

*(Eu tenho doutorado em formigas).*

Manoel de Barros

**DEDICO**

À minha família

Aos meus amigos

À memória dos que me mostraram o mundo acadêmico  
(Dr. Antonio Francisco Bastos e Dr. Antonio Carlos Corsini)

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, ao corpo administrativo e docente.

Aos componentes da banca examinadora, por suas contribuições.

Ao Dr. Manoel Martins Dias Filho, pela orientação e estímulo aos estudos de História Natural.

A Dra. Angélica Maria Penteado-Dias e suas alunas, pelo apoio dispensado.

Ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Smithsonian Institution), por toda infra-estrutura coordenada por Ari Jorge e Roseli Hipólito, e auxílio financeiro cedido para a realização de trabalho.

Ao Dr. Olaf H. H. Mielke (Universidade Federal do Paraná), pela identificação das borboletas e por ceder um pouco de seus conhecimentos sobre o fascinante mundo dos hesperídeos.

Ao Dr. Mario Cohn-Haft, que nunca se importa em gastar horas falando sobre a floresta, os rios, as aves, e também sobre borboletas. Acompanhou minhas pequenas descobertas e nunca se importou em interromper seu trabalho, ou ceder seus momentos de descanso para discutir e rever pacientemente meus escritos.

Ao Dr. Eduardo M. Venticinque, Dr. William Magnusson, Dr. Selvino Neckel Oliveira, Tiago Izzo e Paulo Estéfano, pelo fornecimento e ajuda com os programas estatísticos.

Ao Tito Fernandes, pelo capricho, bom gosto e responsabilidade com que faz seus trabalhos, e claro pela amizade e carinho.

Ao Carlos Da Costa, que sempre me atendeu, socorreu e fez até milagres com minhas máquinas super-poderosas, me lembrando de sempre manter a calma.

Aos assistentes de campo Alaércio Marajó dos Reis e Antonio Cardoso, pelos sei lá quantos quilômetros andados pelo mato, pela capoeira, pela pastagem, e por toda a paciência e atenção com que me acompanharam nas observações de taóca e borboletinhas.

Aos amigos que partilharam comigo muuuuuuittas horas de trabalho de campo, muitas conversas e discussões saudáveis, Ingrid, Marcela, Liliam, Miguel.

Aos amigos que estão sempre dividindo os risos e as lágrimas, enquanto falamos de trabalho, das nossas vidas, da vida dos outros. Acima disso me apoiaram – ainda agüentando minha instabilidade de humor. Agradeço a Cacá, Eudalete, Ritinha, Zé, Flávia, Claudia, Wilson, Ana, Sarita, Catá, Rosy, Roger, Josi, Lana, Serginho, Amanda, Jú, Robson, Malú, Tenente Pings, Samia, Marina, Phill, Gonçalo.

Aos amigos que fiz em Rio Claro e ainda me acompanham. Aos amigos que fiz em São Carlos, Mônica, Zão, Franzeh, Paulinho Pamplim, Fer, e muitos outros valorosos.

A minha família, a cada um que me deu um pouco do que tem, sem imaginar o quanto me ajudaram para que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos céus pela proteção e pelos prazeres que tenho de viver dentro da floresta.

## ÍNDICE

<b>Introdução Geral</b> .....	1
<b>Capítulo 1:</b> A formiga-de-correição <i>Eciton burchelli</i> (Hymenoptera, Formicidae, Ecitoninae) e os grupos seguidores.	
Resumo.....	5
1.1 Revisão bibliográfica.....	7
<b>Capítulo 2:</b> Hesperiiidae (Lepidoptera) acompanhando formigas-de-correição ( <i>Eciton burchelli</i> (Hymenoptera, Formicidae, Ecitoninae) na Amazônia central.	
Resumo.....	18
Abstract.....	20
2.1 Introdução.....	22
2.2 Material e Métodos.....	25
2.3 Resultados.....	37
2.4 Discussão.....	49

**Capítulo 3:** Avaliação do acompanhamento de uma colônia de *Eciton burchelli* (Hymenoptera, Formicidae, Ecitoninae) por HesperIIDae (Lepidoptera).

Resumo.....	67
Abstract.....	69
3.1 Introdução.....	70
3.2 Material e Métodos.....	71
3.3 Resultados.....	75
3.4 Discussão.....	82

**Capítulo 4:** Caracterização da comunidade de HesperIIDae (Lepidoptera) em floresta fragmentada de terra firme na Amazônia central.

Resumo.....	87
Abstract.....	89
4.1 Introdução.....	90
4.2 Material e Métodos.....	92
4.3 Resultados.....	96
4.4 Discussão.....	105

**Capítulo 5:** Formiga-de-correição/Aves seguidoras/Hesperiidae: um sistema interespecífico afetado pela dinâmica da paisagem.

Resumo.....113

Abstract.....115

5.1 Introdução.....117

5.2 Material e Métodos.....123

5.3 Resultados.....125

5.4 Discussão.....132

**Conclusões.....143**

**Referências Bibliográficas.....145**

**Anexos**

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 2:

- Figura 1. Distrito agropecuário da SUFRAMA, Amazonas – Fazendas Esteio, Dimona e Porto Alegre. Localização das reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais.....28
- Figura 2. Esquema do procedimento utilizado para oferta de excrementos no interior de floresta. A: Excrementos colocados no chão e vegetação do subbosque baixo com formigas e aves ausentes num raio de 300 metros. B: Excrementos colocados no chão e vegetação baixa com formigas e aves-seguidoras presentes, e os excrementos destas aves.....36
- Figura 3. Curva cumulativa de espécies de Hesperiidæ coletadas em 51 amostras junto aos carreiros de *Eciton burchelli* em uma floresta de mata primária na Amazônia central.....41
- Figura 4. Frequência de utilização (%) representada pelo número de vezes que os excrementos foram oferecidos pelo número de vezes que foram utilizados. Excrementos oferecidos na ausência dos carreiros de formigas de correição *Eciton burchelli* (barra branca) e presença (barra preta).  $X^2_{(p\ 0,05=5,97)}= 6,669$ .....44

### Capítulo 3:

Figura 1: Esquema de cores utilizado na marcação de hesperídeos. Azul na fase nômade anterior (Na); branco a leste do ninho sedentário (S); rosa a oeste no ninho sedentário; cinza na fase nômade posterior ao ninho sedentário (Np).....73

Figura 2. Marcação de *Tarsoctenus papias* capturado junto a um enxame de *E. burchelli*. a: Posicionamento da borboleta para marcação; b: região de marcação...74

Figura 3 a. Mapeamento do movimento de uma colônia de *Eciton burchelli* entre dois ninhos sedentários, em floresta de mata contínua na Amazônia central.....76

Figura 3b. Direções seguidas a cada dia pelos enxames de *Eciton burchelli* durante uma fase sedentária em floresta de mata contínua na Amazônia central.....77

### Capítulo 4:

Figura 1: Esquema de tratamentos do entorno e trilhas dos fragmentos florestais isolados de 1 e 10 ha.....94

Figura 1. Ordenação das reservas baseada na frequência de espécies de Hesperíidae. (o)=fragmentos de 1 ha; (x)=fragmentos de 10 ha; (+)=mata contínua; símbolos circundados=fragmentos envolvidos pela vegetação secundária.....103

## Capítulo 5:

Figura 1: Padrão apresentado pelos elementos do sistema interespecífico Formiga-de-correição/Aves seguidoras/Borboletas Hesperiiidae; sequência decrescente da mata contínua para capoeira jovem. Aves em preto: seguidoras obrigatórias; aves em cinza: seguidoras facultativas. Borboletas em preto: espécies comuns em mata contínua; borboletas em caramelo: espécies comuns nas capoeiras.....130

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2:

Tabela 1. Descrição dos tratamentos experimentais dados as reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smithsonian I) Manaus, AM.....27

Tabela 2. Substratos oferecidos como potenciais atrativos para hesperídeos.....34

Tabela 3. Borboletas Hesperiiidae capturadas junto aos carreiros de *Eciton burchelli* nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Manaus, AM. Fr=frequência relativa; \* espécies também coletadas nos fragmentos isolados de 10 ha; \*\* coletadas no fragmento circundado.....39

### Capítulo 3:

Tabela 1. Sítios usados para a instalação dos ninhos de *Eciton burchelli*.....79

### Capítulo 4:

Tabela 1. Lista de espécies de Hesperiiidae e distribuição entre as reservas de 1 e 10 hectares, mata contínua e vegetação secundária (Capoeiras), com número de indivíduos obtidos a partir das coletas padronizadas e avulsas. \*Espécie coletada nas reservas Cidade Powell.....98

Tabela 2. Riqueza de hesperídeos obtida por coletas padronizadas nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smthsonian I), Manaus, AM. Discriminadas linhas de interior e borda dos fragmentos e mata contínua.....100

Tabela 3. Riqueza de hesperídeos obtida por coletas padronizadas e avulsas nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smthsonian I), Manaus, AM.....101

Tabela 4. Número de espécies por subfamília por tamanho de área entre Pyrginae e Hesperinae.....102

Tabela 5. Índice de similaridade (Jaccard) entre fragmentos de 1 ha, 10 ha e mata contínua. Col=Colosso; Dim=Dimona; Pa=Porto Alegre; Cp=Cidade Powell; Flo=Florestal; 41=Km 41. Tratamentos: Q=Corte e queima; C=Corte; S=Sem manutenção.....104

## Capítulo 5:

Tabela 1. Espécies de aves seguidoras regulares de formigas-de-correição nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Manaus - AM.....120

Tabela 2. Lista de espécies de bobaletas Hesperiiidae coletadas juntos aos carreiros de *Eciton burchelli*. Número de indivíduos em áreas de mata contínua de terra firme (M); Capoeira Velha (CV); Capoeira Intermediária (CI); Capoeira jovem (CJ).....126

## Anexos

Figura 1. Espécies de borboletas (Hesperiiidae, Lepidoptera) coletadas sobre a área de forrageio de *Eciton burchelli* em floresta tropical de terra firme na Amazônia central.

Figura 2. Espécies de borboletas (Hesperiiidae, Lepidoptera) coletadas em floresta tropical de terra firme na Amazônia central.

Tabela 1. Lista de hesperídeos coletados nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smithsonian I), Manaus, Amazonas.

## INTRODUÇÃO GERAL

As florestas tropicais são mantidas por múltiplas redes de ligações interespecíficas (Janzen, 1970) estruturadas por vetores ambientais (Tilman & Pacala, 1993). Atividades antrópicas como o desmatamento, provocam alterações nos elementos da paisagem que podem afetar as populações animais e vegetais, assim como as interações nas quais estes organismos estão envolvidos (Didham *et al.* 1996; Murcia, 2002).

A formiga-de-correição *Eciton burchelli* interage com uma série de outros organismos, com pelo 100 espécies descritas em algum tipo de associação (Gotwald, 1995; Koh *et al.*, 2004). Esta é uma espécie predadora exclusivamente carnívora, que caça formando largas frentes de ataque compostas de milhares de indivíduos. A passagem de seus enxames afeta as populações, principalmente de artrópodes, predando-os ou expondo-os a outros grupos vertebrados e invertebrados, os quais seguem as colônias e aproveitam da atividade destas formigas (Rettenmeyer, 1963).

Uma guilda de aves segue as colônias de *E. burchelli*, com as espécies organizadas hierarquicamente e com padrões comportamentais que permitem a divisão e utilização de uma fonte alimentar comum. Esta guilda tem uma composição de espécies que varia conforme a distribuição geográfica, com graus diferenciados de especialização e dependência da presença das formigas para o forrageamento (Willis & Oniki, 1978). São sensíveis à fragmentação florestal, sendo

o primeiro grupo de espécies a desaparecer quando remanescentes florestais pequenos são isolados (Stouffer & Bierregaard, 1995).

Junto ao sistema formiga/aves são observadas algumas espécies de borboletas (Nymphalidae, Papilionidae e Hesperidae) que se alimentam dos excrementos deixados pelas aves que acompanham as formigas (Drummond, 1976; Ray & Andrews, 1980; Austin *et al.* 1993). As borboletas compõem um dos mais diversos e abundantes grupos animais e suas comunidades são afetadas pelas mudanças na paisagem (Wood & Samways, 1991; Lawton *et al.* 1998; Brown & Freitas, 2000).

Nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smithsonian) localizadas a cerca de 80 km ao norte de Manaus são conduzidos estudos desde 1979, que visam entender os efeitos da fragmentação florestal sobre a fauna e flora (Offerman *et al.* 1995). Estes estudos contemplaram as borboletas Papilionoidea (Brown & Hutchings, 1997), excluindo Hesperoidea, um grupo pobremente estudado na região amazônica.

Desta forma, este trabalho tem como foco abordar o sistema interespecífico formado por Formigas-de-correição/Aves seguidoras de formigas/Borboletas Hesperidae, tendo como objetivos principais:

- Levantar as espécies de hesperídeos que seguem a formiga-de-correição *Eciton burchelli* em uma floresta de terra firme na Amazônia central;

- Caracterizar a comunidade de hesperídeos entre floresta fragmentada e floresta contínua;
- Avaliar a especificidade das borboletas em relação à fonte alimentar (excrementos de aves);
- Avaliar o efeito da mudança da paisagem sobre o sistema interespecífico Formiga/Aves/Borboletas.

### **Extensão desta tese**

Este trabalho é dividido em 5 capítulos: No primeiro capítulo é apresentada uma revisão sobre a história natural de *Eciton burchelli* e os grupos seguidores, acrescentando observações de campo não descritas para esta região. O segundo capítulo investiga a comunidade de hesperídeos que seguem *Eciton burchelli*, avaliando este fenômeno em áreas de mata contínua e em fragmentos isolados de 10 ha. Nesse capítulo foram conduzidos experimentos de preferência alimentar de hesperídeos consumidores de excrementos animais. No terceiro capítulo é feita uma avaliação do acompanhamento de uma colônia de *Eciton burchelli* por hesperídeos, durante um ciclo reprodutivo da colônia de formigas em floresta contínua. O quarto capítulo caracteriza a comunidade de hesperídeos em floresta fragmentada e floresta contínua, independente da presença de *Eciton burchelli*. Finalmente, o quinto capítulo faz uma síntese das informações obtidas nos capítulos anteriores com estudos sobre o sistema interespecífico nas áreas de

vegetação secundária em diferentes graus de desenvolvimento, mostrando como este sistema reage à recomposição florestal.

## Capítulo 1:

### **A FORMIGA-DE-CORREIÇÃO *Eciton burchelli* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE, ECITONINAE) E OS GRUPOS SEGUIDORES**

*Resumo:*

*Este capítulo apresenta uma revisão sobre os estudos clássicos e aspectos da biologia comportamental mostrados pela formiga-de-correição *Eciton burchelli* e a intrincada rede de organismos animais que são observados junto às colônias. As aves são destacadas pelo grau de especialização e dependência das formigas e por representarem o elemento de ligação das formigas com as borboletas, que usam como alimento seus excrementos. São acrescentadas observações de história natural feitas durante este trabalho, não descritas na literatura.*

Palavras-chaves: Formiga-de-correição, aves-seguidoras-de-formigas, borboletas, Hesperiidae.

*Abstract:*

*This chapter presents a revision on the classic studies and aspects of *Eciton burchelli* army ant behaviour biology and the intricate net of animals that are observed with the army ant colonies. The birds are emphasized by the degree of specialization and dependence on the ants and by representing the linking element between the ants and the butterflies, in which use bird droppings as food. Comments on natural history were added in this study, not described in literature yet.*

## 1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### *Formigas de correição*

Há pelo menos quatro séculos um grupo de formigas ocupa trechos emocionantes nas páginas dos diários de naturalistas, missionários e médicos, com observações feitas pelo viajante atencioso ou que tenha sido atropelado por uma repentina enxurrada de formigas, em um número tamanho que chegou a parecer infinito. Comparadas a um verdadeiro exército, justamente pelo modo de ataque, estas formigas são chamadas "formigas legionárias" ou "formigas-de-correição", recebendo várias denominações populares como "taócas", "saca-saias" e "murupeteca" (Oniki, 1972).

Um grande número de observadores é citado e compilado repetidamente através dos tempos (e.g. Wheeler, 1910; Gotwald, 1982; Holdöbler & Wilson, 1990), e a disponibilidade destes relatos, além de aguçar a imaginação dos contadores de história, deram início a investigação e ao conhecimento do que se passa dentro de uma colônia. Entre nomes importantes destaca-se Theodore C. Schneirla, um pesquisador das ciências do comportamento animal, que dedicou mais de trinta anos de sua vida ao estudo deste grupo de formigas. Amparado pela obra de Willian Morton Wheeler (1910), revisou séculos de informações, conduzindo incansáveis experimentos em laboratório e investigações comparativas no campo para fundamentar suas teorias.

Theodore Schneirla faleceu em 1968, deixando escritos e diagramas detalhados além de mais de quarenta publicações que foram reunidos e publicados *postmortem* na obra "Army ants: a study in social organization" editado em 1971 por Howard R. Topoff. Estes estudos foram continuados e ampliados por Carl W. Rettenmeyer, consolidando a base para investigadores contemporâneos e posteriores, os quais ainda buscam entender o funcionamento e a evolução de um grupo de formigas tão fascinante e complexo.

A maioria das espécies de correições ocorre principalmente nas florestas tropicais com grupos distintos entre o Velho e o Novo Mundo (Rettenmeyer, 1963). Três subfamílias encerram as verdadeiras formigas-de-correição, pois outros grupos mostram algumas das características comportamentais semelhantes as delas (Holdöbler & Wilson, 1990). Assim, a denominação "formiga-de-correição" é assumida daqui em diante, para os gêneros do Velho Mundo pertencentes a Aenictinae (*Aenictus*) e Dorylinae (*Dorylus*), e os do Novo Mundo reunidos em Ecitoninae (Holdöbler & Wilson, 1990; Gotwald, 1995).

As espécies Neotropicais de Ecitoninae ocorrem do Kansas (EUA) até a Argentina, dividindo-se em duas tribos: Cheliomyrmecini (*Cheliomyrmex* 5 espécies) e Ecitonini (*Eciton* 12 espécies; *Labidus* 8 espécies; *Neivamyrmex* > 120 espécies; *Nomamyrmex* 2 espécies) (Schneirla, 1971; Watkins, 1976; Holdöbler & Wilson, 1990).

As formigas-de-correição, diferenciam-se dos outros grupos de formigas por quatro características principais: 1) exclusivo hábito predatório, predominantemente

carnívoro para a maioria das espécies; 2) colônias numerosas empregando atividade de caça em grandes grupos; 3) formação de ninhos - chamados de bivaques - constituídos exclusivamente dos próprios corpos. Não utilizam qualquer material a não ser como suporte, e estas paredes vivas conferem a manutenção da temperatura em relação às variações externas; 4) atividade nômade com migração periódica e cíclica. (Schneirla, 1955; Rettenmeyer, 1963; Schneirla, 1971; Franks, 1989).

Duas espécies diferenciam-se do grupo, por uma particularidade na estratégia de caça. *Eciton burchelli* e *Labidus praedator* formam enxames para caçar, uma frente larga de caça formada por milhares de formigas, enquanto o restante das espécies desta subfamília caçam somente formando colunas mais estreitas ou pequenas aglomerações que não alcançam as dimensões dos enxames. A formação de enxames otimiza a captura de presas, onde as espécies que usam esta estratégia mostram um espectro de presas mais amplo e diversificado, sendo consideradas generalistas, enquanto as que caçam em colunas se alimentam de um espectro de presas mais restrito, por sua vez mais especialistas (Rettenmeyer, 1963; Schneirla, 1971; Rettenmeyer *et al.* 1983).

*Eciton burchelli* (Westwood, 1842) é caracterizada pela formação de carreiros de caça epígeos, caçando sempre sobre a superfície e seus enxames se formam, inicialmente de colunas que partem dos ninhos e vão se bipartindo sucessivamente podendo formar frentes de caça de 15 a 20 metros de largura. Estes carreiros percorrem distâncias entre 70 e 140 metros, alcançando até 280 metros por dia

(Willis, 1967; Schneirla, 1971; Silva, 1972).

A demanda de alimento varia conforme o estágio de desenvolvimento dos indivíduos da colônia. As colônias seguem um ciclo reprodutivo que dura cerca de 35 dias, dividido em uma fase nômade de 14 dias em média, e uma fase sedentária ou estacionária com cerca de 21 dias. Uma rainha põe aproximadamente 100.000 ovos, que ao eclodirem dão início a fase nômade. Neste período as novas larvas estão crescendo e consomem maior quantidade de alimento, onde uma larva come quase 10 vezes a quantidade consumida por uma operária adulta (Franks, 1989). As operárias de uma colônia saem em busca de alimento diariamente para atender a maior demanda, enviando cerca de um terço da colônia para caçar, começando em geral ao amanhecer e seguindo até o fim do dia. À noite o ninho se desfaz, e a colônia inteira migra para um novo local (Schneirla, 1971).

Todo este ciclo de atividade pode ser interrompido por chuva muito intensa, quando as formigas são observadas se escondendo em abrigos disponíveis no mesmo trajeto. Quando a chuva torna-se mais fraca, os carreiros são reestabelecidos e a caçada bem como o transporte de alimento levados para o ninho são continuados.

Quando a rainha começa a botar novos ovos, e as larvas eclodidas se transformam em casulos, a colônia entra em fase sedentária. Nesta fase, a rainha encontra-se em estado fisogástrico, mostrando o abdômen mais desenvolvido, dobrando o tamanho que tem quando na fase nômade. Agora a demanda por alimento é menor e as operárias saem para caçar, mas podendo falhar em alguns

dias. Os enxames podem percorrer uma distância de 20 ou 30 metros mais curta, e do mesmo modo, as operárias retornam com as presas para o ninho. Agora a colônia não migra até que um novo ciclo se inicia, com a eclosão de novas operárias adultas (Willis, 1967; Schneirla, 1971; Franks, 1982).

Durante a atividade de caça, as formigas sobem pela vegetação e percorrem os solos das florestas numa velocidade aproximada de 15 m/h (Willis, 1967) à procura de alimento, constituído basicamente de artrópodes e pequenos vertebrados (Rettenmeyer, 1963; Schneirla, 1971). As operárias de *E. burchelli* formam grupos que podem caçar e transportar presas muito maiores que seus tamanhos individuais por meio de um transporte cooperativo e sinérgico, que otimiza a quantidade de alimento obtida durante as caçadas (Franks, 1986).

A passagem dos enxames afeta as populações de vários grupos animais, direta ou indiretamente, sendo afetados principalmente outros insetos sociais, ortópteros e aranhas errantes (Franks & Bossert, 1983; Otis *et al.*, 1986; Vieira & Höfer, 1994; Vieira & Höfer, 1998). Diante da pressão predatória, entretanto, algumas espécies apresentam estratégias que podem evitar que sejam caçadas pelas formigas. Estas estratégias são constituídas por processos elaborados como mostrados por vespas (Polistinae), os quais envolvem reconhecimento, alarme e abandono de ninhos antes destes serem totalmente predados (Chadab, 1979). Também podem suspender ou congelar os movimentos, protegendo as partes mais frágeis do corpo, como mostrado por baratas (Zertoborinae), que são examinadas mas ignoradas pelos predadores (Grandcolas & Deleporte, 1994).

A mesma estratégia pôde ser observada, quando posicionada à frente de um enxame de *E. burchelli*, observando uma fêmea de *Amblypigi* com o abdômem repleto de filhotes sair de um amontoado de galhos caídos. Esta fêmea, avançando numa velocidade bem inferior a das formigas, parou bem próximo a uma plântula, ergueu o corpo mantendo as pernas esticadas e completamente imóvel. As formigas passaram sob seu corpo, como se fosse parte da vegetação, e assim a fêmea permaneceu até que todo o enxame passasse, saindo lentamente e voltando a se esconder com sua ninhada em segurança (R. Vieira, Obs.Pessoal).

Desta forma, efetivamente predando ou não, a passagem dos enxames causa uma grande movimentação na comunidade faunística e muitos animais são observados correndo, pulando e voando em várias direções, na tentativa de escapar ao ataque. Este processo aumenta a exposição destes grupos-presa, facilitando que sejam explorados por outras espécies predadoras, aproveitando-se oportunisticamente. Constitui-se assim uma rede complexa de associações com alguns vertebrados e vários organismos invertebrados, os quais são frequentemente observados junto a estas colônias, e por esta razão muitas vezes chamados de seguidores de formigas.

#### *Aves seguidoras-de-formigas*

As aves formam o grupo mais destacado entre os seguidores, mostrando a evolução de um comportamento altamente especializado e fortemente relacionado

a ecologia das formigas-de-correição. Observações sobre esta guilda de aves, sempre junto aos carreiros de formiga vêm sendo feitas desde o século XIX, e estudadas intensivamente na década de 60. Estes estudos foram iniciados por Robert A. Johnson (1954) sobre aves seguidoras de formigas nas ilhas de Barro Colorado (Panamá), descrevendo dois sistemas de associação: a) a associação depende da oportunidade de se alimentar fornecida pelas formigas; e b) a associação é independente dos carreiros de formigas, mas podem acompanhá-los por tempos variáveis. Em seguida, o ornitólogo Edwin O. Willis amplia as investigações sobre a organização e os aspectos comportamentais das várias espécies, posteriormente estendendo seus estudos a outras regiões do continente africano e sulamericano, onde além de documentar as aves, também coletou muitas informações no que diz respeito à biologia das formigas-de-correição (Willis, 1967; Willis & Oniki, 1978).

Um enxame pode ser acompanhado por até cinquenta indivíduos e vinte espécies de pássaros, e a composição dos grupos varia amplamente conforme a distribuição geográfica (Willis & Oniki, 1992). A coexistência das diversas espécies é permitida, pois estas aves mostram intrincados padrões comportamentais para utilizarem uma fonte alimentar comum. As espécies interagem agonisticamente, distribuídas segundo um zoneamento concêntrico sobre as áreas dos carreiros de formiga, onde as áreas centrais e com maior quantidade de presas espantadas são dominadas por espécies maiores que defendem e ocupam estes territórios, afastando aves menores para as zonas periféricas. Esta divisão espacial também é

permitida pelo uso de diferentes tipos de poleiros, considerando grossura e ângulo de inclinação dos galhos e estratos da vegetação usados durante o forrageio, mostrando espécies que caminham pelo chão, até aquelas que forrageiam acima de 10 metros de altura (Willis, 1967; Willis & Oniki, 1978; 1992). Entre espécies simpátricas, são fracamente correlacionadas dimensões morfológicas do predador com as dimensões das presas, mostrando grande sobreposição entre as dietas (Chapman & Rosemberg, 1991; Chesser, 1995).

As aves seguidoras-de-formigas dividem-se em duas categorias, segundo o grau de utilização e dependência da ação destas formigas: São "Seguidores Profissionais ou Obrigatórios" aquelas espécies que obtêm mais de 50% de seu alimento forrageando junto aos enxames de formigas, e as outras espécies, que forrageiam em grande ou em maior parte independente das formigas, são "Seguidores Ocasiais ou Facultativos" (Oniki & Willis 1972).

Outra classificação é proposta por Lee Harper (1987) com base nas taxas de captura em redes de neblina em Manaus, Amazonas (Brasil), chamando de "Seguidores Primários" as espécies capturadas significativamente mais vezes na presença das formigas e as de baixa taxa de captura de "Seguidores Secundários". Esta classificação é questionada por Swartz (2001) pelo fato de haver diferenciadas chances de captura em redes de neblina, não sendo visto por esta autora como um método eficiente para responder tal questão. Em um estudo feito na Costa Rica, esta mesma autora propõe a classificação das aves baseada em um comportamento de checagem de colônias inativas (bivouac checking), no qual as espécies

obrigatórias checam, mais vezes que outras não obrigatórias, os ninhos de formigas mesmo quando não há movimentos de caça.

Em Manaus, nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (2° 30'S, 60° W), nove espécies são classificadas como regulares seguidores-de-formigas, sendo as obrigatórias: *Dendrocincla merula* (Dendrocolaptidae), *Pithys albifrons* e *Gymnopithys rufigula* (Thamnophilidae) (Cohn-Haft *et al.*, 1997). Ao menos *P. albifrons* e *G. rufigula* foram observados, checando colônias em dias nos quais as formigas não saíram para caçar, ou saíram mais tarde quando a colônia estava na fase sedentária, e também nos dias posteriores à colônia já ter migrado, quando foram observados checando pelo menos até o terceiro dia após a mudança do ninho (R. Vieira Obs. pessoal).

#### *Outros vertebrados potenciais seguidores*

Outros vertebrados são observados menos frequentemente como predadores oportunistas nas cercanias dos carreiros de *E. burchelli*, como sapos (Bufonidae), lagartos *Ameiva* e *Kentropyx* (Teiidae) e *Anolis* (Iguanidae) (Willis & Oniki, 1978). Macacos *Callithrix* (Callitrichidae) foram observados roubando presas já capturadas pelas formigas ou capturando insetos em fuga (Rylands *et al.*, 1989). Estas observações, contudo, não são experimentais, também não havendo estimativas de quanto este tipo de fonte alimentar pode contribuir na dieta destes grupos.

### *Grupos de invertebrados seguidores*

Quanto aos grupos invertebrados Hölldobler & Wilson (1990) citam 16 ordens de artrópodes em associações simbióticas com formigas, e dentre estas 8 ordens estão associadas a Ecitoninae. Há relações de comensalismo, mutualismo e parasitismo, as quais desenvolvem-se em vários níveis de dependência, envolvendo as formigas diretamente ou apenas dependendo da presença e atividade delas. Gotwald (1995) apresenta estes organismos associados como simbiontes intranidais – quando vivem dentro dos ninhos, e extranidais – quando fora deles, mas com as formigas, também em condições facultativa ou obrigatória.

Muitas espécies são encontradas exclusivamente com as formigas, com um grande número de espécies descritas de Diptera, Coleoptera, Acarina e Diplopoda (Rettenmeyer, 1961; 1963; Kistner *et al.*, 1997; Elzinga, 1998). Há informações sobre o comportamento e função destes mirmecófilos, no entanto, num grande número de casos, estes animais foram apenas coletados com as formigas, não sendo conhecidos de fato quais seriam os tipos ou o grau de relação desenvolvidas com as formigas-de-correição, o que sem dúvida demanda muitas investigações (v. citações contidas em Palácio, 1999).

A ordem Lepidoptera é representada por espécies de Hesperidae, Nymphalidae e Papilionidae, em associação com formigas-de-correição. São classificadas como simbiontes escatófagos extranidais (Palacio 1999) por utilizarem os excrementos dos pássaros seguidores de formigas como recurso alimentar. A

*zoofilia* é configurada pela busca de sais e outros nutrientes que cubram a falta de flores, onde este recurso é escasso (Shannon, 1928)

Embora borboletas adultas mostrem a utilização de um amplo espectro de substratos, muitas são consumidoras de recursos florais, e estas são as mais estudadas, inclusive pela função potencial de polinizadoras. Os substratos não florais bem como a ecologia alimentar e fisiológica deste tipo de consumidores são pobremente conhecidos (Noris, 1936; Gilbert & Singer, 1975; DeVries, 1983), tema que será abordado com mais atenção no capítulo seguinte.

## Capítulo 2:

### HESPERIIDAE (LEPIDOPTERA) ACOMPANHANDO FORMIGAS-DE-CORREIÇÃO *Eciton burchelli* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE, ECITONINAE) NA AMAZÔNIA CENTRAL

#### Resumo:

*Borboleta adultas (Hesperiidae) foram coletadas junto a enxames da formiga-de-correição Eciton burchelli, em áreas de floresta primária de terra firme na Amazônia central. Eciton burchelli foi observada em fragmentos isolados de 10 ha e em mata contínua, sendo amostradas 51 colônias. As formigas não foram encontradas em fragmentos de 1 ha. Os carreiros de formigas foram observados por 5 horas em média, e as borboletas foram capturadas com rede entomológica quando pousavam sobre os excrementos das aves seguidoras-de-formigas. Duzentos e trinta e cinco indivíduos foram coletados, distribuídos em 41 espécies: Hesperinae (4 espécies), Pyrrhopyginae (4 espécies) e Pyrginae (33 espécies). Nos fragmentos isolados de 10 ha, 5 indivíduos em 4 espécies foram obtidos em 4 coletas. Nestes fragmentos não foi observada a formação de bandos de aves seguidoras e as borboletas pousaram em excrementos de aves, mas de espécies indeterminadas. Em um*

*fragmento de 10 ha que teve seu entorno circundado pelo crescimento da vegetação secundária (capoeira), atualmente com mais de 20 anos de sucessão, foram observados os bandos de aves e hesperídeos, com os dois grupos mostrando a mesma composição de espécies encontrada nas áreas de mata contínua. Duas espécies de Pyrginae (Tarsoctenus papias e Tarsoctenus praecia rufibases) somaram cerca de 60% do total de indivíduos capturados e estas duas espécies foram coletadas exclusivamente com E. burchelli.*

*A atratividade de excrementos animais foi avaliada pela oferta de fontes uréia (urina de mamíferos) e ácido úrico (excrementos de aves e répteis). Excrementos de 3 grupos de aves foram selecionados para testar preferência alimentar, e se a taxa de utilização depende da presença do sistema formiga/aves seguidoras. Os hesperídeos utilizam outros excrementos de aves (sensu latu) além dos de aves seguidoras, mas com menor freqüência. Entretanto as espécies coletadas exclusivamente no sistema formiga/aves, nunca foram observadas fora dele. Os excrementos oferecidos na ausência e presença das formigas e aves, têm sua frequência de utilização multiplicada: de 40 % para 100 % excrementos de aves-seguidoras-de-formiga; 10% para 40% excrementos de aves (sensu latu); 20% para 35% os excrementos de aves saprófitas, em valores aproximados. Estes resultados sugerem que algumas espécies de hesperídeos mostram alta especialização no uso deste tipo de recurso. No entanto, ainda são desconhecidos a composição exata destes excrementos, quais seriam os nutrientes efetivamente absorvidos pelas borboletas adultas e qual seria a participação de nutrientes capturados pelas fases larvais.*

Palavras-chave: Borboletas, associações interespecíficas, excrementos animais, preferência alimentar.

*Abstract:*

*Skippers (Hesperiidae) had been collected the with swarms of the one army ant Eciton burchelli, in areas of continuous forest in the central Amazônia. Eciton burchelli was observed in fragments of 10 ha and continuous forest, it was found 51 colonies in the total. The ants were not found in fragments of 1 ha. The colony of ants was observed by 5 hours, and the butterflies were captured with butterfly nets when they settled on the excrements of antfollowing birds. Two hundred and thirty five individuals were collected, distributed in 41 species: Hesperinae (4 species), Pyrrhopyginae (4 species) and Pyrginae (33 species). In fragments of 10 ha, 5 individuals in 4 species were caught in 4 samplings. In these fragments a mixed band of antfollowing birds was not observed and the butterflies had settled in bird droppings of unknown origin. In one fragment of 10 ha surrounded by secondary growth (capoeira), currently with more than 20 years of succession, where had been observed the band of antfollowing birds and skippers, with the two groups showing similar composition of species found in the areas of continuous forest. Two species of Pyrginae (Tarsoctenus papias and Tarsoctenus praecia rufibases) contributed with about 60% of the total of captured individuals and these two species were collected exclusively with Eciton burchelli.*

*The attractiveness of excrements was evaluated by offering of sources of urea (urine of mammals) and uric acid (excrements of birds and reptiles). Excrements of 3 groups of birds were selected to test alimentary preference, and if the use depends on the presence of the following system army ant/birds. The skippers use other bird droppings (sensu latu)*

*beyond the ones of antfollowing birds, but with lower frequency. However the species collected exclusively in the system army ant/birds, were never observed out of this system. The bird droppings offered in the absence and presence of the ants and birds, had its use longely increased : 40 % to 100 % of ant following bird; 10% to 40% birds (sensu latu); 20% to 35% the Cathartidae, in estimated values. These results suggest that some species of skippers show high specialization in the use of this type of resource. However, it is still unknown the accurate composition of these excrements, which would be the nutrients effectively absorbed by the adult butterflies and which would be the participation of nutrients captured by the larval phases.*

## 2.1 INTRODUÇÃO

Lepidópteros acompanhando enxames de *Eciton burchelli*, foram pioneiramente registrados por Drummond (1976). As observações foram feitas em 1972 nas florestas de Honduras, sobre espécimens machos de *Graphium philolaus* (Papilionidae) e fêmeas de *Mechanitis isthmia isthmia* e *M. polymnia doryssus* (Nymphalidae). Sabendo que o odor exalado pelas formigas pode atrair outros animais (Rettenmeyer, 1961), Drummond sugeriu que o odor das formigas imita ou contém elementos similares aos feromônios exalados pelos tufos androconiais de indivíduos machos de *Mechanitis*, sendo um estímulo sexual. Esta hipótese “Reproductive Odor Hypothesis”, somente explicaria a presença das fêmeas de *Mechanitis*, mas não dos machos de *Graphium*. Dois anos mais tarde, o mesmo autor trabalhando nas florestas tropicais do Equador, observou enxames de *E. burchelli* em áreas ricas em borboletas Ithomiinae, sem notar qualquer espécie que mostrasse algum tipo de atração ou associação com as formigas.

Young (1977) questionou a sugestão de Drummond, sugerindo que o odor das formigas funciona como um dispositivo para o comportamento de procura por alimento “Feeding Hypothesis”. Desprovido de observações, mas baseado em informações descritas por outros autores, assumiu que odores de material em decomposição atraem e são utilizados por borboletas adultas de ambos os sexos (Klots, 1966; Downes, 1973). Aliado ao odor das formigas, as borboletas detectam o

odor de material em decomposição ou excrementos, supondo os excrementos deixados pelos pássaros seguidores de formigas.

Ray & Andrews (1980) reportaram o mesmo fenômeno trabalhando na Costa Rica, onde observaram inicialmente *E. burchelli* acompanhada por três espécies de Ithominae (*Mechanits polymnia isthmia*, *M. lysimnia doryssus* e *Melinaea lilis imitata*), em altas densidades, com forte dominância de fêmeas que se alimentavam sobre os excrementos dos pássaros seguidores. Estes autores concordam que o odor das formigas pode atrair as borboletas, embora isto não tenha sido testado diretamente. Acrescentam que as borboletas podem usar o odor produzido pelas formigas como orientação aos enxames e depois, visualmente, procuram pelos excrementos. Sugerem que os enxames das formigas representam uma vantagem para as borboletas, como uma previsível fonte de nutrientes importantes, como sódio, nitrogênio e umidade, fornecidos pelos excrementos.

Lamas (1983) em levantamentos da fauna de lepidópteros na Reserva Natural de Tambopata, Peru, coletou cerca de 15 espécies de Hesperiidae (10 Pyrrhopyginae e 5 Pyrginae), quando interceptava enxames de formigas. A maioria dos espécimes coletados foi de machos, pousando rapidamente e provavelmente alimentando-se dos excrementos depositados pelas aves, não observando outra famílias de borboletas.

No Brasil, um levantamento feito em Rondônia por Austin *et al.*, (1993), resultou, com uso adicional de iscas de papel umedecido (Lamas *et al.*, 1993), no registro de 94 espécies de Hesperiidae coletadas seguindo enxames de *E. burchelli*.

Neste estudo foram comuns e frequentes os gêneros *Astraptes*, *Phanus*, *Augiades*, *Epargyreus*. Outros gêneros ocorreram em menor abundância como *Hyalothyris* e *Autochton* e houve predominância de espécimens machos. A maioria das espécies registradas é incluída na subfamília Pyrginae e de um modo geral, os hesperiídeos que acompanham formigas-de-correição em Rondônia são maiores em tamanho do que outros grupos da mesma região e de outros hábitos. Ainda que em baixo número e frequência, foram registrados indivíduos da família Nymphalidae, com observações ocasionais de espécies de Ithomiinae se alimentando sobre os excrementos de aves na mesma área (Ross, 1995).

Enxames de *Eciton burchelli* são frequentemente observados nas florestas tropicais, e nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (Manaus, Amazonas). Nestas reservas suas colônias são seguidas regularmente por cerca de nove espécies de aves, formando uma guilda ou bandos de “aves seguidoras de formigas”. Assim como os seguidores de formigas, outras espécies de aves insetívoras formam bandos e ocupam o subbosque, o “bando misto de subbosque”. Estas aves também ocupam o subbosque, onde se locomovem e forrageiam em grupos de dez a vinte espécies, mantidos juntos e orientados pela vocalização de uma espécie nuclear (*Thamnomanes caesius*, Thamnophilidae) (Powell, 1985; Stotz & Bierregaard, 1989; Cohn-Haft *et al.*, 1997). Algumas espécies de aves podem ocasionalmente ser observadas nos dois bandos, mas ambos os grupos apresentam espécies regulares que caracterizam as duas guildas (Stouffer & Bierregaard, 1995; Develey & Stouffer, 2001).

A presença do segundo bando de aves, seria esperada como uma potencial fonte de alimento, já que seus excrementos, além de provenientes do mesmo tipo de dieta também poderiam ser deixados de modo agregado.

Desta forma, propôs-se neste capítulo a responder as seguintes questões:

1. Quais as espécies de borboletas Hesperiiidae que acompanham *Eciton burchelli* na Amazônia Central?
2. A composição de espécies é alterada pela fragmentação florestal?
3. Há espécies de Hesperiiidae que utilizam exclusivamente os excrementos de aves-seguidoras de formigas?
4. A presença das formigas *E. burchelli* afeta a chance de utilização dos recursos alimentares por estas borboletas?

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O trabalho foi desenvolvido nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, oriundo de um convênio binacional entre o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA, Manaus - AM) e o Smithsonian Institution (Washington, DC - EUA). As reservas estão inseridas no Distrito Agropecuário administrado pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), localizadas cerca de 80 km ao norte de Manaus, Amazonas (2°30'S,

60°00' O), com acesso pela rodovia BR 174 que liga Manaus a Boa Vista, Roraima. Encontram-se dentro de três fazendas (Esteio, Dimona e Porto Alegre), as quais mantiveram-se ativas durante as décadas de 70 e 80, e atualmente têm a maior parte como pastagem improdutiva e vegetação secundária, formando uma matriz mista em composição de espécies vegetais e idade de regeneração (Moreira, 2003) (Figura 1). A região recebe em média 2200 mm de chuva anualmente, mais concentradas de novembro a maio (estação chuvosa) e menos intensas de junho a outubro (estação seca) e as temperaturas oscilam entre as mínimas de 19 a 21° e máximas de 35 a 39°, com média anual de 26° C (Laurance, 2001).

A área de mata primária é coberta por floresta tropical úmida de terra firme, com altura da copa de 30 a 37 metros e emergentes alcançando 55 metros, sendo dominantes as famílias Lecythidaceae, Fabaceae, Sapotaceae e Burseraceae. O subbosque é depauperado em número de espécies e recurso floral, mas rico em Palmae, Melastomataceae e Rubiaceae (Lovejoy & Bierregaard, 1990; Gascon & Bierregaard, 2001).

Desde a implantação do PDBFF permaneceram isolados fragmentos florestais de aproximadamente 1, 10 e 100 ha, os quais sofreram diferentes tratamentos no isolamento e manutenção. Aqueles que sofreram corte e queima, hoje são circundados pela vegetação secundária dominada por *Vismia* spp e *Bellucia* sp.; e os que sofreram apenas corte atualmente são circundados principalmente por *Cecropia* spp. Nestas reservas grande parte dos fragmentos sofrem periódicos reisolamentos mantendo faixas de 80 a 100 metros e outros

foram envolvidos pela vegetação secundária, atualmente em avançado estágio de sucessão (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos experimentais dados as reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smthsonian I) Manaus, AM.

<b>Reserva</b>	<b>Tamanho (ha)</b>	<b>Coordenadas Geográficas<sup>1</sup></b>	<b>Tratamento do entorno no ano de isolamento</b>	<b>Ano de isolamento</b>	<b>Distância (m) da mata contínua</b>
Dimona (2108)	1	2°20'13"S 60°6'30"W	Q	1984	400
Dimona (2206)	10	2°20'9"S 60°6'46"W	Q	1984	200
Dimona	Contínua	-	-	-	-
Porto Alegre (3114)	1	2°22'21"S 59°58'10"W	C	1983	150
Porto Alegre (3209)	10	2°21'16"S 59°58'21"W	C	1983	650
Colosso (1104)	2 <sup>2</sup>	2°24'21"S 59°52'32"W	Q	1980	70
Colosso (1202)	12,5 <sup>3</sup>	2°24'15"S 59°52'32"W	Q	1980	600
Colosso	Contínua	?	-	-	-
Cidade Powell (1112)	1	2°23'13"S 59°52'27"W	S	1983	250
Cidade Powell (1207)	10	2°22'54"S 59°52'11"W	S	1983	100
Km 41 (1501)	Contínua	2°26'25"S 59°45'43"W	-	-	-
Florestal (1301)	Contínua	2°23'17"S 59°51'9"W	-	-	-

<sup>1</sup> LabGIS/PDBFF; <sup>2</sup> referidos como 1 e <sup>3</sup> 10 hectares no texto. C=Corte; Q=Queima; S=Sem manutenção de isolamento, envolvidos pelo crescimento da vegetação secundária.

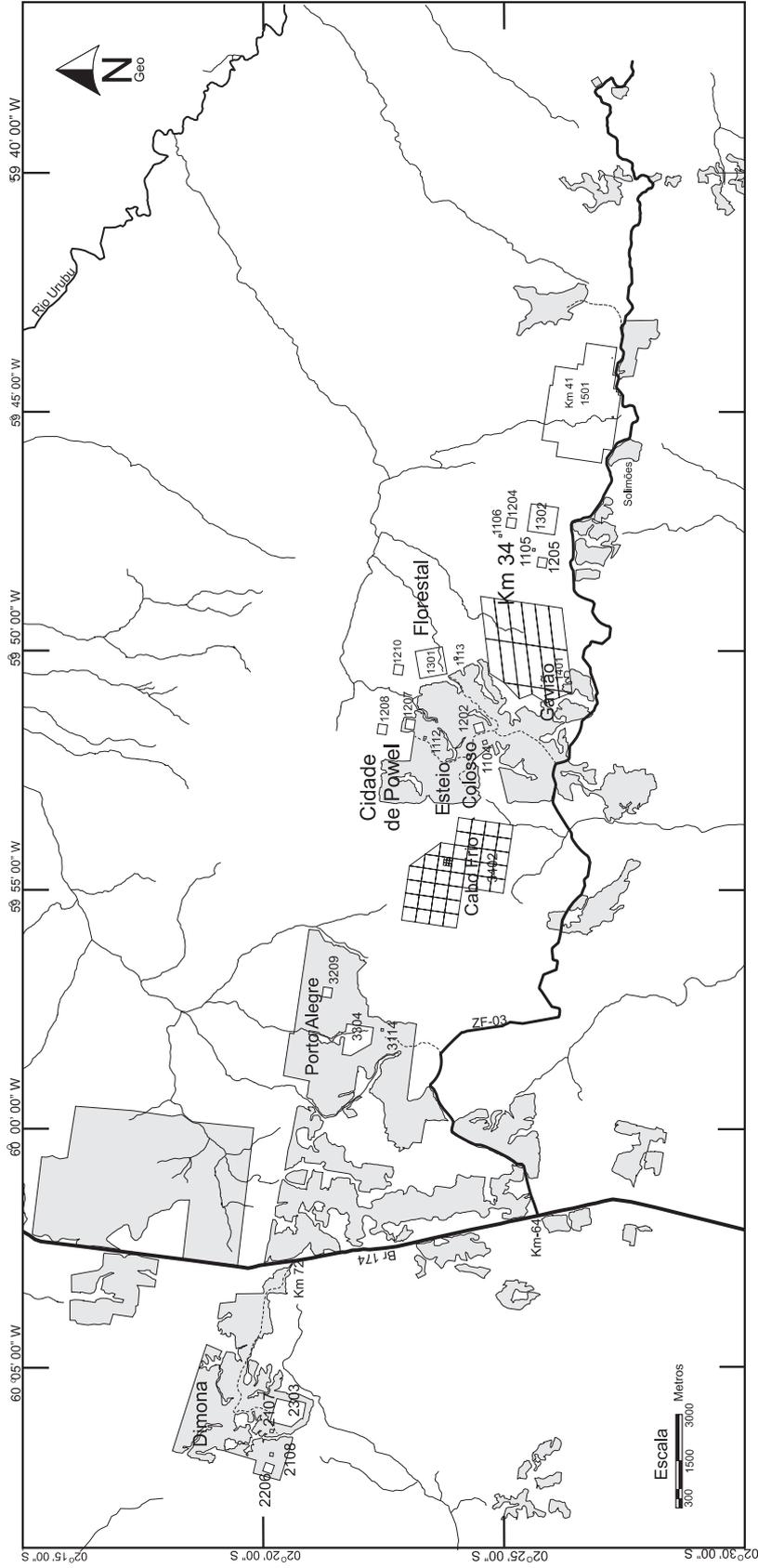


Figura 1. Distrito agropecuário da SUFRAMA, Amazonas Fazendas Esteio, Dimona e Porto Alegre. Localização das reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais. □ Floresta Primária □ Vegetação Secundária

### *Colônias de Eciton burchelli*

A coleta de hesperídeos foi feita entre maio/2001 e outubro/2002, onde a condição básica de amostragem foi estar junto aos enxames da formiga-de correição *E. burchelli*. Para isso, as buscas pelos enxames foram feitas através de caminhadas aleatórias, cobrindo as trilhas internas dos fragmentos de 1 e 10 ha e mata contínua das reservas Dimona, Colosso, Porto Alegre, Cidade Powell, Km 41 e Florestal. Os fragmentos de 1 ha, com cerca de 100 metros de uma borda na outra, possuem uma trilha central. Os fragmentos de 10 ha, com cerca de 330X330 metros possuem uma trilha central e duas paralelas eqüidistantes. Somente foram visitados os fragmentos de 1 e 10 ha, teoricamente considerados como pequenos para as formigas e as aves seguidoras, portanto onde não seriam encontradas. Os fragmentos de 100 ha foram excluídos pois comportam colônias de *E. burchelli* e os bandos de aves-seguidoras são observados em composição similar ao encontrado nas matas contínuas. Esta não foi uma situação desejada, já que o propósito foi encontrar uma possibilidade de quebrar o sistema Formiga/Aves/Borboletas.

Quatro fragmentos de 1 ha foram inspecionados em média por 5 dias/visita a cada um deles ( 22 visitas no total) e quatro fragmentos de 10 ha foram visitados 6 vezes em média (27 visitas no total). As áreas de mata contínua foram visitadas 100 vezes, para garantir uma avaliação mais representativa das borboletas. A procura por formigas foi iniciada sempre no começo da manhã, período em que normalmente as formigas têm maior atividade, mas algumas vezes durante a tarde

com vistas a otimizar o esforço e garantindo um maior período de amostragem por colônia no dia seguinte. Em cada dia os fragmentos puderam ser visitados pelo menos uma ou duas vezes, já que a área é restrita, mas um dia de visita na mata contínua pôde significar 6 a 9 horas de caminhada.

Quando em atividade de caça estas formigas são notóriamente percebidas não só pela observação visual como pelos sons emitidos pelos vários seguidores, principalmente as aves e os insetos. Deste modo podem ser percebidas à distância, mesmo quando o observador não visualiza toda a movimentação dos carreiros de formigas.

*Amostragem de hesperídeos acompanhando Eciton burchelli na Amazônia central*

Encontrando as colônias de formigas e seus enxames, o próximo passo foi procurar os pontos de maior concentração dos excrementos deixados pelas aves, os quais durante a fase inicial de experimentação foram observados funcionar como iscas para atrair as borboletas. Sobre estes excrementos elas podiam ficar por alguns minutos, ainda que mostrassem o comportamento comum de movimentação rápida e deslocamento incessante. Para permitir maior sucesso nas capturas, estes excrementos foram removidos algumas vezes, quando caídos em folhas ou galhos pequenos, de modo que ficassem em um ponto de boa iluminação e menor densidade de galhos e troncos, que são obstáculos para as redes entomológicas, além dos pequenos movimentos poderem afugentar as borboletas.

O levantamento constou exclusivamente de coletas efetivas de hesperiídeos, não sendo consideradas observações visuais, utilizando rede entomológica nas capturas. Os indivíduos foram sacrificados por compressão torácica e conservados em envelopes de papel para montagem posterior e determinação taxonômica.

O uso de iscas foi empreendido durante as amostragens utilizando iscas descritas como eficazes em outras localidades, como papel umedecido com saliva ou urina e carne de peixe podre (Lamas *et al.*, 1993; Austin *et al.*, 1993), assim como testados outros elementos de potencial atração, como descrito mais adiante nos testes de preferência alimentar.

As borboletas coletadas foram morfotipadas para estimativas preliminares e posteriormente identificadas pelo Dr. Olaf H. Mielke do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná e encontram-se depositadas na coleção entomológica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus, Amazonas.

Uma avaliação comparativa das espécies encontradas com formigas foi feita utilizando as informações mostradas no Capítulo 4, onde dedicou-se ao estudo de hesperiídeos fora do sistema formiga-de-correição/aves seguidoras, considerando outras estratégias de alimentação mostradas pela família HesperIIDae.

### *Preferência alimentar de hesperídeos*

Após amostrar os hesperídeos e observar a atração e o uso de excrementos de aves insetívoras como alimento para estas borboletas, deu-se início aos testes de preferência alimentar para verificar se só os excrementos de aves insetívoras seguidoras de formigas seriam sugados. Estes testes foram realizados na presença e ausência das formigas, conduzindo-os de abril a outubro de 2002 na reserva de mata contínua do km 41, onde o sistema de trilhas permite vasculhar a área para encontrar as formigas assim como verificar se não estariam ativas por perto quando o experimento fosse de ausência de *E. burchelli*.

### *Excrementos de aves insetívoras de bando misto não seguidor de formigas*

Observações sobre bandos mistos de aves insetívoras não seguidoras de formigas foram feitas, caminhando pelas trilhas até localizar um bando de subbosque (N=11). Este bando era perseguido com uma distância de 3 a 5 metros, procurando por seus excrementos na área abaixo da movimentação das aves. Em territórios conhecidos como parte da rota de alguns bandos, foram feitas observações de espera, aguardando os bandos passarem para em seguida examinar a área abaixo, também procurando pelos excrementos destas aves.

*Oferta de excrementos (fontes de ácido úrico e uréia)*

Além de procurar hesperídeos em excrementos de outras aves insetívoras, que não as seguidoras de formigas, uma bateria de testes foi feita disponibilizando outras potenciais fontes nitrogenadas, tendo como princípio que seria este o nutriente buscado pelas borboletas. Houve uma primeira fase na qual procurou-se verificar a atração de variadas fontes de nitrogênio como potencial recurso alimentar. Estes procedimentos não incluíram outros recursos, como as flores (fontes de néctar e pólen).

As potenciais fontes foram divididas em duas categorias, a primeira como ácido úrico (produto de excreção de aves e répteis) e a segunda como uréia (produto de excreção dos mamíferos) (Tabela 1).

Tabela 2. Substratos oferecidos como potenciais atrativos para hesperídeos.

<b>Tipo de excremento</b>	<b>Forma de coleta do excremento</b>
<b>ÁCIDO ÚRICO</b>	
Excrementos de aves seguidoras de formiga	Em meio aos carreiros de <i>Eciton burchelli</i>
Excrementos de aves saprófagas (Cathartidae)	Localização de poleiros e observação da área abaixo destes
Excrementos de aves ( <i>sensu latu</i> )	Buscas ao acaso de excrementos caídos no chão ou vegetação, de origem indeterminada; Coletas de excrementos de aves capturadas em rede de neblina
Excrementos de lagarto <i>Ameiva</i> (Iguaniidae)	Excrementos recolhidos nos arredores do acampamento
Excrementos de cobra (Boiidae)	Excrementos obtidos de gaiolas de criação
<b>URÉIA</b>	
Urina humana	Mistura preparada com urina e farinha de trigo industrial imitando os excrementos de aves em textura e forma; Papel absorvente branco molhado com urina.
Urina de macaco guariba, <i>Alouatta seniculus</i>	Recolhimento ou observação <i>in situ</i> de folhas banhadas com urina sob as latrinas dos macacos

Os diferentes substratos foram oferecidos em número e repetições diferentes, segundo a viabilidade e condições de obtenção, critério também utilizado para selecionar os excrementos-isca. Assim foram selecionadas as iscas mais viáveis, segundo a facilidade de encontro e que mostrasse ser atrativa pelo menos uma vez, passando então para a segunda fase.

Na segunda fase as iscas selecionadas foram oferecidas de modo a compará-las na presença e ausência do sistema *Eciton burchelli*/aves seguidoras, sendo utilizados: excrementos de aves seguidoras de formigas; excrementos de aves sensu lato; excrementos de urubú (*Cathartidae*); excrementos de répteis. O número de excrementos foi variável, segundo a facilidade de encontro, sendo os obtidos junto aos enxames encontrados mais vezes e um número maior de porções, consideradas como cada pingo de excremento deixado pelas aves. Os excrementos foram dispostos no chão e sobre a vegetação em alturas conforme o padrão mostrado quando as borboletas são observadas sobre os excrementos de aves seguidoras (Figura 2).

Os substratos testados na ausência do sistema formiga/aves foram colocados em pontos da mata certificando-se da ausência de carreiros num raio de 300 metros e as observações foram feitas por um período 4 a 5 horas. Os resultados de atração aos excrementos nas duas situações foi comparado pelo teste Qui-quadrado. Neste experimento, as borboletas não foram coletadas, somente observando se as iscas eram atrativas para os hesperídeos, e se efetivamente eram

utilizadas por eles como alimento, desde que mostrassem o comportamento de estender a espirotromba e sugar.

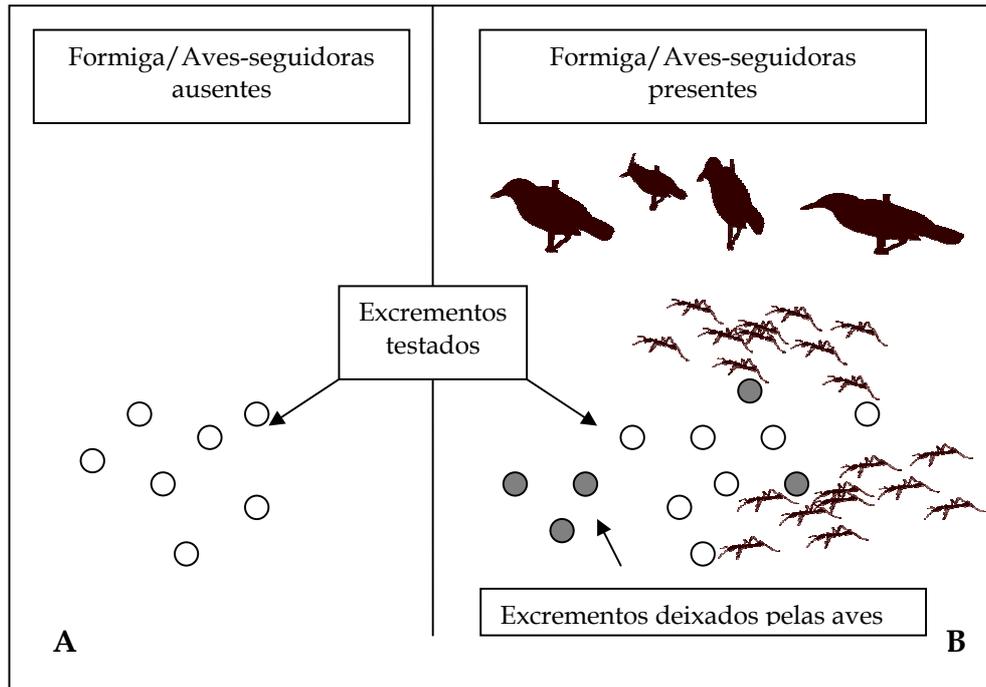


Figura 2. Esquema do procedimento utilizado para oferta de excrementos no interior de floresta. A: Excrementos colocados no chão e vegetação do subbosque baixo com formigas e aves ausentes num raio de 300 metros. B: Excrementos colocados no chão e vegetação baixa com formigas e aves-seguidoras presentes, e os excrementos destas aves.

### *Atração das borboletas pelas formigas-de-correição*

Para avaliar se as borboletas seriam atraídas pelas substâncias exaladas pelas formigas, foi empreendida uma tentativa de confinar e observar as espécies de hesperídeos comuns no sistema formiga/aves seguidoras. Foi montada uma tenda de filó de 2,5 x 2,5 x 2,0 metros, onde foram colocados indivíduos de *Tarsoctenus papias* e *Chrysoplectrum spp.* Um bivaque acessível de *Eciton burchelli* foi previamente encontrado, de onde foi retirado cerca de ¼ de seu volume exposto, levando rapidamente a massa de formigas para dentro da tenda de filó. Não foi estimada a quantidade de formigas removida.

## **2.3 RESULTADOS**

### *Colônias de Eciton burchelli*

Em 100 dias dias de procura por colônias de *Eciton burchelli*, feita em área de mata contínua com trilhas que permitiam um bom deslocamento e até 9 horas de caminhada diárias, estimou-se um sucesso de encontro de 30%. Assim, a chance de encontrá-las nos fragmentos seria muito pequena. De qualquer modo, as formigas foram encontradas em dois fragmentos de 10 ha isolados (Dimona e Colosso) e em um fragmento de 10 ha já com seu entorno em avançado estágio de sucessão vegetal (Cidade de Powell). Nenhuma colônia foi encontrada nos fragmentos

isolados de 1 ha, não sendo este fato atribuído ao tamanho do fragmento, mas à baixa probabilidade da ocorrência do evento.

Os carreiros de caça de 51 colônias de *E. burchelli* foram amostrados, com esforço médio de 5 horas por colônia, com mínimo de 2:00 e máximo de 8:00 horas de amostragem, observado pico de maior atividade e captura entre 11:00 e 13:00 horas. Em algumas ocasiões, quando as colônias foram encontradas pela manhã, mas ainda em início da atividade de caça, foi necessário aguardar até que as formigas se espalhassem e as aves começassem a caçar, e conseqüentemente deixassem cair seus excrementos. Nestas situações a amostragem pôde começar entre 10:00 e 11:00 da manhã.

#### *Amostragem de hesperídeos acompanhando *Eciton burchelli* na Amazônia central*

Quarenta e duas espécies de Hesperiiidae foram coletadas junto aos carreiros de *E. burchelli*, distribuídos entre as subfamílias Pyrginae, Pyrrhopyginae e Hesperinae (Tabela 2).

No total foram coletadas 227 borboletas, com uma média de 6 indivíduos em 5 horas. Nas coletas diárias o número variou de zero até o máximo de 22 indivíduos, sendo estes números válidos apenas para capturas mas não que os hesperídeos não fossem observados. Em algumas ocasiões, onde a princípio as condições ambientais eram as mesmas, eram observados dois ou três indivíduos em todo o tempo de espera. Por serem observados à distância ou por escaparem no

momento da captura, fato muito comum durante todo o trabalho, não foram então coletados, resultando em captura zero.

Tabela 3: Borboletas Hesperidae capturadas junto aos carreiros de *Eciton burchelli* nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Manaus, AM. Fr=frequência relativa; \* espécies também coletadas nos fragmentos isolados de 10 ha; \*\* coletadas no fragmento circundado por vegetação secundária.

Subfamília	Espécie	Fr(%)
<b>Hesperinae</b>	<i>Anthoptus epictetus</i> *	0,9
	<i>Cobalus calvina</i>	0,4
	<i>Panoquina Lucas</i> **	0,4
	<i>Thracides cleantes telmela</i> *	0,4
<b>Pyrrhopyginae</b>	<i>Pyrrhopyge proculus</i> Cintra	4,4
	<i>Elbella azeta azeta</i>	0,4
	<i>Elbella blanda</i>	0,4
	<i>Elbella Etna</i>	0,4
<b>Pyrginae</b>	<i>Tarsoctenus papias</i> **	32,0
	<i>Tarsoctenus praecia rufibases</i> **	32,0
	<i>Chrysoplectrum perniciosus perniciosus</i>	3,6
	<i>Phanus vitreus</i>	1,8
	<i>Phanus ecitonorum</i>	1,8
	<i>Hyalothyruis infernalis infernalis</i>	1,6
	<i>Entheus bombus</i>	1,3
	<i>Aethilla echina</i> **	0,9
	<i>Astrartes apastus apastus</i>	0,9
	<i>Chrysoplectrum pervivax</i>	0,9
	<i>Myrinia santa monka</i>	0,9
	<i>Pyrdalus corbulo corbulo</i>	0,9
	<i>Pythonides limaea</i>	0,9
	<i>Telemiades delalande</i>	0,9
	<i>Urbanus pronta</i>	0,9
	<i>Xenophanes tryxus</i>	0,9
	<i>Entheus priassus</i>	0,4
	<i>Autochton itylus</i>	0,4
	<i>Urbanus doryssus doryssus</i>	0,4
	<i>Astrartes fulgerator fulgerator</i>	0,4
	<i>Autochton neis</i>	0,4
	<i>Anastrus obscurus narva</i>	0,4
	<i>Quadrus deyrollei portulana</i>	0,4
	<i>Anastrus obliqua</i>	0,4
	<i>Antigonus erosus</i>	0,4
	<i>Astrartes janeira</i>	0,4
	<i>Clito aberrans</i>	0,4
	<i>Clito zelotes</i>	0,4
	<i>Entheus eumelus</i>	0,4
	<i>Gorgythion begga pyralina</i>	0,4
	<i>Oileides vulpinus guaianensis</i>	0,4
	<i>Pseudodrephalys sohni</i> **	0,4
<i>Talides sergestus</i>	0,4	
<i>Urbanus velinus</i>	0,4	

As coletas diárias de hesperídeos foram relativamente pequenas em número de indivíduos, e com o número de amostras obtidas não foi alcançado um patamar na curva do coletor (Figura 3).

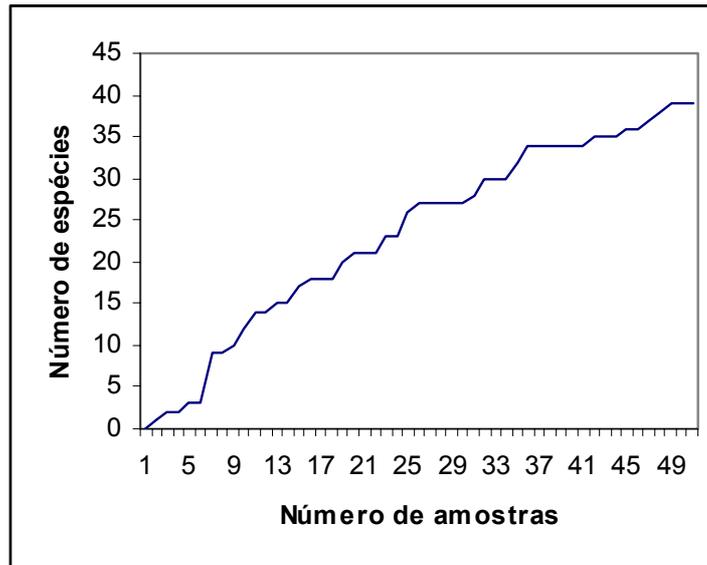


Figura 3. Curva cumulativa de espécies de Hesperídeos coletadas em 51 amostras junto aos carreiros de *Eciton burchelli* em uma floresta de mata primária na Amazônia central.

Três espécies de Pyrginae, *Tarsoctenus papias* (Figura 1 A - Anexos), *Tarsoctenus praecia rufibases* (Figura 1 B - Anexos), e *Chrisoptectrum perniciosus perniciosus* (Figura 1 C - Anexos) foram coletadas exclusivamente com *E. burchelli* durante o ano todo, sendo as duas espécies de *Tarsoctenus* foram as espécies de maior abundância neste levantamento.

*Pyrrhopige proculus cintra* (Figura 4 D - Anexos) foi mais coletada com as formigas (83%), mas também é coletada na ausência delas. Ao contrário, *Anthoptus epicteus*, *Autochton itylus*, *Entheus priassus* e *Hyalothyryus infernalis infernalis*, foram coletados em baixa frequência com as formigas, mas aparecem em maior número sem elas (Tabela 1 - Anexos).

Nos fragmentos isolados houve a captura de pelo menos 4 espécies (Tabela 2) e 5 indivíduos foram capturados enquanto as formigas forrageavam. Dois deles foram de espécies raramente observadas sobre excrementos, mas os outros 3 incluem a única captura de *Tarsoctenus praecia rufibases* - uma das duas espécies mais abundantes - fora da mata contínua e capturada exclusivamente com *E. burchelli*.

#### *Preferência alimentar de hesperídeos consumidores de excrementos*

#### *Excrementos de aves de bando misto não seguidor de formigas*

Os “bandos mistos” de subbosque são encontrados facilmente, mas encontrar os excrementos destas aves foi uma atividade extremamente difícil, pela velocidade com que as aves se movem e pela incompatibilidade entre vasculhar a vegetação do subbosque e perturbar o bando. Foi raro encontrar estes excrementos (2 porções caídas) e difícil certificar de que realmente fossem provenientes destas aves. As mesmas dificuldades foram encontradas quando examinava-se as áreas

após a passagem dos bandos; eliminou-se a perturbação causada pelo observador, mas tornou ainda mais difícil o encontro dos excrementos.

Estas observações foram sempre realizadas sem formigas de correição, mas em várias ocasiões estes bandos cruzaram os enxames e os bandos de aves seguidoras. O encontro dos dois bandos é de grande agitação, muitas vocalizações e os seguidores de formigas saem do chão para mais alto no subbosque. No entanto, não se observou nenhum confronto, sendo este movimento cessado em poucos minutos, por vezes restando alguma ave solitária, podendo capturar presas na área, mas se mantendo distante das aves seguidoras.

#### *Oferta de excrementos*

Dos vários substratos avaliados como potenciais atrativos para os hesperídeos, mostraram resultado negativo os excrementos de lagartos (N=7), excrementos de cobra (N=3) e a mistura de urina humana (N=10). Todos estes excrementos não foram atrativos em nenhum dos dois sistemas - com e sem formigas de correição. As amostras de excrementos de aves capturadas nas redes de neblina, insetívoras ou não, mostraram resultado negativo (N=7 repetições de 10 redes), com nenhuma borboleta observada sobre eles, sendo este procedimento abandonado para não oferecer riscos desnecessários às aves, e sem grandes chances de sucesso de atração para as borboletas.

Sobre a urina de macaco fresca e com formigas nas proximidades, foi feita a observação de um indivíduo da subfamília Hesperinae. No entanto, a urina não foi atrativa em folhas banhadas de urina e removidas para longe das latrinas dos macacos (N=3). Apesar de ter sido feita uma observação de hesperídeo sobre este substrato o procedimento não se mostrou viável, pela necessidade extra de procurar os bandos de macacos e encontrar seus excretas.

Os excrementos de aves das 3 categorias (seguidoras-de-formiga, saprófagas, e aves *sensu lato*) foram sugados pelas borboletas, com maior utilização quando oferecidos na presença das formigas  $X^2 (P 0,05=5,97) = 6,669$  (Figura 4).

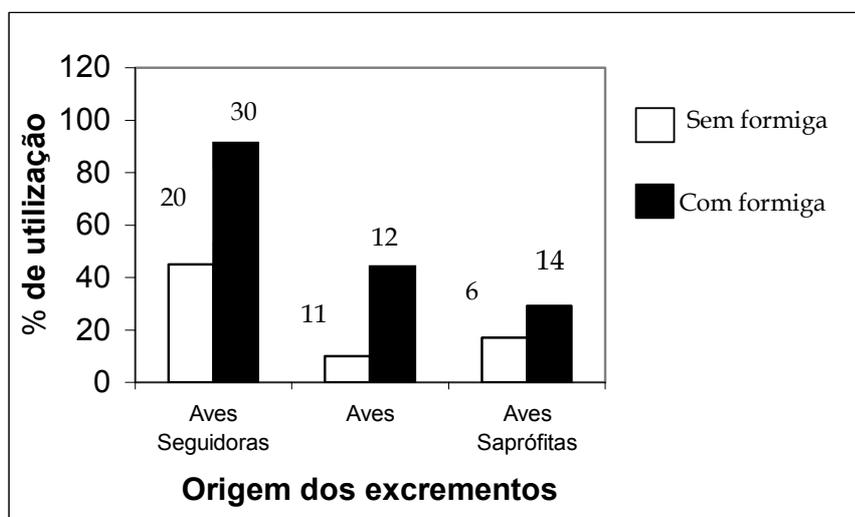


Figura 4. Frequência de utilização (%) representada pelo número de vezes que os excrementos foram oferecidos pelo número de vezes que foram utilizados. Excrementos oferecidos na ausência dos correiros de formigas de correição *Eciton burchelli* (barra branca) e presença (barra preta).  $X^2 (P 0,05=5,97) = 6,669$ .

O número de repetições, significando aqui o número de dias=vêzes de oferta de determinado tipo de excremento, variou conforme a dificuldade de encontro, assim como variou o número de porções oferecidas. Embora encontrar as aves seguidoras de formiga demande maior esforço, procurar as formigas foi o principal objetivo deste trabalho, garantindo assim mais amostras (N=30<sub>com formiga</sub>; 20<sub>sem formiga</sub>). Os urubus, embora usem poleiros em locais que possam ser previsíveis, podem usar outros poleiros. Ainda por usarem poleiros sempre no alto, faz com que os excrementos sejam interceptados pelas folhas, não sendo possível recolhê-los e resultando num menor número ofertado (N=14<sub>com formiga</sub>; 6<sub>sem formiga</sub>).

Os excrementos de aves seguidoras, como dito, foram encontrados em grande número na maioria das vezes, sendo possível testar em média de 15 a 20 porções em cada uma das repetições. Os tamanhos das porções foram em média 2X3 cm, sendo maiores os provenientes dos arapaçus (dendrocolaptídeos) que alcançaram até 8,0 cm no maior eixo. As porções menores, em geral dos tamnofilídeos, mediram 1,0 X 2,5 cm. Em todos os excrementos coletados neste sistema foi predominante a parte branca e fluida, com a parte sólida em proporção bem pequena ou ausente.

No interior da mata a atividade das borboletas não mostrou qualquer relação com a variação de temperatura, mas foi afetada pelas condições de umidade dos excrementos. Ao longo do tempo, a frequência de visitas caiu

conforme eles secavam, e em dias mais quentes foi necessário acondicionar parte dos excrementos em mantas úmidas e sacos plásticos até o momento dos testes.

Os excrementos de aves *sensu lato* variaram muito em tamanho, mostrando em média 2,5 cm de comprimento, mas foram encontradas porções de até 10 cm e com grande quantidade em volume, provavelmente provenientes de aves do porte de nambus (*Tinamus major*, Tinamidae). De um modo geral, os excrementos puderam ser facilmente removidos por estarem caídos em folhas ou galhos pequenos, e assim transportados para os locais onde seriam colocados para observação.

Como foi mencionado anteriormente, os hesperídeos observados se alimentando dos excrementos não foram coletados, aproveitando a oportunidade para observações de padrões comportamentais. Desta forma, não foi possível ter os testes de preferência aliados à determinação taxonômica das espécies. No entanto, garantidamente os excrementos não foram visitados pelas espécies consumidoras de excrementos comuns no sistema formigas de correição/aves seguidoras (p.e. *Tarsoctenus papias* e *T. rufibases*), mesmo tratando-se dos excrementos de aves seguidoras. No conjunto foram observados pelo menos 13 morfoespécies se alimentando dos excrementos, e mesmo sem formigas apareceram entre estas morfoespécies hesperídeos do gênero *Anastrus* e *Hyalothyris infernalis infernalis*, frequentes durante esta investigação e por isso mais facilmente identificadas.

Freqüentemente observou-se o já descrito comportamento das borboletas molharem os excrementos com gotas expelidas pelo abdômem, enquanto a

espirotromba permanecia esticada, dando a volta por baixo do corpo e alcançando a porção umedecida.

Dois indivíduos da mesma ou de espécies diferentes nunca foram observados pousando num mesmo excremento, conseqüentemente não foram observados padrões de defesa de território. No entanto, foram observados hesperídeos, até espécies de grande porte, voando rapidamente quando formigas chegavam aos excrementos. Freqüentemente eram formigas como *Ectatomma* spp. e *Odonthomachus* spp., que chegavam solitariamente e começavam a morder e retirar partes pequenas dos excrementos. Sem qualquer resistência as borboletas saíram, e não mais retornaram a esta porção.

#### *Outros insetos coprófagos*

Foi observado também um grande número de indivíduos de outros grupos taxonômicos, todos pertencentes à classe Insecta. Os excrementos testados atraíram em alta abundância formigas dos gêneros *Camponotus* sp., *Cephalotes* sp. e *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae). Indivíduos das famílias Callihoridae, Sarcophagidae, Muscidae (Diptera); Apidae, Vespidae (Hymenoptera) e Nymphalidae (Lepidoptera) também foram atraídos.

Observou-se também uma ordem sucessional entre estes grupos, onde as visitas eram iniciadas pelas moscas, as quais permaneciam durante todo o período de observação. Dos períodos iniciais para intermediários chegavam as abelhas,

vespas e borboletas; não sempre nesta mesma ordem e as borboletas sempre pousaram solitariamente. Pequenos besouros escarabeíneos foram observados ocasionalmente, separando e retirando a parte sólida dos excrementos em pequenas porções, nunca coletando a parte branca, mesmo seca. Com a crescente desidratação dos excrementos ao longo das horas de observação, a diversidade de visitantes reduzia-se, predominando as formigas, as quais são capazes de aproveitar os excrementos já completamente secos, até o esgotamento do recurso. As formigas utilizaram todos os tipos de excrementos, inclusive os de répteis e de guariba, independente da presença ou ausência das formigas-de-correição.

#### *Atração dos hesperídeos pelas formigas-de-correição*

Na execução do procedimento que permitiria a observação dos hesperídeos confinados, as borboletas permaneceram por horas no alto da tenda e de lá não saíram mesmo com toda a movimentação das formigas, continuando quando excrementos frescos foram colocados na área do confinamento. Os excrementos não foram tocados e as formigas desorientadas abandonaram o sistema confinado, na tentativa de rehabilitar um caminho para o ninho.

## 2.4 DISCUSSÃO

Estudos envolvendo interações ecológicas mostram grande importância sob o aspecto da conservação de ecossistemas, pois além de elucidar os processos responsáveis pela manutenção dos sistemas podem otimizar os levantamentos de espécies, nem sempre detectadas pelas técnicas usuais. Nas coletas realizadas em Manaus nas reservas do PDBFF, 29 espécies foram coletadas exclusivamente na presença de *E. burchelli* (Tabela 1 - Anexo), que junto com as aves seguidoras funcionam como um fator de agregação para algumas espécies de borboletas.

É certo que esta estratégia de amostragem demanda um tempo grande de observação, e no caso de formigas-de-correição também a necessidade de um grande esforço de procura. Com esta combinação de demandas de esforço, observações curtas ou esporádicas afastam ainda mais as possibilidades de sucesso nas amostragens, p.e. como mostrado pelos longos estudos realizados por Brown & Hutchings (1997) que não realizaram capturas quando encontraram enxames de formigas, descrevendo que permaneciam pouco tempo junto deles.

Durante o período total de campo foi dada maior atenção à busca de colônias de *Eciton burchelli*, pois o primeiro objetivo foi levantar as espécies de borboletas que as acompanham. Assim, a procura por colônias de *E. burchelli* foi feita mesmo quando previstas outras atividades, p.e. quando os fragmentos isolados e florestas contínuas de mata primária eram visitados para o inventário de borboletas independentes de formiga. Então, mesmo visitando os fragmentos

isolados periodicamente, uma equiparação no esforço em número de vistas não seria suficiente pois há uma grande limitação de área de procura, diferente dos infindáveis quilômetros percorridos diariamente na mata contínua, onde foram feitas a maioria das coletas de hesperídeos acompanhando carreiros de *Eciton burchelli*. Por esta razão, o esforço de amostragem empregado nas áreas de mata contínua foi maior.

O número médio de espécimes capturados de hesperídeos que se alimentam de excrementos foi baixo e os resultados diários de captura bem variáveis. Esta família de borboletas apresenta muitas espécies de floresta ocorrendo em densidade populacional bem baixa (Ebert, 1969), resultado também encontrado por Brown & Hutchings (1997), os quais detectaram ocorrência rara desta família em levantamentos de longo prazo realizados na mesma área, sugerindo ser devido à raridade de recursos florais.

Com as observações feitas neste estudo, em princípio, não é só a quantidade de recurso que explica esta variação, ao menos localmente. Algumas vezes em que as formigas e aves-seguidoras foram encontradas em plena atividade de forrageio, e onde era observada grande quantidade de excrementos caídos, a frequência de observação das borboletas foi baixa, significando até um resultado zero de captura, mas observando-se 2 ou 3 indivíduos em pelo menos 5 horas de amostragem nas florestas de mata contínua.

Acredita-se que estas borboletas podem se distribuir em manchas e nos estratos mais altos, onde talvez possam também se alimentar de flores. Quando as

formigas passam pela área destas manchas as borboletas descem para se alimentar. Do mesmo modo, quando passam fora destas manchas, ou por territórios “desocupados” pelas por borboletas, quase nenhum hesperídeo é observado, e os recursos disponíveis sob estes territórios são desprezados. O mesmo fato pode ser usado para explicar a falta de capturas quando os excrementos foram obtidos nas redes de neblina, onde o ponto de observação não variou. As iscas podem ter sido colocadas nestes territórios “vazios” de hesperídeos, supondo que este fator fosse o principal para as observações.

Uma segunda sugestão é que as borboletas possam ter à disposição outra fonte de recursos (p.e. outra colônia desta ou de outra espécie de formiga-de-correição ou outras fontes não cogitadas neste estudo), quando a colônia de formigas está atravessando a área, e por isso podem desprezá-la nestas situações.

Além da abordagem sobre recurso alimentar, há que se considerar o aspecto ambiental físico, como os fatores climáticos. Foram observadas variações temporais ao longo dos dias, quanto á presença dos hesperídeos, explicadas naturalmente pelo período de maior atividade, sendo as manhãs mais favoráveis para as coletas. As chuvas fortes podem prejudicar as capturas, pelo menos por lavar os excrementos caídos, e quando muito intensas faz com que as formigas e as aves parem de caçar momentaneamente, mas reabilitando os carreiros assim que atenuadas.

Segundo Brown & Hutchings (1997) um conjunto de fatores ambientais incluindo luz, temperatura, umidade, estrutura e composição da vegetação, entre

outros, pode influenciar as comunidades de borboletas, quando promovem o aumento ou diminuição da heterogeneidade microambiental. Medidas de temperatura e umidade tomadas num gradiente do interior de fragmentos para o pasto aberto afetam diretamente a abundância de borboletas, mas esta relação é mais difícil de ser observada no interior de mata, onde as variações são mais tênues e não parecem seguir um padrão (R. Vieira, dados não publicados). É provável que sistemas fechados e condições controladas desses fatores sejam mais apropriados para explorar as influências ambientais, para depois acrescentar outras variáveis.

Outro aspecto a ser considerado em termos de produtividade das coletas é do baixo sucesso de captura do coletor. Além da velocidade com que os hesperídeos conseguem se movimentar, grande parte dos excrementos visitados estão sob poleiros baixos, ou seja, os galhos rentes ao chão que são preferencialmente usados pelas aves seguidoras, restando um espaço pequeno para as redes alcançarem, dificultando ainda mais as capturas. É muito variável esta taxa de perda, pois além dos fatores físicos e biológicos afetando as borboletas, o coletor pode apresentar diferentes níveis de atenção, destreza e reflexo rápido, contando com a chance dos espécimes pousarem ao alcance da rede. Folhas suspensas onde os raios de sol incidem, mesmo sem excrementos mas próximo aos carreiros, facilitam as capturas, pois os hesperídeos freqüentemente são vistos tomando sol pela manhã. As borboletas são usualmente ectotérmicas e através do

comportamento de ficarem paradas pegando os raios de sol, podem aumentar a temperatura do corpo absorvendo calor solar (Scoble, 1995).

Como outra tentativa foram experimentadas armadilhas de filó do tipo utilizado para captura de borboletas frugívoras, constituídas de um cone de tecido que é sustentado por duas placas redondas de madeira, em uma delas é colocada a isca e a outra faz o teto da armadilha. Foram usadas como iscas os excrementos frescos de aves e carne de peixe podre, também sem sucesso. Principalmente os hesperídeos de grande porte, quando chegam à concentração de excrementos mostram um comportamento de visitar rapidamente cada porção dos excrementos caídos, até finalmente pousarem para sugar o escolhido. Desta forma, as redes de filó impedem que todo este translocamento seja feito.

As coletas realizadas nos fragmentos de cerca de 10 ha isolados, na presença das formigas-de-correição em atividade de caça foram bem pouco produtivas, tanto em número de espécies como em número de indivíduos. Estes fragmentos não comportam os bandos de aves seguidoras de formigas (Stouffer & Bierregaard, 1995), onde não foram observados os bandos e nem a presença de espécies que se associam às formigas facultativamente, exceto por uma observação com *Formicarius colma*. Esta espécie foi observada no fragmento de 10 ha da reserva Colosso, e pode ser vista forrageando sobre os ramos periféricos dos carreiros de formiga, isoladamente ou fazendo parte dos bandos quando estão na mata contínua.

Além das sugestões usadas para explicar a rara presença das espécies em algumas das coletas em mata contínua, aos fragmentos isolados pode ser acrescentado, o fato de não haver abundância de excremento como recurso alimentar para as borboletas, pela ausência dos bandos de aves; ou as borboletas também terem sido eliminadas dos remanescentes pelos efeitos abióticos de fragmentação, já que grande parte das espécies associadas às formigas são características de interior de floresta. A única captura de *Tarsoctenus p. rufibases*, aconteceu na reserva Dimona, onde a faixa desmatada alcança pouco mais de 100 metros de um dos lados do fragmento para a mata contínua. Este espécime poderia realmente estar vivendo no fragmento, ou, mais remotamente ter vindo da mata vizinha, já que os hesperídeos são voadores potentes e supondo que esta espécie não apresentasse qualquer resistência a atravessar áreas abertas. Neste caso seria esperado que outras espécies fossem atraídas da mesma forma, não configurando um evento isolado.

No entorno do fragmento da reserva de 10 ha Cidade de Powell, onde o processo de sucessão vegetal alcançou um estágio avançado - mais de 20 anos, o sistema formiga/aves/borboletas apresenta-se como na mata contínua. Neste fragmento a importância maior não foi dada ao número de espécies, mas sim à presença abundante de espécies que somente são encontradas na mata contínua, destacando-se então a importância da vegetação secundária como corredores para os grupos mais sensíveis ao isolamento dos fragmentos (questão que será melhor discutida no capítulo 5).

### *Hesperídeos consumidores de excrementos*

Neste estudo foi dado ênfase ao hábito alimentar de utilizar excrementos animais, assumido aqui como coprofagia. Esta não é uma estratégia amplamente utilizada dentro da família Hesperiiidae, mostrado por 45 espécies que representam 39% do total levantado para esta área (Tabela 1 - Anexos), e dentre estas são poucas as que mostram preferência por este recurso, com uma grande proporção fazendo uso inclusive de flores. Predominaram espécimes machos e nenhuma informação foi obtida sobre ecologia alimentar das formas imaturas.

Borboletas adultas mostram uma tendência em ser menos específicos e mais oportunistas que suas formas imaturas no uso de substratos alimentares (Gilbert & Singer, 1975). As atividades de procura e coleta destes recursos alimentares, bem como a escolha dos itens, pode variar amplamente entre espécies, entre sexos notadamente pela função reprodutiva, e são afetadas pelas condições ambientais, onde naturalmente é constante a busca do equilíbrio entre esforço e recompensa alcançada por dada estratégia (Downes, 1973; Sevastopulo, 1974; Arms *et al.*, 1974; Dunlap-Pianka *et al.*, 1977; Boggs *et al.*, 1981; Hall & Willmot, 2000). Numa grande variedade de substratos, água, açúcares, sais e aminoácidos são as principais substâncias buscadas para satisfazer as necessidades nutricionais. Estes substratos podem ser fontes vegetais (néctar, pólen, frutos, seivas, sementes); fontes animais (excrementos, secreções, tecidos e fluidos corporais); e fontes minerais (solo, poças

e charcos, incluindo as bordas de corpos d'água), entre outros (Norris, 1936; Klots, 1966; Scoble, 1995).

As espécies de grande porte de Pyrginae mostraram alta preferência por excrementos de aves seguidoras já que as duas espécies mais abundantes (*Tarsoctenus papias* e *T. praecia rufibases*) nunca foram coletadas e nem observadas na ausência de *E. burchelli*, assim como não o foram sobre outros recursos. Pyrginae é também onde se concentra o maior número de espécies de borboletas comedoras de excrementos; a distribuição é mais equitativa entre as espécies, e várias espécies desta subfamília são observadas também alimentando-se de flores, como *Urbanus* spp., *Hyalothyris infernalis infernalis* e *Phanus* spp. Uma exceção é mostrada para *Chrysoplectrum perniciosus perniciosus*, que também parece utilizar exclusivamente os excrementos de aves seguidoras de formigas.

Pyrrhopyginae também foi representada por borboletas grandes e robustas, mas muito raras, exceto por *Pyrropyge proculus cintra*, o que tornou difícil observar algum padrão em Manaus, mas na Reserva Natural de Tambopata - Peru, um número maior de espécies desta subfamília foi coletado junto aos carreiros de formigas (Lamas, 1983).

Hesperiinae mostra a menor relação com este tipo de recurso alimentar, mesmo examinados em número de indivíduos. Em geral são pequenos (duas a três vezes menores que os Pyrginae em comprimento de asa) e bem frequentes nas áreas alteradas, mas esporadicamente são observados sobre os excrementos.

Comparadas às espécies coletadas com *E. burchelli* no Perú (Lamas, 1983), entre Pyrrhopigynae e Pyrginae, quatro gêneros são comuns com a fauna de Manaus, mas somente uma espécie, *C. perniciosus* tem ocorrência comum entre os dois sítios. Austin *et al.* (1993) com as coletas realizadas em Rondônia possibilitam as comparações mais próximas, com a coleta de mais de 94 espécies obtidas da amostragem de seis enxames de *E. burchelli*. As 3 subfamílias foram representadas, com predomínio em número de indivíduos de pirgíneos e hesperíneos mais abundantes que pirropigíneos. Vinte e sete gêneros e 15 espécies são comuns com a fauna de Manaus.

Algumas espécies comuns aos dois sítios, Amazonas e Rondônia, mostram resultados distintos; duas espécies, ainda que com baixa ocorrência em Rondônia, não foram observadas com *E. burchelli*, mas sim com *Labidus praedator*, outra espécie de formiga de correição que também faz enxames para caçar e são seguidas por aves. *Astrartes fulgurator* e *Phanus vitreus* (Pyrginae), também espécies comuns aos dois sítios, foram as espécies dominantes com *E. burchelli* em Rondônia, mas ocorreram com baixa frequência em Manaus.

Das subfamílias encontradas em Manaus, Pyrrhopigynae apresenta poucas espécies, sendo também como característica do grupo a subfamília de Hesperiidae menos rica (Kristensen, 1999). É observado um grande número de Pyrginae, com 35 espécies incluindo excrementos em sua dieta, para 4 espécies de Hesperinae comendo excrementos ocasionalmente. Esta proporção é oposta quando analisados

hesperídeos dissociados do sistema formiga/aves seguidoras, com 9 Pyrginae para 32 espécies de Hesperinae, melhor discutido no capítulo 4 (veja Tabela 1 – Anexos).

Os hesperídeos que usam excrementos são maiores que os que usam recursos florais, padrão também encontrado por Austin *et al.* (1993), no entanto estes autores não mostram a investigação sobre outros substratos, não permitindo estas comparações. Hall & Willmott (2000) estudaram adultos de Riodinidae que se alimentam de flores, sugam poças, frutos e carne podre. Suas observações mostram que os comedores de material protéico e sais minerais, têm maiores volumes torácicos, menores proporções entre área de asa e volume do tórax, o que faz com que sejam voadores mais potentes e rápidos, conseqüentemente, mostrando padrões de altas taxas metabólicas e gasto energético. Sugerem que este tipo de alimento possa suprir as necessidades nutricionais destas espécies.

As espécies coletadas em Manaus mostraram um gradiente na utilização deste recurso, desde as espécies que usam excrementos ocasionalmente, passando pelas que parecem fazer uso equilibrado entre os recursos florais até os exclusivamente coprófagos, ou pelo menos preferencialmente. DeVries (1983) descreve espécies de Nymphalidae (Characinae) nunca vistas em flores, capturadas e observadas exclusivamente em fezes de cachorro. Então, embora recursos florais sejam amplamente usados por borboletas adultas, outros substratos menos comuns podem ser intensivamente utilizados por espécies particulares.

Filogeneticamente, Hesperinae é um grupo mais antigo que Pyrginae e Pyrrhopyginae - ambos do mesmo ramo, sendo o último restrito aos Trópicos do Novo Mundo (Scott, 1984). Assim como nos adultos, a alimentação dos imaturos também é diferenciada entre os três grupos, com hesperíneos utilizando basicamente plantas monocotiledôneas, enquanto as outras duas subfamílias se alimentam sobre dicotiledôneas. Em algumas espécies de lepidópteros, os adultos podem viver de reservas nutricionais feitas pelas lagartas ou suplementam as necessidades por seu próprio forrageamento (Chew & Robbins 1984).

É possível que, ao menos em algumas espécies de hesperídeos, haja transferência da energia alimentar de imaturos para adultos, que os excrementos possam sustentar o metabolismo dos adultos e suprir inclusive as necessidades reprodutivas. No entanto, são necessários outros estudos que enfoquem aspectos químicos e fisiológicos destes grupos, envolvendo a investigação das necessidades e ecologia alimentar de todos os estágios de desenvolvimento destas espécies.

#### *A fidelidade aos bandos de aves seguidoras de formigas*

Os hesperídeos não foram observados forrageando com outros bandos de aves insetívoras no subbosque. Um bando misto costuma ser formado em média por dez espécies de aves, normalmente ocorrendo aos pares de indivíduos (Powell, 1985). Em tamanho e número de espécies não são grandes as diferenças entre estes bandos e os bandos de seguidores de formiga. No entanto, há outros padrões que

diferem os dois bandos. O bando misto atravessa seu território como uma aglomeração de aves em constante movimento, percorrendo cerca de 5 metros/minuto quando forrageiam (Powell, 1985). Os seguidores de formigas não só seguem mais lentamente como voltam e sobrevoam repetidas vezes os carreiros, durante várias horas do dia. O bando misto também voa pelo subbosque, mas ocupa um espaço mais alto na coluna vegetal, ao passo que os seguidores de formigas voam rente ao chão, inclusive com espécies terrestres (Willis & Oniki, 1978) como os *Formicarius*.

Os excrementos deixados pelos bandos mistos, tenderão a apresentar-se mais dispersos pela velocidade com que as aves se movem, e voando mais alto muitas camadas de folhas podem interceptar os excrementos, diminuindo ainda mais as possibilidades de chegarem aos estratos mais baixos. Não é descartada a hipótese de que excrementos deixados mais acima possam ser utilizados pelas borboletas, o que ficou além do campo de visão nestas observações. Entretanto, devido ao comportamento mostrado por estas borboletas durante o forrageamento, parece pouco provável que utilizem comumente este recurso. As borboletas quando foram observadas com as formigas, sempre foram vistas voando baixo, com deslocamentos curtos, visitando vários excrementos rapidamente, antes de pousar e sugá-los.

### *Preferência alimentar quanto às fontes de nitrogênio*

Baseada em uma seleção prévia, fontes de uréia (urina de mamíferos) mostraram uma baixa taxa de utilização, sendo eliminadas dos experimentos de preferência alimentar. Ao contrário, as fontes de ácido úrico foram mais intensamente usadas por espécies de Hesperiiidae, com uso restrito aos excrementos provenientes de aves, não tendo sido utilizados os excrementos de répteis (Jibóia e lagarto).

A urina dos vertebrados, veículo de eliminação de excretas, é composta principalmente de água, mas contém em solução íons salinos, principalmente sódio, potássio, cloreto e sulfato – mais os compostos nitrogenados em formas mais simples (Romer & Parson, 1985). No entanto, a uréia necessita de muita água para ser eliminada, enquanto o ácido úrico, além da concentração já processada pelo rim, mais água é absorvida pela cloaca, antes de ser expelido. Assim, os organismos uricotélicos (excretadores de ácido úrico) excretam os solutos mais concentrados.

Além das diferenças nas dietas, há diferenças nos produtos e excretados e na quantidade dos elementos eliminados. Por exemplo, a digestão de 100g de proteína produz 0,29g de ácido úrico em aves e 0,57g de uréia em mamíferos; cada molécula de ácido úrico contém duas vezes mais nitrogênio que uma molécula de uréia (Gill, 1990).

Embora, os excrementos testados possam resultar nos mesmos produtos em termos de nutrientes, algumas particularidades devem ser salientadas. Nos testes feitos neste estudo, os excrementos de cobra não eram amostras frescas, somente foram reidratados no momento do uso, de onde era retirada a porção branca, eliminando restos animais como pêlos. No entanto, assim como os excrementos de lagarto, conservavam e exalavam cheiro forte e bem diferente dos excrementos de aves. As cobras, ainda que possam excretar uma maior quantidade de massa fecal, ocorrem em baixa densidade e a frequência deste evento também é baixa, ocorrendo a cada vinte dias em média em condições de cativeiro (M. Gordo, Comunicação Pessoal). Este intervalo pode variar em condições naturais, sendo esta massa fecal uma mistura de restos animais como unhas e pêlos, devido a sua dieta carnívora. Já os excrementos de lagartos *Ameiva* sp., embora tenham sido empregados ainda frescos, mostram menores proporções da porção branco-pastosa. A dieta de lagartos também é bem distinta das aves, mostrando omnivoria que inclui artrópodos, moluscos, pequenos lagartos, ovos e material vegetal (Avila-Pires, 1995).

Os testes de preferência alimentar reforçam a constatação de uso do recurso excremento de aves seguidoras. Estes excrementos provavelmente são ricos em ácido úrico, representando uma forma de nitrogênio de constituição mais simples e talvez mais facilmente absorvida pelas borboletas. Lepidópteros são organismos desprovidos de enzimas proteolíticas; não podem assimilar proteínas (Wigglesworth, 1972). Os excrementos podem concentrar ácido úrico como forma

de nitrogênio, além de outros nutrientes necessários à manutenção das borboletas, como p.e. sais de sódio e potássio para funcionamento do sistema neuromuscular (Scoble, 1995). Sugere-se aqui que o primeiro passo seria ampliar o conhecimento sobre os recursos utilizados como substratos alimentares, o que poderia orientar na condução de análises qualitativas dos nutrientes contidos nestes substratos e suas respectivas funções.

#### *Formigas de correição como fator de agregação*

A presença de *E. burchelli* com as aves seguidoras duplicou a frequência de utilização dos excrementos de aves das 3 categorias testadas. Esta otimização de sucesso de captura provocada pelas formigas também é mostrada em outras localidades, onde iscas descritas como miméticas dos excrementos são utilizadas na captura de hesperídeos, e onde mostram-se eficientes mesmo na ausência de formigas-de-correição (Lamas *et al.*, 1993; Austin *et al.*, 1993).

Em Manaus estas iscas, constituídas de papel umedecido com saliva não foram atrativas para hesperídeos, exceto por um indivíduo de *Anastrus obscurus narva* capturado no fragmento de 10 ha da reserva Dimona, na presença de *E. burchelli*. Este tipo de isca não foi atrativo nestes estudos, talvez pelo fato da região de Manaus ser mais úmida que as áreas de Rondônia, onde as borboletas possam encontrar água com mais facilidade, corroborando o fato de que iscas e armadilhas

podem funcionar diferentemente em vários locais, não só pelas particularidades faunísticas como ambientais.

Formigas de correição, por sua vez, funcionam igualmente como um fator de agregação, não só para borboletas Hesperiiidae como para outros grupos de lepidópteros (Drummond, 1976; Raw & Andrews, 1980; Lamas, 1983; Austin *et al.*, 1993). Entre estes autores, é consenso, que odores exalados pelas formigas possam atrair as borboletas. No entanto, quando as formigas forragearam pelos fragmentos isolados de 10 ha, as borboletas não foram observadas como o são nas áreas de mata contínua. O fragmento da reserva Dimona onde os enxames de formigas foram observados dista 200 metros da mata contínua, onde houve a captura de um indivíduo de *Tarsoctenus praecia rufibases*, que talvez possa ter vindo da mata contínua atraído pelas formigas.

De acordo com Keegans *et al.* (1993) pelo menos 20 substâncias podem ser isoladas das glândulas de operárias de *Eciton burchelli*, variando nas combinações de composição e quantidades nas diferentes castas da colônia, resultando numa mistura complexa de compostos de variados graus de volatilidade. Esta mistura de odores pode ser detectada por humanos (Rettenmeyer, 1963), podendo ser fortemente percebida por insetos, portadores de receptores químicos bem mais sensíveis e de suma importância para comunicação entre as espécies. No entanto, se há intermediação química entre *E. burchelli* e as borboletas, os resultados apresentados no presente estudo não permite concluir.

Na situação de confinamento, as borboletas permaneceram no alto da gaiola, além de estressadas, não mostraram reação à presença das formigas e nem aos excrementos. A condição estressante imposta a todos os envolvidos e a viabilidade do experimento, sugerem que sua aplicação seja limitada. Além disso, há uma questão de escala de efeito, já que a quantidade de excrementos e a parte da colônia removida eram bem menores, e onde não só a quantidade, como os tipos de substâncias exaladas pelas formigas podiam ser diferentes, já que não estavam caçando.

Outra circunstância, agora na escala natural, foi quando as formigas atravessaram os fragmentos isolados, onde não se formam os bandos de aves seguidoras e os hesperídeos não foram observados acompanhando o sistema. Tem-se o fator “formiga” isolado, mas agora acrescentado o fator fragmentação. Assim, permanecem as questões: 1) Não aparece hesperídeos porque os odores das formigas não os atraem; 2) Os fragmentos isolados não têm mais as espécies de borboletas que freqüentemente acompanham os enxames; 3) Se estão na área, não fazem buscas exploratórias porque não tem excrementos.

Segundo Downes (1973), Nymphalidae e Hesperidae mostram fortes respostas a odores, e os insetos se manifestam individualmente ou mostram agregações em direção aos sítios onde há fontes de recurso. Os hesperídeos, de um modo geral, são borboletas de corpo robusto, voadores potentes, e algumas espécies são capazes de se translocar por distâncias superiores a 600 metros (Gutierrez *et al.* 2001). Entretanto, as espécies mostram diferentes preferências por

microhabitats, assim como por diferentes substratos, possivelmente sendo fortemente afetadas pelas alterações decorrentes da perda de florestas. Estas alterações ambientais podem ser superiores ao fato de utilizarem um recurso, ainda que útil, funcionando como barreiras ao aproveitamento destas fontes.

A utilização de excrementos por lepidópteros é um fenômeno muito específico, onde entre as famílias como Acraidae, Libytheidae, Lycaenidae e Pieridae, somente algumas espécies são conhecidas como coprófagas, em maior ou menor grau (Owen, 1971). Ainda, pouco claras são as necessidades específicas (Gilbert & Singer, 1975), bem como as características decisivas para escolha e uso dos recursos, possivelmente tratando-se de muitas características e fatores correlacionados. Segundo Mohr (1943) e Hansky & Cambefort (1991) a qualidade do excremento influencia a presença das espécies que se alimentam dele. Assim, análises detalhadas quanto à composição química e necessidades fisiológicas são necessárias para conclusões mais próximas do que pode acontecer nas condições naturais, para serem depois consideradas questões em maior escala.

### Capítulo 3:

## AVALIAÇÃO DO ACOMPANHAMENTO DE UMA COLÔNIA DE *Eciton burchelli* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE, ECITONINAE) POR HESPERIIDAE (LEPIDOPTERA)

#### Resumo:

*Técnica de marcação e recaptura foi usada para verificar se borboletas (Hesperiidae) seguem colônias da formiga-de-correição *Eciton burchelli*. Uma colônia foi acompanhada em uma área de mata contínua, durante um ciclo reprodutivo. Este período é compreendido por uma fase de ninho sedentário, uma fase de ninho nômade até o ninho sedentário da fase seguinte. Os hesperídeos foram capturados por rede entomológica, marcados com tinta solúvel em água e de diferentes cores no dorso do tórax, e liberados após a marcação. A colônia de *E. burchelli* migrou 706 metros, em linha reta, entre um ninho sedentário e outro, deslocando-se em média 92 metros por dia. Durante a fase sedentária, as formigas caçaram em 15 dos 21 dias com o ninho no mesmo lugar, mudando a direção de caça seguida pelos enxames, em 109º a cada dia. Noventa e quatro hesperídeos foram marcados, com duas espécies cobrindo mais da metade deste total. A taxa de recaptura para*

*Hesperiidae* junto com *E. burchelli* foi de 10,6%. Para *Tarsoctenus papias* foi de 15,8 % e *T. praecia rufibases* 38.9%). Todas as recapturas foram realizadas quando as formigas estavam na fase sedentária ou até o terceiro dia de migração, não ultrapassando 200 metros de distância entre o ponto de captura e recaptura. A alta taxa de recaptura sugere que *Eciton burchelli* e as aves seguidoras-de-formigas formam um fator de agregação para os hesperídeos e que estas borboletas usam este recurso num espaço determinado pela sobreposição entre o território dos indivíduos e a área de forrageio das formigas e aves.

Palavras-chave: formiga-de-correição, borboletas seguidoras, marcação-recaptura.

*Abstract:*

*The technique of marking and recapture was used to verify if skippers (Hesperiidae) follow colonies of army ant *Eciton burchelli*. A colony was followed in an area of continuous forest, during a reproductive cycle. This period is understood by a phase of sedentary nest, a phase of nomadic nest until the next sedentary nest. The skippers had been captured by butterfly net, marking them with a spot of soluble ink in water and different colors in the back of the thorax, and set free after the marking. The colony of *E. burchelli* moved 706 m., straight-line, between a sedentary nest and another, dislocating in average 92 m. per day. During the sedentary phase, the ants had hunted in 15 of the 21 days with the nest in the same place, moving the direction of hunting followed for the swarms in 109° to each day. Ninety and four skippers had been marked, with two species covering more of the half of this total. The frequency of recaptures for together Hesperiidae with *Eciton burchelli* was of 10,6%. For *Tarsoctenus papias* he was of 15,8 % and *T. praecia rufibases* 38,9%). All you recapture them had been carried through when the ants were in the sedentary phase or until the third day of migration, exceeding 200 meters of distance it does not enter the capture point and it recaptures. The high tax of recaptures suggests that *Eciton burchelli* and the ant followers forms a factor of aggregation for theskippers and that these butterflies use this resource in a space determined for the overlapping enter the territory of the individuals and the area of foraging of the ants and birds.*

### 3.1 INTRODUÇÃO

*Eciton burchelli* é uma formiga exclusivamente carnívora que mostra uma das estratégias mais eficientes de predação, enviando frentes de caça composta por milhares de formigas (Rettenmeyer, 1963; Holdöbler & Wilson, 1990). Suas caçadas garantem alimento para sustento da colônia e facilita a ação de outros predadores, parasitas e uma intrincada rede de simbioses. Assim, as comunidades de artrópodes são alteradas a cada passagem dos enxames de formigas, sendo afetadas não só pelas formigas como também pelos grupos de seguidores (Franks & Bossert, 1983; Otis *et al.* 1986; Franks, 1990; Hölldobler & Wilson, 1990; Vieira & Höffer, 1998). Todos esses grupos comumente acompanham as formigas, permanecendo junto aos bivaques ou localizando as colônias diariamente (Rettenmeyer, 1961; Willis & Oniki, 1978; Elzinga, 1998; Palácio, 1999).

Entre os grupos associados às colônias de *E. burchelli*, são observadas borboletas sugando excrementos de aves seguidoras de formigas, um grupo especializado e organizado no uso desta fonte alimentar. Estes excrementos deixados pelas aves servem como fonte de alimento, principalmente sais e umidade, podendo aglomerar muitas espécies, na área coberta pelo forrageamento das formigas e das aves (Ray & Andrews, 1980; Austin *et al.*, 1993).

As formigas-de-correição são essencialmente nômades, movendo seus ninhos periodicamente e explorando áreas que não foram recentemente

forrageadas. Neste movimento *E. burchelli* pode avançar em média 81 metros diários - Fase Nômade, ou simplesmente alterar a direção tomada pelas frentes de caça em cerca de 120°, de maneira que evitam reexplorar um mesmo território - Fase Estacionária (Franks, 1990).

Apesar de funcionar como um elemento de facilitação na obtenção de recursos para outros grupos animais, a colônia está em constante movimento, o que pode afetar as chances e intensidade deste tipo de oportunismo. Hesperídeos são freqüentemente capturados juntos aos carreiros dessas formigas (Lamas, 1983; Austin *et al.* 1993) e as espécies mostram um gradiente de preferência no uso deste recurso, desde as que são observadas exclusivamente sobre os excrementos até as que os usam esporadicamente (veja Capítulo 2).

Assim, o propósito deste trabalho foi responder se os hesperídeos seguem as colônias em atividade de caça e verificar se visitam os ninhos de *Eciton burchelli* quando não estão forrageando.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

#### *Área de estudo*

Este estudo foi desenvolvido na reserva de mata contínua do Km 41 (1501) do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (descrições da área no Capítulo 2. Esta reserva é dotada de um sistema de trilhas feitas a cada 100 metros

nos sentidos norte e sul/leste e oeste, e piqueteadas com número no sentido Sul/Norte e por letras no sentido Leste/Oeste.

#### *Acompanhamento de uma colônia de *Eciton burchelli**

Uma colônia de *Eciton burchelli* foi encontrada através de uma busca aleatória e seguida por um período contínuo de 45 dias, de 27 de agosto a 11 de outubro de 2002. Seu trajeto foi mapeado durante um ciclo reprodutivo, compreendendo: dias finais da fase nômade anterior/fase sedentária<sup>1</sup>/fase nômade/fase sedentária<sup>2</sup>. Antes deste acompanhamento foi amostrada uma colônia como piloto e quando a colônia acompanhada estacionou, uma terceira colônia foi amostrada.

Para a colônia acompanhada, diariamente foi localizado e georreferenciado o ponto onde o bivaque foi formado, também georreferenciando as direções tomadas pelos enxames a cada dia de caça quando o bivaque se tornou sedentário. A observação e categorização dos sítios utilizados para nidificação foi feita pela determinação dos lugares onde ninhos de *Eciton burchelli* se posicionaram na reserva.

Após as localizações para posterior mapeamento dos sítios de nidificação, os carreiros de caça feitos pelas formigas eram acompanhados para captura e marcação dos hesperídeos.

A coleta de borboletas foi realizada sempre com rede entomológica, movimentando-se lentamente pela área forrageada e onde se encontrava mais excrementos de aves. As capturas e observações foram feitas sobre estes excrementos ou quando tomavam sol pousadas sobre a vegetação. As borboletas foram marcadas com tinta solúvel em água (corretivo gráfico) obtendo-se cores diferentes pela mistura com tinta guache. Foram usadas 4 cores, conforme a fase de migração e a direção tomada pelos carreadores de formigas nos diferentes dias (Figura 1).

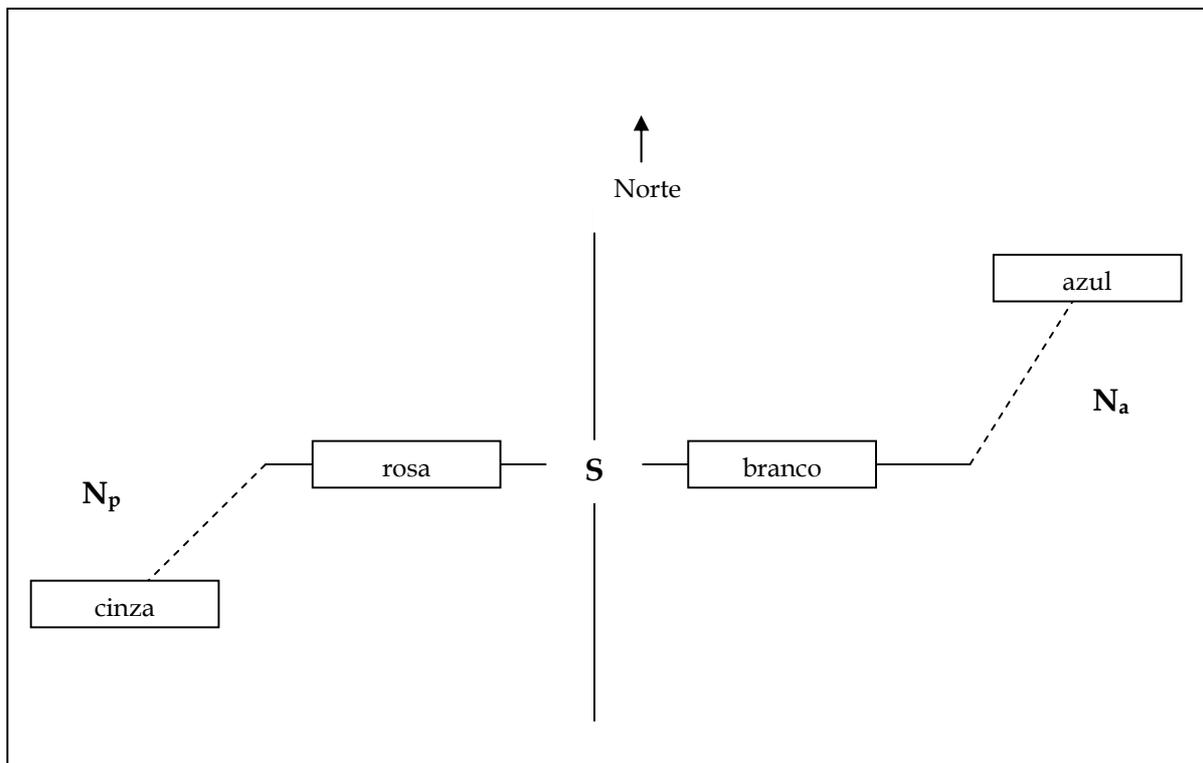


Figura 1: Esquema de cores utilizado na marcação de hesperídeos. Azul na fase nômade anterior ( $N_a$ ); branco a leste do ninho sedentário (S); rosa a oeste no ninho sedentário; cinza na fase nômade posterior ao ninho sedentário ( $N_p$ ).

A maioria das espécies de hesperídeos que acompanham as formigas pausa com as asas abertas e por isso a marcação na face ventral da asa não se mostrou viável, com riscos de danos ao manuseá-las e sem grande sucesso na marca obtida.

Assim, optou-se por uma mancha feita no dorso do tórax, pelo fato de ser uma região do corpo que perde facilmente muitas escamas, facilitando a aderência da tinta e essencialmente por permitir a observação da marca sem a necessidade de recoletar o espécime, sendo esta observação chamada de recaptura (Figura 2).

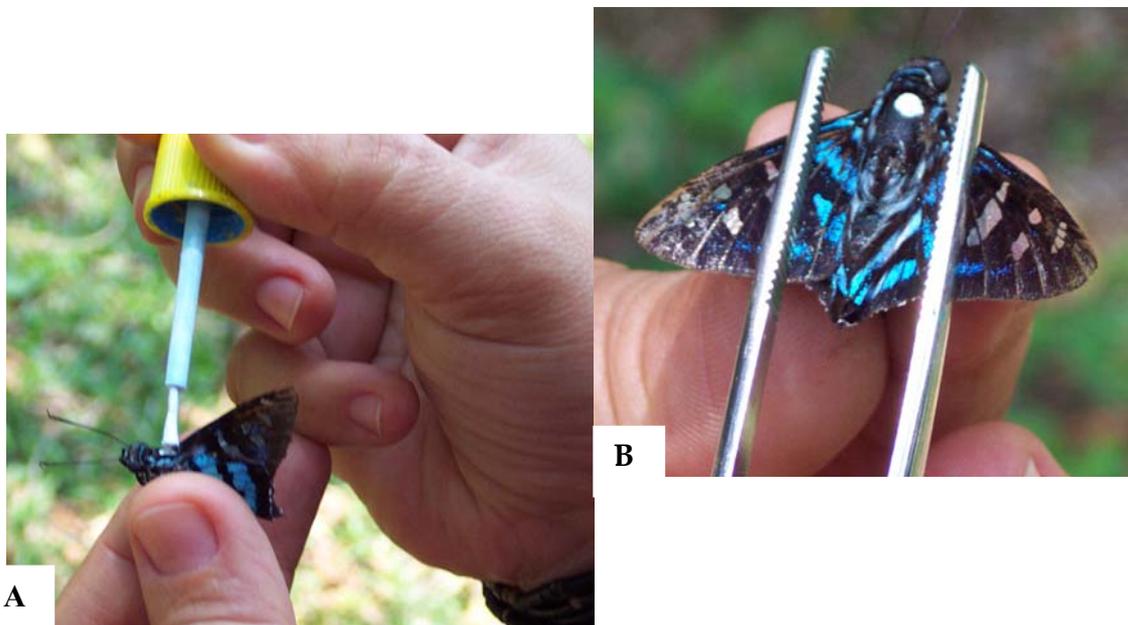


Figura 2. Marcação de *Tarsoctenus papias* capturado junto a um enxame de *E. burchelli*. A: Posicionamento da borboleta para marcação; B: região de marcação.

As manchas podiam ser feitas em diferenciadas regiões do tórax assim como alterar as formas para possibilitar outras combinações de marcas. Como há grupos de espécies com morfologia muito semelhante, a determinação taxonômica pela observação distante seria duvidosa. Assim, foi feita uma caracterização morfológica, obtendo-se uma estimativa de morfoespécies a cada dia de coleta. Este procedimento foi seguido para efeitos comparativos, obtendo-se como resultado o Número de Indivíduos de Hesperiidæ Marcados e o Número de Indivíduos de Hesperiidæ Recapturados. Então, obter número de hesperiídeos marcados igual ao número de morfoespécies, não quer dizer que todas as morfoespécies foram coletadas, mas sim que vários indivíduos da mesma espécie foram marcados.

### 3.3 RESULTADOS

#### *A movimentação de uma colônia de E. burchelli em floresta de mata contínua*

A colônia de *E. burchelli* acompanhada e inspecionada por 45 dias consecutivos, fez 12 migrações entre duas fases sedentárias, percorrendo 1.165 metros no seu trajeto; 706 metros em linha reta. Durante esta fase nômade, o ninho se deslocou em média 91,80 metros (N=15, DP. 33,50) a cada dia. No décimo ponto de deslocamento a colônia permaneceu por dois dias com o ninho no mesmo lugar, mas caçou em direções diferentes (Figura 3a).

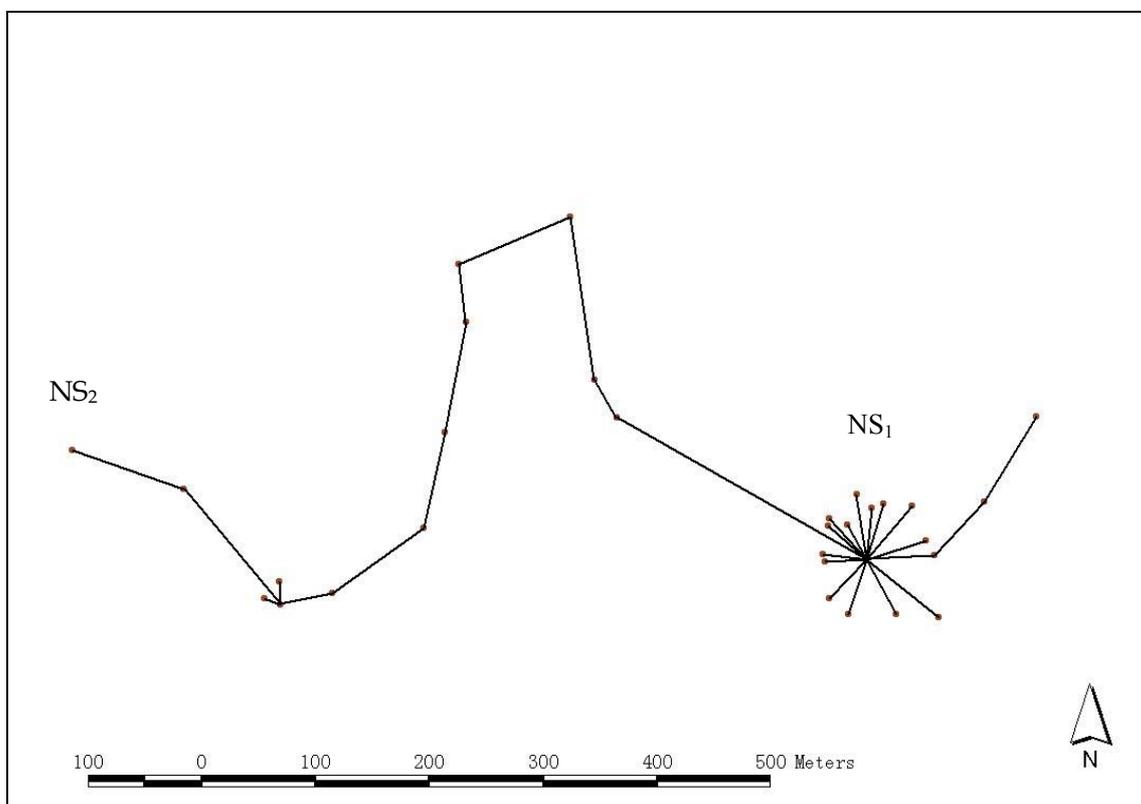


Figura 3 a. Mapeamento do percurso de uma colônia de *Eciton burchelli* entre dois ninhos sedentários (NS<sub>1</sub> e NS<sub>2</sub>), em floresta de mata contínua na Amazônia central.

A fase sedentária durou 21 dias e as formigas caçaram em 15 deles. A direção tomada pela frente de caça mudou  $109^{\circ}$  (DP=39,5) a cada dia de caça, com uma média de  $23,8^{\circ}$  entre todos os dias de caça (Figura 3b).

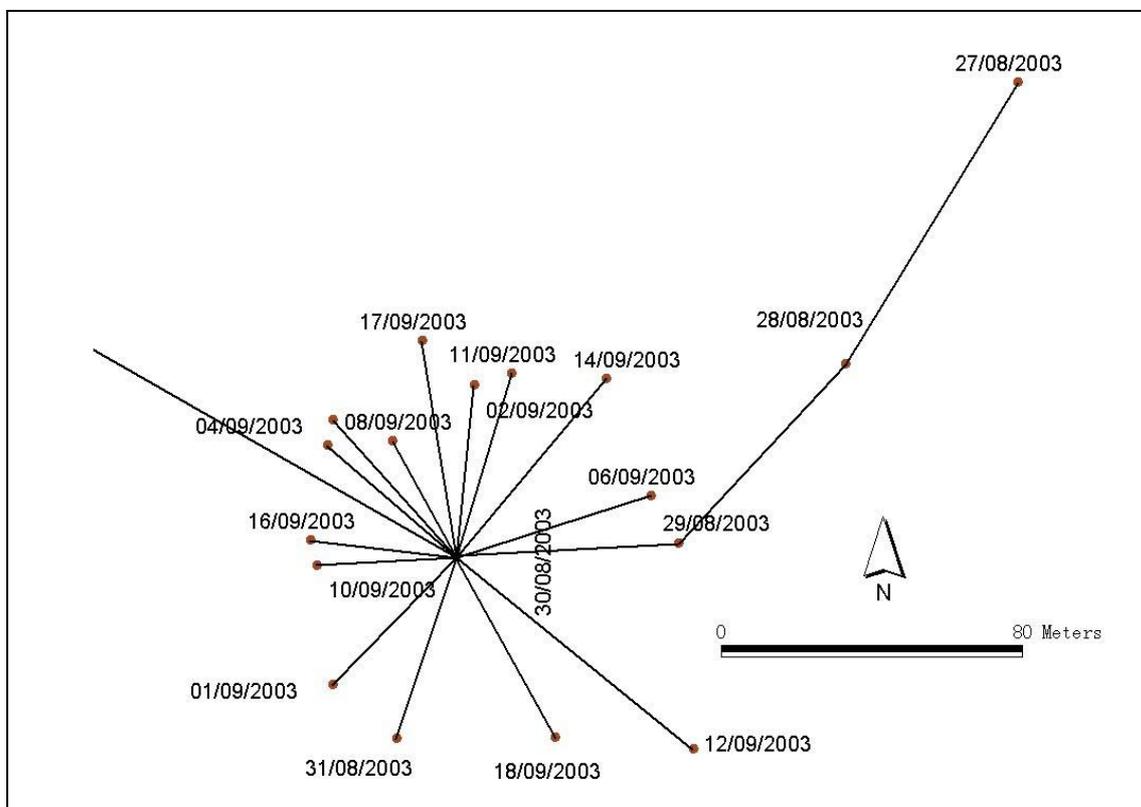


Figura 3b. Direções seguidas a cada dia pelos enxames de *Eciton burchelli* durante uma fase sedentária em floresta de mata contínua na Amazônia central.

O ninho sedentário foi formado no alto de uma grande árvore de cumarú (*Dipterix* sp. - Fabaceae) acima de 30 metros de altura, não sendo possível observar as formigas quando não saíram para caçar. Por isso, após o 15º dia de ninho sedentário, foi necessário percorrer uma raio de pelo menos 200 metros para verificar se a colônia havia ou não migrado.

O mesmo tipo de inspeção era feito por algumas das aves seguidoras, visto que em dias nos quais as formigas não caçavam e, mesmo após a colônia ter saído do ponto estacionário, ao menos *Pithys albifrons* e *Gymnopithys rufigula* visitaram a árvore repetidas vezes, pelo menos até 4 dias decorridos da migração.

#### *Locais escolhidos para nidificação*

*Eciton burchelli* tende a nidificar em árvores de grande porte, e espécies com buracos e tronco com reentrâncias como as de acariquara (*Minquartia guianensis* - Olacaceae) são frequentemente usadas, assim como aquelas que possuem emaranhados de cipós e epífitas nas ramificações do tronco.

Para um total de 58 ninhos examinados na área, foram estabelecidas as principais categorias de tipos de sítios usados para nidificação de *E. burchelli* (Tabela 1).

Tabela 1. Sítios usados para a instalação dos ninhos (N=58) de *Eciton burchelli*.

POSIÇÃO	(%)
Acima de 10 metros de altura e inacessíveis	29
Troncos caídos em processo de decomposição	16
Troncos podres em pé	14
Subterrâneos	14
Árvores velhas	10
Baixo, mas sem localização determinada	10
Abaixo de 10 metros em buracos naturais	7

Os bivaques são bem variáveis em grau de exposição de suas paredes. Os ninhos formados acima de dez metros de altura em árvores vivas, em geral não podiam ser observados se estavam dentro ou fora dos troncos, e em algumas poucas vezes puderam ser observados por binóculos. Grande parte dos ninhos são feitos dentro de troncos de árvores muito velhas, onde encontram muitas partes dos troncos já danificadas e cheias de grandes buracos. Estes buracos naturais também são vistos em árvores vivas e saudáveis, e podem alcançar grandes proporções dos troncos onde as formigas podem encontrar condições bem favoráveis de espaço e proteção. Ainda são consideradas cavidades naturais os espaços formados entre o sistema radicular e o solo e tocas abandonadas, em geral por mamíferos.

Assim como os ninhos altos, para uma parte dos ninhos instalados em pequenas alturas não foi obtida a localização precisa. Geralmente por estavam em clareiras grandes e sob muitas árvores caídas, onde se acumula um emaranhado de

galhos e cipós, não sendo acessíveis. A menos que o ninho esteja exposto, não é possível precisar a altura de nidificação, por isso este critério em geral não pode ser medido. Muitas vezes se observa somente um pequeno orifício de entrada e saída na superfície do tronco ou uma aglomeração de formigas que pode estar a fazer pontes, e o ninho estar bem distante deste ponto.

As formigas-de-correição puderam se alojar nas estruturas de sustentação dos acampamentos, usando como suporte os esteios, dentro de armários ou caixas de isopor. Este fenômeno foi observado inclusive para outras espécies de *Eciton*, com as formigas chegando no começo da noite, e quando usaram estas instalações ficaram somente por uma noite.

Em nenhuma das observações dos ninhos expostos, parcial ou totalmente, foi constatada a presença de borboletas da família estudada. Em plantas (Rubiaceae e Boraginaceae) bem próximas aos ninhos foram observadas as espécies *Hyalothyris infernalis* e *Entheus* sp., comumente capturadas quando as formigas e as aves estão forrageando. Estas plantas foram observadas em ocasiões em que as formigas não caçaram e estas espécies de borboletas somente foram observadas visitando as flores destas plantas. Estas visitas às ocorreram ao longo dos dias em que as formigas não caçavam, nunca pousando ou sobrevoando os ninhos.

### *Marcação e recaptura de hesperídeos*

Foram marcados 94 indivíduos de HesperIIDae, duas espécies de *Tarsoctenus* cobrindo pelo menos 55% deste total. A taxa de recaptura para HesperIIDae junto com *E. burchelli* foi de 10,6%, alcançando números mais altos para *Tarsoctenus papias* (15,8%) e *Tarsoctenus praecia rufibases* (38,9%). Estas duas espécies foram intensivamente observadas e coletadas durante outro momento do trabalho (veja Capítulo 2), sendo aqui identificadas com segurança.

As distâncias aproximadas entre os pontos de marcação e os pontos de recaptura ficaram em torno de 100-150 metros (Figura 3b), e as recapturas aconteceram quando a colônia de formigas encontrava-se em fase estacionária ou quando não houve migração do bivaque, mesmo estando na fase nômade seguinte. Neste caso, foi possível observar um espécime de *Tarsoctenus papias* por 3 dias consecutivos, com a colônia migrando. Em qualquer dos casos, o limite de área para recaptura não ultrapassou 200 metros e o tempo decorrido entre marcação e recaptura não ultrapassou 10 dias. As recapturas só ocorreram na direção de migração da fase nômade seguinte da colônia.

As borboletas nunca foram observadas nas proximidades dos bivaques, a menos que os carreiros de caça estivessem formados, não mostrando algum comportamento de checagem de ninhos como realizado pelas aves, ou que fossem atraídas pelas formigas quando os ninhos eram expostos.

### 3.4 DISCUSSÃO

Sobre o padrão de movimentação em terra firme de uma colônia de *E. burchelli*, as medidas obtidas incluem-se entre os parâmetros encontrados em ilhas do Panamá (Willis, 1967; Da Silva, 1982; Franks & Fletcher, 1983). Na fase estacionária um ninho de *E. burchelli* pode permanecer uma média de 20 dias no mesmo ponto, saindo para caçar em 13 deles. Durante estes dias, serão explorados de 80 a 100 metros de raio. Os ninhos estacionários tendem a ficar menos expostos e, em sua maioria, mais distantes do solo quando comparados aos ninhos nômades (Da Silva, 1972).

Ainda que o ninho permaneça no mesmo local, a massa de formigas não é estática; a colônia é capaz de manter estável a temperatura no interior de seus ninhos, por rearranjo das formigas que formam as paredes, controlando a porosidade e ventilação. Podem ainda mudar a posição e acomodar-se em locais mais protegidos, no caso de estarem expostos ao sol intenso ou à chuva forte (Schneirla, 1971; Franks, 1989). No entanto, as formigas mostram preferência por construir seus ninhos no interior de troncos podres e ocos de árvores, locais mais úmidos e mais frios (Schneirla *et al.*, 1954).

Em nenhuma das ocasiões em que os ninhos encontrados estavam expostos, foi observada alguma borboleta, diferenciando-se das aves seguidoras de formigas. O comportamento de visitas periódicas aos ninhos, quando as formigas não saem para caçar, foi visto por pelo menos duas das espécies que seguem comumente as

colônias, o que é também observado para outras espécies que seguem *E. burchelli* em outras localidades (Swartz, 2001) e que pode ser mais um indicativo da dependência que estas espécies de aves seguidoras têm das formigas.

As borboletas da família HesperIIDae foram hábeis em seguir ou reencontrar uma colônia de *E. burchelli* em até 150 metros de distância, sobretudo quando o ninho permanece no mesmo local por alguns dias. As frequências de recaptura são altas, quando consideradas as espécies *Tarsoctenus papias* e *T. praecia rufibases* em relação às outras espécies de HesperIIDae, indicando a persistência destas espécies junto aos enxames para obtenção de recursos e forte preferência pelo uso destas fontes. Estas duas espécies fazem parte de um grupo de espécies coletadas exclusivamente junto aos carreiros de formiga, não sendo registradas nesta área na ausência de *E. burchelli*, tão pouco se alimentando de outro substrato.

Alguns estudos sobre metapopulações, também usando técnicas de marcação-recaptura, mostram que altas taxas de captura são obtidas para espécies que mostram baixa mobilidade (Hill *et al.*, 1996; Gutierrez *et al.*, 2001). Esta movimentação dos adultos de uma espécie determina o tamanho da área de vida e a estrutura espacial da população, que tem como principal fator influente a distribuição e abundância de recursos nutricionais (Eherlich, 1984).

A coprofagia é uma estratégia alimentar mostrada por uma grande quantidade de organismos, especialmente invertebrados, entre eles os insetos. Os excrementos são fontes ricas em fibras, sais minerais, nitrogênio, açúcares e água (Dunlap-Pianka *et al.*, 1997; Hansky & Cambefort, 1991), mas a disponibilidade

deste recurso é descontínuo no espaço e se desintegra rapidamente pelos fatores ambientais como luminosidade, temperatura e precipitação. Assim, espécies especializadas no uso deste recurso devem desenvolver mecanismos comportamentais para sua rápida localização e uso (Hanski & Cambefort, 1991).

A presença de *E. burchelli* proporciona a oferta de excrementos de modo muito mais agregado que a distribuição mostrada pelos excrementos de outras aves insetívoras. Esta agregação não acontece só espacial como temporalmente, já que as aves ficam com as formigas durante todo o dia.

Houve recapturas quando a colônia estava já em fase nômade, mas as frequências mais altas de recaptura ocorreram quando as colônias estavam na fase estacionária, fortalecendo a sugestão de que os hesperídeos se distribuem em “manchas territoriais”. As borboletas permaneceriam abrigadas pela vegetação, quando as formigas passam por estes territórios, podem ser percebidas e então as borboletas saem dos abrigos para comer.

Esta sugestão não é anulada pelo fato das borboletas acompanharem as formigas, onde um grupo de indivíduos e de espécies diferentes, podem acompanhar as formigas até uma distância limite, supondo a abrangência da área de vida de cada um dos indivíduos. No caso das aves-seguidoras-de-formigas esta questão é melhor conhecida, onde o território de um casal não é suficiente para seu suprimento, já que uma colônia de formigas pode atravessá-lo rapidamente. Enquanto um casal de aves segue as formigas ele é dominante em seu território; no território vizinho continua seguindo as formigas, mas agora este território passa a

ser dominado por outro casal (Willis & Oniki, 1992). Assim, os animais que seguem os carreiros de formigas podem mostrar um processo dinâmico de organização e ocupação do espaço, mantendo-se agregados enquanto forrageiam, como é observado também para as borboletas consumidoras de excrementos .

Outras espécies de hesperídeos como as consumidoras de néctar, permanecem numa área mais restrita, podendo ser observada a revisitação de plantas floridas por até dez dias após captura e marcação das borboletas. É sugerido como territorialidade o comportamento mostrado por hesperídeos, que após ficarem por alguns minutos sugando as flores, podem se afastar por alguns minutos da flor, mas permanecem num raio de cerca de 3 metros paradas sob folhas de outras plantas, retornando em seguida. Assim, diferentes indivíduos podem visitar a mesma planta durante um dia (R. Vieira Observação pessoal feita sobre Rubiaceae e Verbenaceae na mesma área de estudo).

Este comportamento de patrulha de território é mostrado por outras espécies de hesperídeos, sendo descritos alguns padrões comportamentais de defesa quando vários machos utilizam a mesma área (Alcock, 1988). Neste estudo, no entanto, não foram observados padrões de defesa de território, pois as técnicas de observação não foram adequadas para este fim.

Sejam os consumidores de recursos florais como os de excrementos animais, estas borboletas parecem permanecer na mesma área guiados pela presença de recursos, mostrando uma “resposta de agregação”. Segundo Begon *et al.*, (1990), este tipo de resposta representa a preferência dos consumidores por determinados

locais em que a densidade de alimento é alta, conseqüentemente onde se alimentariam mais, permanecendo por mais tempo.

As borboletas adultas da comunidade de hesperídeos mostram a utilização de uma grande variedade de substratos, assim como é variável o grau de dependência que cada espécie têm dos diferentes recursos. A presença das formigas de correição mostra grande importância para algumas espécies desta família, mostrando uma tendência à especialização no uso de excrementos que são encontrados de forma agregada e estão disponíveis ao longo de todo ano. No entanto, o presente estudo se deteve somente ao hábito alimentar das formas adultas, sendo necessários outros estudos que melhor elucidem outros fatores importantes para atração das borboletas aos excrementos de aves seguidoras de formigas, e se há espécies de borboletas que evoluíram no uso deste recurso a ponto de usá-lo exclusivamente e portanto ser fortemente dependente deste sistema.

## Capítulo 4:

### CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE HESPERIIDAE (LEPIDOPTERA) EM FLORESTA FRAGMENTADA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL.

#### *Resumo:*

*A distribuição de borboletas ( HesperIIDae, Lepidoptera) foi investigada em fragmentos de 1 e 10 ha, floresta contínua de terra firme, e vegetação secundária na Amazônia central. Foram feitas coletas padronizadas e coletas avulsas, usando rede entomológica. Quinhentos e noventa e dois indivíduos de 86 espécies foram obtidos: Pyrginae (52 espécies), HesperIIDae (32) e Pyrrhopyginae (2). Os fragmentos de 10 ha apresentaram mais espécies que os fragmentos de 1 ha e as áreas de floresta contínua. As subfamílias de HesperIIDae responderam diferentemente aos tamanhos de fragmento. Os fragmentos apresentaram proporcionalmente mais espécies de HesperIIDae e poucas de Pyrginae. As proporções foram mais eqüitativas em fragmentos de 10 ha, as quais apresentaram tanto espécies comuns de áreas abertas como as espécies comuns em interior de floresta e capoeiras em avançado estágio de sucessão. As florestas contínuas apresentaram mais espécies de Pyrginae e*

*poucas espécies de Hesperinae, revelando um padrão oposto ao encontrado nos fragmentos de 1 ha. Hesperinae apresentou as 5 espécies mais abundantes, que dominaram nos fragmentos e foram raras em floresta contínua. As áreas de vegetação secundária foram amplamente usadas por hesperídeos. Isto sugere que o tipo de vegetação circundante pode influenciar a estrutura da comunidade de hesperídeos nos fragmentos florestais.*

Palavras-chave: Amazonia central, fragmentação florestal, borboletas, riqueza de espécies.

*Abstract:*

*The distribution of skippers (Lepidoptera: Hesperiidae) was investigated in fragments of 1 and 10 ha, continuous terra firme forest, and second growth (capoeiras) in the central Amazon. Collections with butterfly nets were made using standardized protocols and opportunistically. Five hundred and ninety-two individuals of 86 species were obtained: Pyrginae (52 species), Hesperinae (32) e Pyrrhopyginae (2). Ten-ha fragments contained more species than 1-ha fragments and continuous forest. Hesperid subfamilies responded differently to fragment size. One-ha fragments contained proportionately more Hesperinae and few Pyrginae species. Relative proportions were more similar em 10-ha fragments, which contained, as well as species typical of open areas, more species commonly found in continuous forest and capoeiras more than 10-years old. In contrast to small fragments, continuous forest held more pyrgine than hesperine species. Hesperinae presented the 5 most abundant species, which dominated in fragments and were rarer in forest. Second-growth areas were amply used by skippers. This suggests that the type of surrounding vegetation may influence hesperid community structure in forest fragments.*

## 4.1 INTRODUÇÃO

A bacia amazônica contém mais da metade das florestas tropicais do mundo e provavelmente suporta mais espécies de plantas e animais que qualquer outra região da Terra (Myers & Myers, 1992). Em sua parte brasileira estão sendo perdidos cerca de 2 milhões de hectares a cada ano (INPE, 2000) e estas taxas continuam crescentes (INPE, 2002). O desmatamento se deve principalmente à expansão de agropecuária, exploração madeireira e construção de hidrelétricas (Gascon *et al.*, 2001; Nepstad *et al.*, 2002). Grande parte destas áreas está sendo abandonada em forma de pastagens e vegetação secundária (Nepstad *et al.*, 1995; Fearnside, 2003), resultando além da perda de áreas de floresta no isolamento destes remanescentes florestais (Lovejoy *et al.*, 1986).

Estas mudanças na paisagem podem implicar em grandes alterações sobre a fauna e flora, causando desaparecimento de espécies, mudança na composição e na dinâmica das populações, conseqüentemente alterando as interações e processos ecológicos (Terborgh, 1986; Murcia, 1995; Bascompte & Solé 1996; Didham, 1997; Noss & Csuti, 1997; Thomas, 2000). Assim, as mudanças serão um produto direto entre as alterações ambientais e a habilidade de cada espécie em reagir a estas perturbações (Gascon *et al.*, 1999).

Borboletas compõem um dos mais diversos e abundantes grupos animais, e o Brasil abriga cerca da metade das espécies conhecidas para a região Neotropical (Heppner, 1991). É um grupo amplamente distribuído e sensível às modificações

de seu habitat, o que lhes confere extenso uso como bioindicador no monitoramento e avaliações ambientais (Blair, 1999; Daily & Ehrlich, 1995; Brown, 1991; Brown, 1996a; Brown, 1997). As comunidades de borboletas são afetadas pela fragmentação florestal, onde as respostas variam conforme uso do solo, arranjo espacial dos elementos da paisagem, e tempo decorrente destas alterações (Wood & Samways, 1991; Baz & Garcia-Boyero, 1995; Cappuccino & Martin, 1997; Lawton *et al.*, 1998; Brown & Freitas, 2000; Summerville & Crist, 2001).

Na região de Manaus, Amazonas, vários censos foram executados entre 1980 e 1995 em fragmentos florestais e mata primária, sendo levantados cerca de 500 espécies de Papilionoidea para as reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais. Nestes estudos, estas borboletas de modo geral, responderam mais fortemente ao aumento de luz no subbosque do que ao tamanho do fragmento ou a área amostrada. As bordas afetam positivamente o número de espécies, que é incrementado pelo aumento na diversidade de microhabitats, crescimento de novas plantas e aumento da abundância de recursos florais (Lovejoy *et al.*, 1986; Brown, 1991; Brown & Hutchings, 1997), onde são facilitadas a captura e observação (O. H. Mielke, Com. Pessoal)

Nos estudos acima, assim como na maioria dos levantamentos de borboletas, Hesperiiidae são excluídos das coletas ou das análises. Apesar de ser uma família rica em espécies, em geral não são abundantes, difíceis de capturar, e por terem uma constituição muscular muito desenvolvida, também são de difícil preparação. Estes fatores, acompanhados pela falta de especialistas, fazem com

que seja um grupo desafiador para estudos ecológicos. Entretanto, é um grupo importante não só em número de espécies, mas também por suas interações com outras espécies de plantas ou animais, como as seguidoras de formigas e aves (LAMAS, 1983; AUSTIN *et al.*, 1993).

Este trabalho traz a primeira lista de espécies de HesperIIDae da região de Manaus, cujo objetivo foi avaliar o efeito da fragmentação florestal sobre a distribuição, riqueza e abundância de espécies em floresta fragmentada de terra firme, considerando o tamanho dos remanescentes e suas condições de isolamento.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O trabalho foi desenvolvido nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), com descrições apresentadas no Capítulo 2.

### *Desenho experimental e amostragem de borboletas*

Foram amostradas áreas de mata contínua e fragmentos isolados de mata primária, de 1 e 10 ha, os quais sofreram diferentes tratamentos desde a sua implantação, conforme mostrado na figura. Alguns dos fragmentos tiveram as

áreas de entorno submetidas ao corte e posterior queima, onde dominam espécies de *Vismia* (Clusiaceae) e pastagem. Outras áreas somente sofreram corte, mostrando uma matriz dominada por espécies de *Cecropia* (Cecropiaceae) e pastagem. As reservas isoladas sofreram periódicos reisolamentos, exceto as reservas Cidade Powell, que não receberam esta manutenção, sendo circundadas pela vegetação secundária que segue o processo de sucessão de mais de vinte anos (Gascon & Bierregaard, 2001). A distância entre os fragmentos e a mata contínua varia de 100 a 900 metros.

O levantamento de hesperídeos foi realizado entre maio de 2001 a maio de 2002 através de coletas em transectos fixos e padronizados dentro e fora dos fragmentos de mata primária e mata contínua. Os fragmentos de 1 ha são dimensionados em 100 X 100 metros, com uma trilha central de um lado ao outro. Os fragmentos de 10 ha tem cerca de 330 m de um lado ao outro, comportando uma trilha central e duas laterais equidistantes.

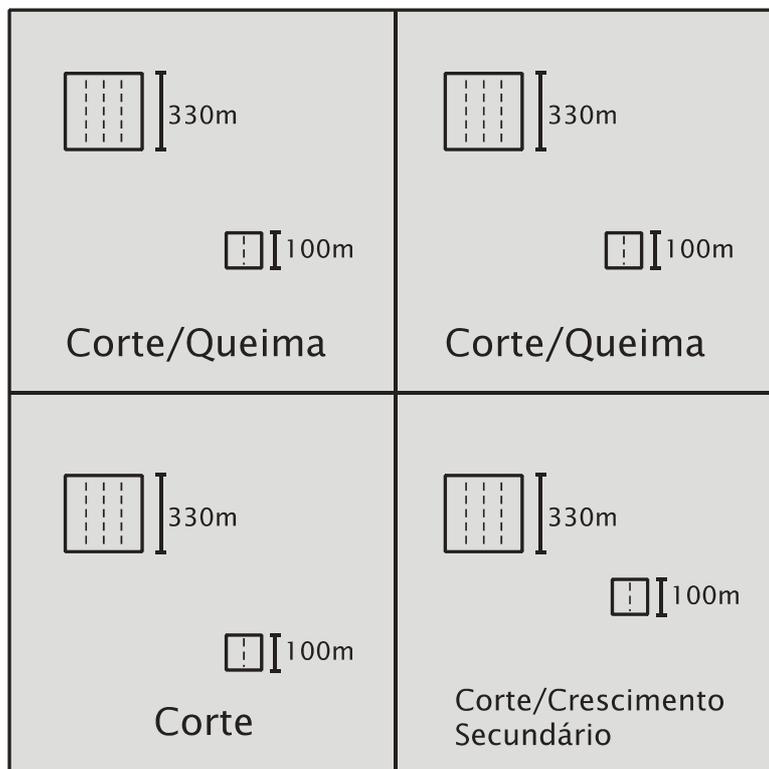


Figura 1: Esquema de tratamentos do entorno e trilhas dos fragmentos florestais isolados de 1 e 10 ha.

Nos fragmentos de 1 ha foram percorridos 100 metros acompanhando, deste modo, a trilha do interior do fragmento e duas bordas. Nos fragmentos de 10 ha foram percorridas as três trilhas do interior e as duas bordas. As coletas sempre foram feitas nas bordas leste e sul para todos os fragmentos. Não foi feita distinção entre os ambientes interior e borda, pois considerou-se que a grande maioria das espécies, apesar de coletadas nas bordas, habitam os interiores destes fragmentos.

Nas áreas de mata contínua foram percorridas linhas de 1000 metros, sendo que um transecto era fixo em 3 reservas (Dimona, Colosso e km 41) e de localização variável nas reservas Florestal e Km 41. As reservas Dimona e Colosso não são trilhadas nas áreas onde a mata é contínua, abrindo as trilhas somente para a realização das coletas deste trabalho.

O levantamento de espécies foi complementado por coletas não padronizadas (avulsas), quando tanto os ambientes focados como ambientes da porção circundante de áreas já desmatadas, foram visitados com outros fins. Nestas situações não foi possível seguir o mesmo protocolo, mas os hesperídeos foram observados e coletados. As coletas referidas como bordas de mata, foram feitas ao longo da estrada que dá acesso à reserva Km 41.

Durante este trabalho foram testadas iscas de peixe podre, papel absorvente molhado com urina, papel molhado com saliva, já aplicadas em outras localidades (Austin *et al.*, 1993; Lamas *et al.*, 1993). Nenhum destes produtos foram eficientes para a coleta de hesperídeos nesta área, sendo eliminados seu uso. Deste modo todo o levantamento constou da efetiva captura das borboletas, usando rede entomológica, sem uso de iscas ou armadilhas. A procura foi sempre feita no subbosque, desde o chão até 3 metros de altura. Os espécimes foram acondicionados em envelopes de papel, posteriormente montados em alfinetes entomológicos e triados. A identificação foi feita pelo Dr. Olaf H.H. Mielke do Laboratório de Zoologia da Universidade Federal de Curitiba, PR., e o material

testemunho encontra-se depositado na coleção de invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM.

A partir das coletas padronizadas foi feita a ordenação dos sítios baseada na frequência das espécies obtida pela razão do número de indivíduos e esforço em minutos, eliminando as diferenças nos tempos percorridos em cada transecto. Através dos programas PATN (Belbin, 1992) e SYSTAT (Wilkinson, 1986) foi obtida a matriz de associação de Bray-Curtis analisada por escalonamento multidimensional híbrido (HMDS). Esta análise testa associação entre vetores derivados do HMDS (HMDS<sub>1</sub> e HMDS<sub>2</sub> - as espécies variáveis dependentes) e as independentes os ambientes (reservas de fragmentos isolados de floresta e floresta contínua), testando as diferenças por análise de variância multivariada. A similaridade entre as reservas foi medida pelo Índice qualitativo de Jaccard (Magurran, 1988).

### **4.3 RESULTADOS**

Oitenta e seis espécies foram obtidas através das duas estratégias de coleta (padronizada e arbitrária), abrangendo ambientes de mata primária e ambientes alterados (Tabela 1). Totalizaram 592 indivíduos dos quais 93 ainda não foram identificados, e por isso excluídos das avaliações para este momento. Este número de espécies representa 77% do total de espécies levantados nesta área com coletas realizadas junto a enxames de formigas *Eciton burchelli* e com outra metodologia

(veja Capítulo 2).

Cinquenta e quatro espécies foram coletadas raramente (número de indivíduos <3) (63%) e todas as espécies coletadas na mata primária são enquadradas nesta categoria. Somente 12 espécies (14%) apresentaram abundância maior que 11 indivíduos, a maioria Hesperinae. Vinte e sete espécies apareceram exclusivamente em mata contínua e 34 foram exclusivas dos fragmentos isolados.

Trinta e oito espécies foram obtidas por coletas com esforço padronizado, onde foram feitas 4 amostragens em cada reserva, exceto na reserva Colosso de mata contínua onde foram feitas apenas duas. Nesta reserva a coleta de hesperiídeos foi zero, não havendo informação para ser submetida à análise de ordenação. Assim, somente as 38 espécies foram computadas no HMDS e nas comparações de similaridade. As capturas no interior dos fragmentos foram raras, com poucos exemplares apanhados em plantas floridas ou tomando sol (Tabela 2).

A riqueza de espécies foi aumentada pelas coletas realizadas fora dos protocolos de padronização, onde foi maior a velocidade nas caminhadas, foi abrangida uma maior variedade de microhabitats e mais variados os períodos em que as visitas foram feitas, resultando em maior número de espécies (Tabela 3).

Tabela 1: Lista de espécies e distribuição entre as reservas de 1 e 10 hectares, mata contínua e vegetação secundária (Capoeiras), com número de indivíduos obtidos a partir das coletas padronizadas e avulsas. \*Espécie coletada nas reservas Cidade Powell.

<b>Espécies e subespécies</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>Mata</b>	<b>Capoeiras</b>	<b>Total</b>
HESPERIINAE					
<i>Morys compta compta</i>	4	60	12	0	76
<i>Vehilius inca</i>	0	14	35	0	49
<i>Anthoptus epictetus</i>	6	20	1	2	29
<i>Cymaenes alumna</i>	2	23	0	1	26
<i>Callimormus corades</i>	8	14	1	0	23
<i>Corticea corticea</i>	7	12	0	2	21
<i>Vehilius stictomenes stictomenes</i>	1	4	1	0	6
<i>Sodalia sodalis</i>	4	5	0	3	12
<i>Vehilius almoneus almoneus</i>	0	5	0	0	5
<i>Vehilius vetula</i>	1	3	0	1	5
<i>Hylephila phyleus phyleus</i>	0	0	0	5	5
<i>Wallengrenia otho clavus</i>	0	0	0	4	4
<i>Callimormus radiola radiola</i>	0	2	0	0	2
<i>Callimormus saturnus</i>	0	2	0	0	2
<i>Dubiella dubius</i>	0	1	1	0	2
<i>Xeniades chalestra chalestra</i>	1	1	0	0	2
<i>Vettius phyllus phyllus</i>	1*	0	1	0	2
<i>Venas caeruleans</i>	0	0	1	0	1
<i>Anthoptus insignis</i>	1	0	0	0	1
<i>Charidia lucaria lucaria</i>	0	1	0	0	1
<i>Cobalus virbius virbius</i>	0	0	0	1	1
<i>Conga chydæa</i>	0	1	0	0	1
<i>Cymaenes laza</i>	0	1	0	0	1
<i>Cynea cynea</i>	0	1	0	0	1
<i>Cynea diluta</i>	0	0	1	0	1
<i>Damas clavus</i>	0	0	1	0	1
<i>Panoquina lucas</i>	0	0	1	0	1
<i>Papias ignarus</i>	0	0	1	0	1
<i>Parphorus decora</i>	0	1	0	0	1
<i>Perichares philetetes adela</i>	0	1	0	0	1
<i>Pompeus amblyspila</i>	0	0	1	0	1
<i>Tellona variegata</i>	0	1	0	0	1

Cont.

PYRGINAE

<i>Pyrgus orcus</i>	0	18	0	3	21
<i>Entheus priassus</i>	0	3	12	1	16
<i>Hyalothyrus infernalis infernalis</i>	1	4	9	2	16
<i>Autochton itylus</i>	0	3	2	8	13
<i>Cogia calchas</i>	1	2	0	8	11
<i>Urbanus simplicius</i>	0	2	0	7	9
<i>Quadrus cerialis</i>	0	1	3	5	9
<i>Autochton zarex</i>	1	1	2	4	8
<i>Heliopetes arsalte arsalte</i>	0	3	0	5	8
<i>Urbanus doryssus doryssus</i>	0	1	4	2	7
<i>Urbanus teleus</i>	0	2	0	4	6
<i>Ouleus fridericus fridericus</i>	0	6	0	0	6
<i>Phanus marshalli</i>	0	0	6	0	6
<i>Urbanus dorantes dorantes</i>	1	2	0	3	6
<i>Astraptes fulgurator fulgurator</i>	0	1*	4	0	5
<i>Autochton longipennis</i>	0	0	2	3	5
<i>Autochton neis</i>	0	0	4	1	5
<i>Pythonides jovianus jovianus</i>	0	2	3	0	5
<i>Augiades crinismus</i>	0	0	3	0	3
<i>Viola violilla</i>	0	1	0	2	3
<i>Pythonides lerina</i>	0	0	2	0	2
<i>Aguna coelus</i>	0	0	2	0	2
<i>Chioides catillus cattilus</i>	0	0	0	2	2
<i>Entheus bombus</i>	0	0	2	0	2
<i>Nisoniades macarius</i>	0	0	1	1	2
<i>Oileides azines</i>	0	0	2	0	2
<i>Phanus ecitonorum</i>	0	0	2	0	2
<i>Typhedanus crameri</i>	0	0	0	2	2
<i>Quadrus deyrollei portulana</i>	0	1	0	0	1
<i>Phanus vitreus</i>	0	0	1	0	1
<i>Udranomia orcinus</i>	0	0	1	0	1
<i>Anastrus obscurus narva</i>	0	1	0	0	1
<i>Astraptes enotrus</i>	0	0	1	0	1
<i>Astraptes sp.</i>	0	1	0	0	1
<i>Chrysoplectrum perna</i>	0	0	1	0	1
<i>Cycloglypha thrasibulus thrasibulus</i>	0	0	1	0	1
<i>Dyscophellus euribates euribates</i>	0	0	1	0	1
<i>Ebrietas anacreon anacreon</i>	0	0	0	1	1
<i>Gorgythion beggina escalophoides</i>	1	0	0	0	1
<i>Marela tamyroides</i>	0	1	0	0	1
<i>Nascus paullineae</i>	0	0	1	0	1
<i>Oileides fenestratus</i>	0	0	1	0	1
<i>Pachineuria sp.</i>	0	0	1	0	1
<i>Phareas coeleste</i>	0	0	1	0	1
<i>Polythrix ceculus</i>	0	1	0	0	1

Cont.

<i>Porphyrogenes sp.</i>	0	0	1	0	1
<i>Pythonides grandis assecla</i>	0	1	0	0	1
<i>Pythonides herennius herennius</i>	0	0	1	0	1
<i>Quadrus fanda</i>	0	1	0	0	1
<i>Salatis salatis</i>	0	0	1	0	1
<i>Spioniades artemides</i>	0	1	0	0	1
<i>Telemiades vanza</i>	0	1	0	0	1
PYRRHOPYGINAE					
<i>Pyrrhopyge proculus cintra</i>	0	0	0	2	2
<i>Pyrrhopyge sp.</i>	0	1	0	0	1

Tabela 2: Riqueza de hesperídeos obtida por coletas padronizadas nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smthsonian I), Manaus, AM. Discriminadas as linhas de interior (I) e borda (B) dos fragmentos e mata contínua.

	1 ha		10 ha		Contínua	
	I	B	I	B	I	B
Colosso	1	7	1	14	0	-
Dimona	0	10	4	12	2	-
Porto Alegre	0	1	0	13	-	-
Cidade Powell	0	1	1	3	-	-
Florestal	-	-	-	-	2	-
Km 41	-	-	-	-	3	3

Tabela 3: Riqueza de hesperídeos obtida por coletas padronizadas e avulsas nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smthsonian I), Manaus, AM.

<b>Reserva</b>	<b>1 ha</b>	<b>10 ha</b>	<b>Mata contínua</b>	<b>Capoeiras</b>
Colosso (Q)	7	38	0	8
Dimona (Q)	10	12	2	5
Porto Alegre (C)	1	13	-	7
Cidade Powell (S)	1	3	-	7
Km 41 (M)	-	-	27	-
Florestal (M)	-	-	16	8

Examinando as áreas segundo a distribuição das espécies em subfamília, exceto para Pyrrhopiginae coletados em número baixo no trabalho como um todo, é possível observar uma tendência no padrão de distribuição entre as espécies de Hesperinae e Pyrginae. Nos fragmentos de 1 hectare foi maior o número de espécies incluídos em Hesperinae, nos fragmentos de 10 hectares o número de espécies foi equitativo entre Hesperinae e Pyrginae, e na mata contínua Pyrginae passa a dominar em número de espécies (Tabela 4).

Tabela 4: Número de espécies por subfamília por tamanho de área entre Pyrginae e Hesperinae.

	<b>1 ha</b>	<b>10 ha</b>	<b>Contínua</b>
<b>Hesperinae</b>	11	21	08
<b>Pyrginae</b>	05	25	19

Na execução do HMDS os fragmentos de 1 e 10 ha Cidade Powell se projetaram graficamente junto às matas contínuas, não sendo apontada diferença significativa na composição de espécies ou separação das reservas em nenhuma das dimensões HMDS<sub>1</sub> ( $F_{2,8}=1,654$ ,  $P_{0,05}=0,250$ ); HMDS<sub>2</sub> ( $F_{2,8}=0,711$ ,  $P_{0,05}=0,520$ ) (Figura 2). A inclusão destas reservas como fragmentos foi propositalmente feita, já que de início não se conhecia que peso teriam a presença das espécies destas áreas. Assim, um segundo escalonamento foi executado, excluindo estas reservas, o que resultou na separação dos fragmentos isolados das áreas de mata contínua por um dos vetores (HMDS<sub>1</sub>) ( $F_{2,6}=13,051$   $P_{0,05}=0,007$ ).

O número de espécies foi variado entre as reservas, mesmo entre as isoladas, sendo as maiores riquezas encontradas nas reservas de 10 ha, exceto na reserva Cidade Powell (Tabela 2 e 3). Esta última apresentou baixo número de espécies, com similaridade mais alta com a reserva de mata contínua Km 41 (Tabela 5).

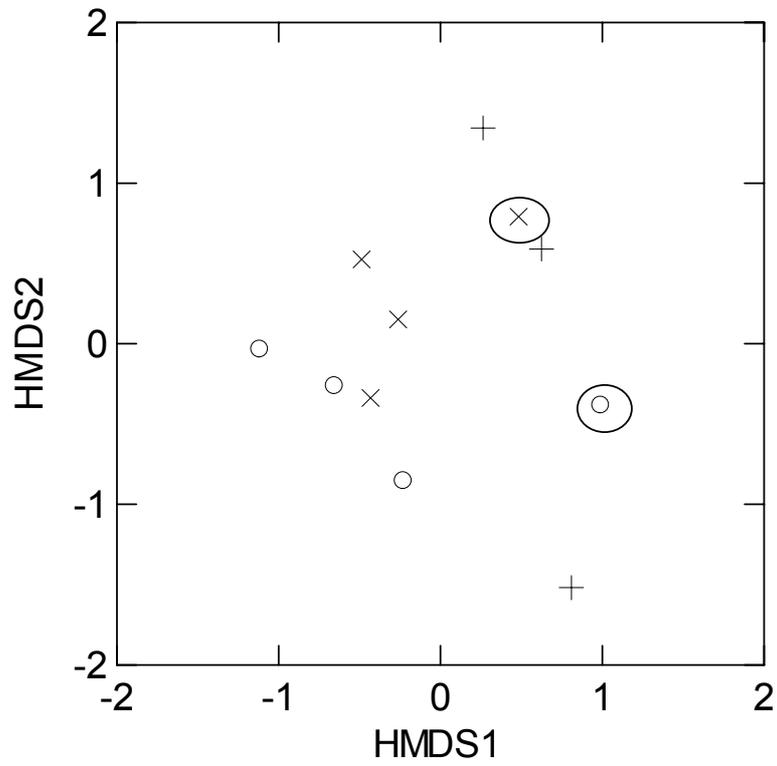


Figura 2. Ordenação das reservas baseada na frequência de espécies de Hesperiidae. (o)=fragmentos de 1 ha; (x)=fragmentos de 10 ha; (+)=mata contínua; símbolos circundados=fragmentos envolvidos pela vegetação secundária.

Tabela 5: Índice de similaridade (Jaccard) entre fragmentos de 1 ha, 10 ha e mata contínua. Col=Colosso; Dim=Dimona; Pa=Porto Alegre; Cp=Cidade Powell; Flo=Florestal; 41=Km 41. Tratamentos: Q=Corte e queima; C=Corte; S=Sem manutenção.

	<b>Coll</b>	<b>Dim1</b>	<b>Pa1</b>	<b>Cp1</b>	<b>Coll10</b>	<b>Dim10</b>	<b>Pa10</b>	<b>Cp10</b>	<b>DimM</b>	<b>FloM</b>
	<b>Q</b>	<b>Q</b>	<b>C</b>	<b>S</b>	<b>Q</b>	<b>Q</b>	<b>C</b>	<b>S</b>		
Coll										
Dim1	0,214									
Pa1	0	0,1								
Cp1	0	0	0							
Coll10	0,166	0,333	0,071	0						
Dim10	0,462	0	0,083	0	0,238					
Pa10	0,111	0,095	0	0	0,174	0,136				
Cp10	0	0	0	0	0,063	0	0,067			
DimM	0	0	0	0	0,066	0	0	0,25		
FloM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
41M	0	0	0	0	0,063	0	0,067	0,5	0,25	0

*Morys compta* (Figura 2 - Anexo) foi a espécie mais abundante, com altos números nas bordas dos fragmentos e ampla distribuição pelas reservas, exceto nos fragmentos de bordas fechadas. *Vehilius inca* só aparece nas bordas, mas nas bordas de mata contínua é duas vezes mais abundante que nas bordas dos fragmentos pequenos. *Anthoptus epictetus*, *Cymaenes alumna*, *Corticea corticea*,

*Callimormus corades* e *Pyrgus orcus*, abundam nas bordas dos fragmentos isolados. No entanto, com exceção de *C. corades*, estas espécies nunca foram coletados nas bordas de mata contínua.

*Entheus priassus* e *Hyalothyrus infernalis infernalis* exploram maior variedade de ambientes, ainda que predominem em mata contínua, sendo nítida a relação da segunda espécie com a presença de plantas floridas. *Hyalothyrus infernalis infernalis* foi coletada visitando flores de *Psychotria iodotricha* (Rubiaceae), freqüentemente em mata contínua, raramente nos fragmentos isolados. Entretanto, nas capoeiras esta planta ocorre em abundância 3 vezes maior, mas não é visitada por esta espécie de borboleta, com himenópteros predominando nas visitas (Obs. Pessoal). Já *Autochton itylus*, presente também na mata, é mais abundante na vegetação secundária (capoeiras) mas não em áreas muito abertas. *Sodalia sodalis* e *Cogia calchas* somente aparecem em ambientes mais alterados, nas bordas de fragmentos, capoeiras até nos campos abertos ligados à pastagem.

#### 4.4 DISCUSSÃO

O número de espécies de borboletas HesperIIDae nesta área é o mais baixo para a Amazônia, observação que deve ser vista com cuidado pois são variadas as particularidades ambientais entre localidades, esforço e diferenças metodológicas (Emmel & Austin, 1990; Mielke & Casagrande, 1991; Robbins *et al.* 1996; Brown & Freitas, 1999). Ainda que seja uma família numerosa, HesperIIDae é pobremente

amostrada e excluída de muitos levantamentos de borboletas. Segundo Overall (2001), HesperIIDae junto com Riodinidae e Lycaenidae ainda contam com problemas taxonômicos que podem dificultar os trabalhos com esses grupos, afastando pesquisadores que poderiam utilizá-los em estudos faunísticos e ecológicos. O fato de serem coletados em baixo número, em relação aos outros grupos, pode excluí-los de estimativas quantitativas (Brown & Hutchings, 1997; Brown & Freitas, 2000). Isto pode ser justificado pela alta taxa de perda nas capturas e pela maioria das espécies não serem facilmente identificáveis nos censos visuais, necessariamente devendo ser coletados para certificação taxonômica (Brown, 1972).

A ocorrência das espécies não parece ser afetada por eventos sazonais, mas a abundância pode ser reduzida nos meses mais quentes e secos, fato que pôde ser observado somente para as espécies mais abundantes. Entretanto, para abordar esta questão são necessários estudos de mais longo prazo.

Produtos usados como iscas mostraram resultados diferentes nesta localidade, ainda que algumas destas iscas tenham tido boa aplicação em outro ponto da Amazônia, como o foi em Rondônia (Austin *et al.*, 1993) e na Amazônia peruana (Lamas *et al.*, 1993). Este resultado, no entanto, é um evento comum (Olaf H.H. Mielke, Robert Robbins, Com. Pessoal), mas ainda desprovido de experimentações sobre quais variáveis seriam responsáveis, além das inerentes aos grupos estudados. Excrementos de aves aglomerados mostram bons resultados, funcionando como fator de agregação, assim como flores ou cursos d'água, onde

podem ser coletadas espécies adicionais à lista (Capítulo 2). No entanto, este recurso também é difícil de ser encontrado em pouco tempo, o que inviabiliza sua utilização nos levantamentos de curto prazo, mas não em oportunos estudos mais longos.

As coletas não padronizadas mas feitas em longas caminhadas e ambientes variados foram mais produtivas qualitativamente que as feitas em transectos fixos, obtendo-se um número de espécies duas vezes maior. Estas coletas, apesar de complementar as informações em termos qualitativos e fornecerem dados sobre a riqueza dos habitats, não têm poder quantitativo e tem seu uso inviabilizado, sobretudo quando se aplicam as ferramentas estatísticas. Um equilíbrio entre os dados padronizados e avulsos poderia ser alcançado com o aumento das amostragens nestas áreas, resultando em uma melhor exploração e detecção mais claras dos padrões exibidos pela comunidade.

A composição da fauna de hesperídeos, bem como a abundância das espécies são afetadas pelo processo de fragmentação, o que havia sido encontrado para outras famílias de borboletas nesta mesma área (Brown & Hutchings, 1997). As borboletas são afetadas sobretudo pelas condições de isolamento e a manutenção exercida sobre estes remanescentes, sendo observadas muitas variações em menor escala ou microambientes, conforme o tratamento que os fragmentos recebem. Por exemplo, as maiores riquezas foram encontradas nos fragmentos que tiveram seu entorno cortado e queimado (Colosso e Dimona). Em número de espécies, o fragmento de 10 ha da reserva Porto Alegre se mostra

equivalente, esperando o mesmo resultado para o fragmento de 1 ha. No entanto, ainda que não tenha havido queima no isolamento, foi queimada cerca de 7 anos mais tarde, plantando capim *Brachiaria* spp. justamente para impedir o crescimento da vegetação secundária. Esta plantação não permitiu que arbustos bem visitados pelos hesperídeos noutros fragmentos tivessem sucesso nestas bordas. Os tratamentos aplicados aos fragmentos não permite uma avaliação estatística pela falta de réplicas, o que pode não ser de grande importância para muitos dos grupos também estudados dentro do PDBFF, mas afetam as coletas de grupos dependentes da vegetação, como as borboletas.

Fragmentos de 10 ha, além de sustentar mais espécies comuns no interior de mata, mostram também as espécies adaptadas aos ambientes mais alterados e diversificados fisicamente, principalmente em relação à luz, umidade e ao tipo de vegetação presente nas bordas, sendo diferentes quanto à riqueza de espécies. Observa-se uma inversão das proporções em número de espécies e número de indivíduos entre as subfamílias Hesperíinae e Pyrginae, com o primeiro grupo sendo dominante nos fragmentos menores, os dois grupos equilibrando-se nos fragmentos de 10 ha, e Pyrginae passando a dominar nas matas contínuas em detrimento de Hesperíinae, encontrados em número baixo de espécies e indivíduos.

Os desbastes necessários à manutenção do isolamento dos fragmentos afetam as coletas, sendo baixas as capturas ou mesmo a simples observação logo em seguida aos cortes. Em curto tempo a fauna é rapidamente incrementada

devido ao crescimento de novas plantas e flores e estas alterações sobre a produtividade das coletas poderia ser diminuída evitando-se estes períodos, quando possível.

A recolonização por espécies especialistas de borda é observada quando a vegetação é restaurada em bordas de estradas depauperadas (Ries *et al.*, 2001). No PDBFF as espécies consideradas especialistas de borda, por serem comuns nestes ambientes – mas são de mata também, são os hesperíneos *Morys compta*, *Vehilius* spp., *Anthoptus epictetus*, *Corticea corticeae*, *Cymaenes* spp; e em menor número pirgíneos como *Pyrgus orcus* e *Urbanus* spp. O efeito de borda pode favorecer a capacidade reprodutiva de borboletas, ampliando a área de deslocamento de adultos e melhorando o desenvolvimento de lagartas pela oferta de novos recursos (Cappuccino & Martin, 1997). Como consequências à longo prazo, estes favorecimentos podem causar explosões populacionais e já que algumas das espécies também são encontradas dentro dos fragmentos, podem alterar a composição de espécies original. Este fato, no entanto, não pôde ser detectado neste estudo, já que exige um acompanhamento de longo prazo e estudos de dinâmica populacional.

Há um efeito de tamanho de área, dado pela maior tendência de proximidade entre a composição dos fragmentos de 10 ha e mata contínua, ainda que a riqueza de espécies tenha sido superior nos fragmentos de 10 ha, pelas espécies dos ambientes de transição. Observa-se um número baixo de espécies, tanto nos fragmentos de 1 ha como na mata contínua, o primeiro podendo ser

explicado pelo menor tamanho e maior efeito das bordas, sendo insuficientes para permitir mais espécies de interior de mata, possível nos fragmentos de 10 ha, além das adaptadas aos ambientes abertos. Assim, não só o fator tamanho é determinante, mas uma combinação do tamanho e tratamento de uso do solo dado a área circundante.

Nas áreas de mata a baixa captura pode estar relacionada, embora sem evidências experimentais, à abundância de recursos rareando as possibilidades de encontro, se não considerados recursos que permitam maior agregação como plantas floridas ou bandos de pássaros. Além disso deve ser lembrado que os hesperídeos podem ser mais abundantes nos estratos mais altos da vegetação, sendo diferentemente distribuídos verticalmente. A estratificação vertical não foi um aspecto explorado neste estudo, mas é mostrado por borboletas frugívoras, como um fator importante na distribuição local de várias espécies (De Vries, 1988), o que também poderia afetar as taxas de coleta.

A maior intensidade de luz nas bordas parece determinante, seja controlando a vegetação, propiciando o crescimento de espécies e recursos florais, ou diretamente sobre as borboletas. Segundo De Vries (1988), para insetos diurnos como borboletas, luz é mais importante que fatores relacionados de temperatura e umidade para explicar padrões de estratificação, supondo similares condições do recurso alimentar. Luz também é o fator determinante diferenciando microhabitats dentro da floresta, proporcionadas por clareiras naturais ou provocadas por corte seletivo propiciando uma variedade de intensidades de luminosidade com

significativas variações sobre a abundância de algumas espécies (Hill, 1999; Lewis, 2001). Diferenças na riqueza de espécies em florestas exploradas por corte seletivo e não exploradas não são notórias, pois as espécies podem ser capturadas nos dois tipos de ambientes (Lewis, 2001) mas à longo prazo podem ser encontradas mudança na composição de espécies e diminuição da diversidade em florestas que sofrem este tipo de intervenção (Hill *et al.*,1995).

Devem ser salientadas as condições de “antigo isolamento” e “atual reintegração” das reservas Cidade Powell, já envolvidas pela vegetação secundária em avançado estágio de sucessão e por isso bem sombreadas e conectadas à mata contínua. Estes fragmentos, além de não apresentarem bordas ricas em espécies de Hesperiidae como os outros de mesmo tamanho, apresentam espécies que são mais comuns em mata contínua. O mesmo padrão é encontrado para os hesperídeos que acompanham formigas de correição e pássaros seguidores, sendo coletadas abundantemente espécies características de mata primária. Nas bordas destes fragmentos o crescimento da vegetação secundária permite que eles sejam suficientemente conectados à mata, possibilitando que as espécies mais sensíveis à fragmentação alcancem e voltem a utilizar áreas anteriormente isoladas.

Estudos sobre comunidades podem mostrar padrões gerais em relação às condições ambientais, no entanto muitas investigações sobre as populações são necessárias para avaliar o quanto estes efeitos podem agir sobre as espécies ou sobre as interações desenvolvidas por estas. Noutras localidades, o grupo vem sendo mais estudado, já é possível encontrar espécies de Hesperiidae listadas como

ameaçados (Casagrande & Mielke, 1992; Brown, 1996b), mas pouco se conhece da fauna amazônica para abordar tal aspecto necessitando de um esforço maior de coleta.

## Capítulo 5:

# FORMIGA-DE-CORREIÇÃO/AVES SEGUIDORAS/ BORBOLETAS HESPERIIDAE: UM SISTEMA INTERESPECÍFICO AFETADO PELA MUDANÇA DA PAISAGEM

### *Resumo:*

*Colônias de *Eciton burchelli* foram encontradas fora dos ambientes de floresta primária, nidificando e caçando em áreas de pastagem e vegetação secundária (capoeira) em diversos graus de desenvolvimento sucessional (idade). Nestes ambientes borboletas (Hesperiidae) foram amostradas, tendo como condição básica a presença de *E. burchelli*, usando rede entomológica. Estes resultados foram comparados aos levantamentos obtidos em floresta primária de mata contínua. As idades das capoeiras foram estimadas por análise de imagem de satélite Landsat, agrupando-as em 3 categorias: Capoeira velha (<20 anos); capoeira intermediária (10-12 anos); capoeira jovem (1-2 anos). Cento e treze dias em mata contínua para 110 nas capoeiras foi o esforço usado na procura das colônias de formiga. Trinta e*

*nove colônias foram amostradas na mata, com 35 espécies de hesperídeos; 2 em capoeira velha (6 espécies), 3 em capoeira intermediária (5 espécies) e 2 em capoeiras jovens (nenhum hesperídeo coletado ou observado). As aves foram observadas nas capoeiras velhas em composição de espécies similar à da mata contínua, nas capoeiras intermediárias há diferenças mostradas conforme a composição e intensidade de uso. Assim, em pontos onde as capoeiras são envoltas por área de pastagem foram observadas aves de espécies que seguem as formigas facultativamente. Na mesma categoria de idade mas ligadas com capoeiras mais velhas foram observadas as aves seguidoras obrigatórias de porte pequeno e espécies facultativas, não sendo observados dendrocolaptídeos trepadores de tronco. Finalmente nas capoeiras jovens não foi observada qualquer espécie de ave. Embora um número de observações maior seja necessário, este estudo sugere que há um padrão de recomposição faunística conforme a vegetação avança em sua dinâmica sucessional após a área ser desmatada. O tratamento (uso da terra) que a área desmatada recebe guia a composição de espécies pioneiras, mostrando a importância das capoeiras de cecropia como corredores entre os remanescentes florestais pequenos ou contínuos.*

Palavras-chave: formiga-de-correição, aves-seguidoras-de-formigas, borboletas, mudanças da paisagem.

*Abstract:*

*Colonies of Eciton burchelli had been found outside of environments of primary forest, in a composed matrix for pasture and secondary vegetation (capoeira) in diverse degrees of sucesional development (age). In these surrounding skippers (Hesperiidae) they had been collected, having as basic condition the presence of E. burchelli, using butterfly net. These results had been compared with the surveys gotten in primary forest of continuous forest. The ages of the capoeiras had been estimated by analysis of image of Landsat satellite, grouping them in 3 categories: Old Capoeira (< 20 years); intermediate capoeira (10-12 years); young capoeira (1-2 years). One hundred and thirteen days in continuous forest for 110 in the capoeiras it was the used effort in the search of the ant colonies. Thirty and nine colonies had been showed in the forest, with 35 species of skippers; 2 in old capoeira (6 species), 3 in intermediate capoeira (5 species) and 2 in young capoeiras (no collected or observed skipper). The birds had been observed in the old capoeiras in composition of similar species to the one of the continuous forest, in the intermediate capoeiras it has shown differences as the composition and intensity of use. Thus, in points where the capoeiras are rounded for pasture area birds of species had been observed that follow the ants facultatively. In the same on category of age but with older capoeiras the small obligate antfollowing birds and had been observed facultative species, not being observed Dendrocolaptidae in trunks. Finally in the young capoeiras any species of bird was not observed. Although a bigger number of observation is necessary, this study it suggests that it has a standard of faunistic recomposition as the vegetation advances in its sucesional dynamics after the area to be deforested. The treatment (use of the land) that the deforested*

*area receives guide the composition from pioneering species, showing the importance of the capoeiras of cecropia as corridors between the small or continuous forest remnants.*

## 5.1 INTRODUÇÃO

O processo de fragmentação florestal decorrente das atividades de desmatamento implica não só em perda de habitat como no isolamento dos remanescentes florestais (Noss & Csuti, 1997). As alterações nos elementos da paisagem podem afetar as populações animais e vegetais em diferentes direções e intensidades, como produto das características das espécies e escala considerada (Metzger, 2000). Deste modo, a influência pode se dar sobre os organismos individualmente, mudando a composição de espécies e abundância, mudando a estrutura das comunidades, até comprometer os processos advindos das interações entre as várias espécies (Lovejoy *et al.*, 1986; Offerman *et al.*, 1995; Didham *et al.*, 1996; Thomas, 2000; Murcia, 2002).

As florestas tropicais são mantidas por múltiplas e intrincadas redes de ligações interespecíficas (Janzen, 1970), desenvolvidas por um número de organismos estruturados por múltiplos vetores ambientais constituindo um dinâmico sistema de interações (Tilman & Pacala, 1993). Perturbações naturais como a formação de clareiras e ataques predatórios fazem parte desta dinâmica, promovendo esta diversidade de microhabitats (Armesto *et al.*, 1986), mas perturbações que excluam componentes chaves destas interrelações, podem afetar o sistema como um todo. Assim, processos de extinção em cadeia podem ser iniciados quando as perturbações ambientais atingem espécies que desempenham funções importantes na estrutura do ecossistema, devido à sua posição trófica,

produção de recursos alimentares ou outras interações que afetam as estruturas das comunidades (Meffe *et al.*, 1994; Murcia, 2002). Entre estas espécies estão muitos grupos de invertebrados responsáveis pela predação, dispersão, polinização, decomposição e ciclagem de nutrientes (Didham *et al.*, 1996).

A formiga-de-correição neotropical *Eciton burchelli* (Hymenoptera; Formicidae: Ecitoninae) é um predador de topo de cadeia comum nas florestas neotropicais (Schneirla, 1971; Gotwald, 1982). A passagem de seus enxames de caça afeta as populações de artrópodes criando um mosaico em diferentes níveis de recomposição de presas, o que mantém a diversidade de espécies principalmente da fauna de solo (Franks, 1982; Franks & Bossert, 1983; Vieira & Höfer, 1998). Esta espécie de formiga integra sistemas de associações interespecíficas, junto com organismos seguidores que se beneficiam oportunisticamente de sua atividade. Este sistema de associações é quebrado pela fragmentação florestal com repercussões ainda não esclarecidas para a manutenção dos ecossistemas (veja Capítulo 2).

*Eciton burchelli* tem sido apontada como vulnerável à fragmentação florestal (Willis & Oniki, 1978; Lovejoy *et al.*, 1986; Boswell *et al.*, 1998), onde o desmatamento afetaria a disponibilidade de presas e de sítios adequados para instalação de seus ninhos, aumentando os riscos principalmente para as formas jovens das colônias (Willis & Oniki, 1992). Entretanto, esta espécie tem mostrado poder utilizar áreas perturbadas antropicamente, inclusive submetidas a tratamentos culturais (Stouffer & Bierregaard, 1995; Roberts, 2000). *E. burchelli* também é

encontrada em fragmentos isolados de 10 ha de mata primária, onde podem caçar e nidificar, mas sua presença em fragmentos pequenos é significativamente menor que nas florestas contínuas (Sekercioglu *et al.*, 2002). No máximo em 3 dias abandonam o fragmento, cruzam a vegetação secundária em diferentes estágios de sucessão, até alcançar a mata contínua novamente (Capítulo 2).

Outro aspecto importante no âmbito da conservação é a relação destas correições com os grupos oportunistas. Nesta relação destacam-se aves, pois configura-se na história natural de algumas espécies a evolução de oportunistas a um comportamento especialista no uso desta fonte alimentar. As aves são representadas principalmente por *Thamnophilidae* e *Dendrocolaptidae*, as quais aproveitam da estratégia de caça usada por estas formigas, obtendo grande parte de suas presas favorecidos pelo movimento dos enxames (Willis & Oniki, 1978), muitas sendo encontradas somente na presença das formigas (Wilson, 2004).

A comunidade de aves tem sido intensivamente estudada nas áreas do PDBFF (Lovejoy *et al.*, 1983; Stotz & Bierregaard, 1989; Cohn-Haft *et al.*, 1997), onde as espécies de aves insetívoras dominam o estrato de subbosque. Este grupo apresenta espécies insetívoras que podem ser divididas em três guildas: os forrageadores solitários; os de bandos mistos; e os de bandos mistos seguidores-de-formigas-de-correição (Powell, 1985; Bierregaard, 1990; Stouffer & Bierregaard, 1995).

Segundo Cohn-Haft *et al.*, (1997), nove espécies de aves seguem regularmente as formigas de correição nas reservas do PDBFF, com 3 espécies de aves *seguidoras*

*obrigatórias* ou *profissionais* e um número variável de espécies de *seguidoras facultativas* (Tabela 1). Outras espécies podem aparecer menos comumente nos carreiros de formiga como *Formicarius analis*, *Formicarius colma*, *Myrmeciza ferruginea*, outros arapaçus (Willis & Oniki, 1992; Cohn-Haft, Com. pessoal).

Tabela 1: Espécies de aves seguidoras regulares de formigas-de-correição nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Manaus - AM.

<b>SEGUIDORES OBRIGATÓRIOS</b>
<i>Pithys albifrons</i> (Thamnophilidae)
<i>Gymnopithys rufigula</i> (Thamnophilidae)
<i>Dendrocincla merula</i> (Dendrocolaptidae)
<b>SEGUIDORES FACULTATIVOS</b>
<i>Hylophylax poecilinota</i> (Thamnophilidae)
<i>Percnostola rufifrons</i> (Thamnophilidae)
<i>Dendrocolaptes picumnus</i> (Dendrocolaptidae)
<i>Dendrocolaptes certhia</i> (Dendrocolaptidae)
<i>Hylexetastes perrotii</i> (Dendrocolaptidae)
<i>Dendrocincla fuliginosa</i> (Dendrocolaptidae)

Adaptado de Cohn-Haft *et al.*, 1997.

Esta guilda apresenta espécies muito sensíveis à fragmentação florestal, sendo as primeiras a desaparecerem após o corte e isolamento de fragmentos pequenos (Lovejoy *et al.*, 1986; Harper, 1989). As espécies de *seguidores profissionais*, são frequentemente capturadas em redes de neblina e respondem fortemente ao uso de “play-back”, o que tem permitido realizar o monitoramento destas espécies

e verificar seu retorno após o terceiro ano, nos fragmentos envolvidos pela vegetação secundária (Borges, 1995; Stouffer & Bierregaard, 1995). São ainda capazes de discriminar e usar distintamente elementos diversos da matriz circundante, conforme o tipo de capoeiras, segundo sua composição e idade (Borges & Stouffer, 1999; Antogivanni, 2001). Respondem negativamente ao efeito de borda, mesmo sendo muito móveis no interior de mata, têm sua mobilidade reduzida em ambientes abertos (Laurance, 2001).

O fator área de habitat é documentado como responsável pela extinção de aves (Willis, 1979; Bierregard & Lovejoy, 1989), mas o componente, “habilidade de dispersão” parece ser preponderante sobre as distribuições deste grupo de aves (Sekercioglu *et al.*, 2002). Esta habilidade de dispersão pode ser guiada por fatores extrínsecos como efeito de borda (Develey & Stouffer, 2001; Laurance, 2001), configurados por fatores como estrutura da vegetação (Borges, 1995), gradientes de umidade (Kaar & Freemark, 1983) e exposição aos predadores que ocorrem nas copas e áreas abertas, conseqüentemente mais hábeis nestes ambientes que as aves de interior de floresta (Hilty & Brown, 1986). Também pode se dar em função de fatores intrínsecos à conquista e ao translocamento por novos habitats, onde são mostradas reações fisiológicas e comportamentais por parte das espécies, (Greenberg, 1983; 1989; Stratford & Stouffer, 1999 a e b) as quais podem determinar a resistência que estas mostrarão as novas condições ambientais.

Um terceiro elemento no sistema interespecífico é representado por borboletas que usam excrementos animais como recurso alimentar (Downes, 1973) e alguns

grupos, destacando Hesperiiidae, podem ser coletados junto aos enxames de formigas-de-correição utilizando os excrementos deixados pelas aves seguidoras como fonte de nutrientes (Ray & Andrews, 1980; Lamas, 1983; Austin *et al.*, 1993; veja Capítulo 2).

A família Hesperiiidae é afetada pela fragmentação florestal, apresentando espécies distribuídas em um gradiente de necessidades ambientais, com espécies restritas aos habitats de floresta, outras equivalentemente encontradas em ambientes fechados e abertos, e as que preferencialmente ocupam áreas abertas e bordas de floresta (veja Capítulo 4). Um padrão semelhante pode ser visto quanto ao hábito alimentar, com dominância do hábito coprofágico entre espécies de Pyrginae, com algumas espécies mostrando alta preferência por este tipo de recurso e de ocorrência fortemente relacionada com a presença de *Eciton burchelli* (veja Capítulo 2 e 3).

Os capítulos anteriores, componentes deste estudo, trataram de descrever como hesperídeos se comportam, como grupo participando de uma associação interespecífica envolvendo “Formiga-de-correição/Aves seguidoras/Borboletas Hesperiiidae”, quais os padrões apresentados pela comunidade de borboletas fora deste sistema e como as borboletas são afetadas nestes dois níveis pela fragmentação florestal. As formigas-de-correição, usadas como base nestes estudos, foram observadas não só nas áreas de mata contínua como nos fragmentos isolados, portanto passando pelas áreas que foram desmatadas. Sendo *Eciton burchelli* capaz de se deslocar entre áreas de mata primária e áreas de mata

secundária, o objetivo deste trabalho foi avaliar a presença destas borboletas nas áreas desmatadas, agora num gradiente de recomposição da floresta, tendo como condição primária a presença de *E. burchelli* em efetiva atividade de caça, seguida pela guilda de aves seguidoras.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O trabalho foi realizado entre fevereiro/2001 a fevereiro/2003, nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (para descrição veja Capítulo 2). Na área do PDBFF os remanescentes florestais são envolvidos por uma matriz inter-habitats heterogênea, constituída por pastagem, vegetação secundária (capoeiras), com solo exposto somente nas estradas. Na escala de abordagem usada neste capítulo, a matriz agora passa a ser a floresta contínua.

Durante o processo de implantação das reservas, as áreas circundantes aos fragmentos foram desmatadas e substituídas por *Brachiaria* sp. para pastagem de gado, e alguns pontos ainda sofrem queimadas pelos fazendeiros. Na área total das fazendas há capoeiras de diferentes idades, desde pastos recém abandonados até capoeiras com mais de 20 anos de sucessão. A composição florística é variável, com dominância de espécies pioneiras relacionadas a intensidade de queimas e/ou cultivos feitos no passado. Assim, em áreas com maior número de queimas há

predominância de *Vismia* spp., seguido por *Bellucia* sp.; onde não houve queima nota-se a predominância de *Cecropia* sp. Capoeiras mistas se formam em áreas que sofrem queimadas poucas vezes, onde além das espécies pioneiras dominantes citadas podem ter *Miconia* sp. e *Bellucia* sp.. Como menos dominantes, mas frequentes, aparecem os gêneros *Goupia* sp., *Croton* sp. e *Laetia* sp. (Moreira, 2003).

#### *Ambientes usados por colônias de Eciton burchelli*

A presença da formiga-de-correição *Eciton burchelli* foi condição básica para seguir com a amostragem de hesperídeos e foi estimado o sucesso de encontro das colônias, baseado no número de visitas e número de encontros por visita, nos diferentes ambientes. A procura por colônias das formigas e as coletas de borboletas em mata primária são descritas no Capítulo 2. Nas capoeiras, as colônias foram procuradas por caminhadas entre as reservas de mata primária e ao redor destas. Cento e treze dias foram dedicados à procura de *E. burchelli* em mata contínua e 110 dias em capoeiras, sem distinção de idades, pois num mesmo dia de busca vários tipos de capoeiras puderam ser inspecionados. Os locais onde as formigas foram encontradas caçando, conseqüentemente foram os pontos de amostragens de borboletas nas capoeiras. Estes locais foram categorizados segundo idade, posteriormente estimadas por análise de uma série temporal de imagens TM dos satélites Landsat 5 e 7 e informações secundárias (Moreira, 2003).

### *Amostragem de hesperídeos*

Assim como efetuado nas áreas de mata primária (Capítulo 2), as coletas e observações de hesperídeos foram feitas ao longo dos carreiros de caça de *E. burchelli*, tendo como foco de agregação os excrementos de aves, quando encontrados. O esforço por colônia foi de 5 horas em média e nas capturas somente utilizou-se rede entomológica. Não fez parte do objetivo principal deste estudo avaliar a guilda de aves seguidoras-de-formiga, contando com todos os estudos realizados na mesma área, mas foram feitas algumas observações em períodos de baixa atividade das borboletas.

## **5.3 RESULTADOS**

O sucesso de encontro das colônias foi de 30 a 35% em mata contínua (113) e 6% nas capoeiras (110). É importante aqui ressaltar que as procuras nas capoeiras foram também afetadas pelo maior grau de dificuldade de acesso e movimentação do observador. A variação foi encontrada nas diferentes áreas de mata contínua, sendo a estimativa mais baixa para a reserva com maior número de trilhas. Colônias de *Eciton burchelli* foram encontradas na mata contínua e em capoeiras de diferentes idades e composição florística; não sendo consideradas as diferenças florísticas, as capoeiras amostradas foram enquadradas em 3 grupos: Capoeira Velha ( $\leq 20$  anos); Capoeira Intermediária (10-12 anos); Capoeira Jovem (1-2 anos).

Trinta e nove colônias foram amostradas em mata contínua, 2 em capoeiras velhas, 3 em capoeiras intermediárias e 2 em capoeiras jovens. O esforço de amostragem foi de 5 horas nas capoeiras, variando entre 3 e 8 horas na mata contínua. Embora as formigas tenham caçado nas capoeiras jovens, nenhuma borboleta foi observada neste tipo de vegetação.

Trinta e nove espécies de HesperIIDae foram coletadas junto aos enxames e carreiros de *E. burchelli*, sendo 35 espécies coletadas na mata e 7 espécies nas capoeiras, com número decaindo conforme a idade (5 na capoeira velha, 4 nas capoeiras intermediárias e zero nas capoeiras jovens). (Tabela 2).

Tabela 2: Lista de espécies de boboetas Hesperiidæ coletadas juntos aos carreiros de *Eciton burchelli*. Número de indivíduos em áreas de mata contínua de terra firme (M); Capoeira Velha (CV); Capoeira Intermediária (CI); Capoeira jovem (CJ).

<b>Espécie</b>	<b>M</b>	<b>CV</b>	<b>CI</b>	<b>CJ</b>
<i>Tarsoctenus papias</i>	70	0	0	0
<i>Tarsoctenus praecia rufibases</i>	68	0	0	0
<i>Chrysoplectrum perniciosus perniciosus</i>	10	1	1	0
<i>Pyrrhopyge proculus Cintra</i>	8	1	1	0
<i>Polythrix ceculus</i>	5	0	0	0
<i>Phanus vitreus</i>	4	0	0	0
<i>Entheus bombus</i>	3	0	0	0
<i>Hyalothyryus infernalis infernalis</i>	2	1	0	0
<i>Astraptus apastus apastus</i>	2	0	0	0
<i>Chrysoplectrum pervivax</i>	2	0	0	0
<i>Myrinia santa monka</i>	2	0	0	0
<i>Pyrdalus corbulo corbulo</i>	2	0	0	0
<i>Telemiades delalande</i>	2	0	0	0
<i>Urbanus pronta</i>	2	0	0	0
<i>Xenophanes tryxus</i>	2	0	0	0
<i>Antigonus erosus</i>	1	0	0	0
<i>Astraptus fulgerator fulgerator</i>	1	0	0	0
<i>Astraptus janeira</i>	1	0	0	0
<i>Autochton itylus</i>	1	0	0	0
<i>Autochton neis</i>	1	0	0	0
<i>Chrysoplectrum perna</i>	1	0	0	0
<i>Clito zelotes</i>	1	0	0	0
<i>Clito aberrans</i>	0	1	0	0
<i>Elbella azeta azeta</i>	1	0	0	0
<i>Elbella blanda</i>	1	0	0	0
<i>Elbella etna</i>	0	0	1	0
<i>Entheus eumelus</i>	1	0	0	0
<i>Entheus priassus</i>	1	0	0	0
<i>Gorgythion begga pyralina</i>	1	0	0	0
<i>Oileides vulpinus guaianensis</i>	1	0	0	0
<i>Phanus ecitonorum</i>	1	0	0	0
<i>Polythrix metallensces</i>	1	0	0	0
<i>Pythonides limaea</i>	1	0	0	0
<i>Quadrus deyrollei portulana</i>	1	0	0	0
<i>Urbanus doryssus doryssus</i>	1	0	0	0
<i>Urbanus velinus</i>	1	0	0	0
<i>Aethilla echina</i>	1	0	0	0
<i>Anastrus oblicua</i>	0	1	0	0
<i>Cobalus calvina</i>	0	0	1	0
<b>Total</b>	<b>204</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

Número de amostras: Mata =39; Capoeira Velha=2; Capoeira Intermediária=3; Capoeira Jovem=2.

As espécies *Tarsoctenus praecia rufibasis* e *Tarsoctenus papias* foram as espécies mais abundantes nas coletas e foram coletadas exclusivamente em floresta primária. Quatro espécies foram coletadas na mata e nas capoeiras: *Hyalotyris infernalis infernalis* e *Astrartes fulgerator* foram detectadas em mata e em capoeira velha, aparentemente mais exigente que as espécies *Chrysoplectrum perniciosus perniciosus* e *Pyrrhopyge proculus cintra* que chegam até as capoeiras intermediárias, mas mostram decrescente abundância em direção aos ambientes mais jovens. Outras espécies foram observadas nas capoeiras velhas como *Astrartes* sp. e *Pythonides* sp. No entanto, não sendo possível obter identificação precisa somente por observação visual, para estas e para outros espécimes enquadrados em grupos de grande semelhança morfológica, são consideradas somente as borboletas observadas com efetiva captura.

Não foi objetivo deste trabalho avaliar a guilda de aves-seguidoras-de-formigas, mas durante as coletas de borboletas foram feitas algumas observações sobre espécies recorrentes, e por isso citadas aqui. *Galbula albirostris* (Galbulidae) foi observado em mata contínua sobre os carreiros de *E. burchelli*, onde ficou empoleirado entre 2 e 3 metros de altura, permanecendo por mais de 10 minutos em uma das observações.

*Pernostola rufifrons* (Thamnophilidae) foi tão presente sobre as correições de formigas quanto os seguidores obrigatórios *Pithys albifrons* e *Gymnopithys rufigula* (Thamnophilidae), por vezes mais agressivo que os dois, e em algumas vezes

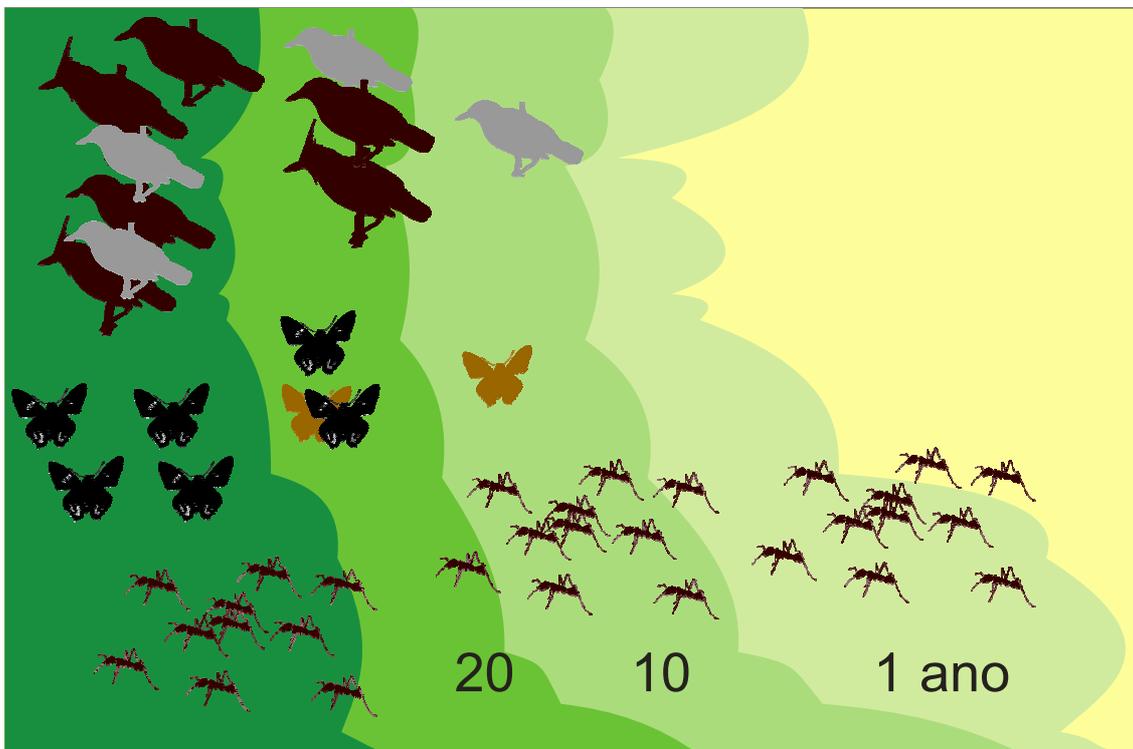
foram observados forrageando sozinhos - o casal - quando os obrigatórios se afastavam para outras extensões dos carreiros, mas sempre frequentou os carreiros centrais, assim como os seguidores obrigatórios. *Hylophylax poecilinota* esteve por um intervalo grande de tempo em uma ocasião em que duas colônias de *E. burchelli* se encontraram. Nesta os seguidores obrigatórios e alguns dos facultativos se deslocaram para a segunda colônia enquanto *H. poecilinota* permaneceu nos carreiros centrais e sempre pousado entre meio e um metro de altura em poleiros verticais.

Nas capoeiras de 20 anos de sucessão foram observadas colônias grandes, carregando muitas e variadas presas. As capoeiras velhas parecem conter bandos de aves seguidoras de formigas com composição de espécies e número de indivíduos aproximados ao que se encontra na mata contínua. Nas capoeiras velhas foram observados vários pares de *Pithys albifrons* e *Gymnopithys rufigula* forrageando sobre a mesma correição. Os bandos em capoeiras apresentaram as espécies de aves seguidoras obrigatórias, mas o número de indivíduos pareceu menor do que na mata primária.

Capoeiras mais novas (10 a 12 anos) apresentaram menos espécies, onde não foram vistos os forrageadores trepadores de tronco (Dendrocolaptidae). As 2 capoeiras intermediárias apresentaram resultados bem diferentes, condizentes com sua formação. As formigas foram encontradas em uma capoeira de aproximadamente 12 anos, de composição florística mista, mas ligada à capoeiras

mais velhas. Foram observadas pelo menos duas das espécies de aves seguidoras profissionais, mas com dominância das espécies facultativas como *Percnostola rufifrons* e *Hylophylax poecilinota* (Thamnophilidae). Na reserva Colosso, a capoeira de aproximadamente 10 anos é mista mas muito aberta, e mescla-se em prolongamentos para dentro da pastagem, respondendo ao mesmo padrão mostrado pelo fogo. Ao redor há grandes extensões de pastagem e também *Vismia* sp. Os grupos de aves foram pequenos, com correições mais exploradas por espécies de aves seguidoras não profissionais, com um casal de *Percnostola rufifrons* observado durante todo o dia de forrageio das formigas nestas capoeiras.

Por fim, nas capoeiras jovens assim como foi observado para as borboletas, não foi observada nenhuma espécie de ave seguindo os carreiros de formigas-de-correição, em até 5 horas de observação. As colônias nidificaram nas 3 categorias de capoeiras, usando como sítios troncos podres e ocos, as vezes troncos de árvores queimadas, buracos naturais em árvores ainda vivas e sob raízes escora de *Cecropia* sp. Sintetizando o padrão mostrado pelo sistema interespecífico nos diferentes habitats, quanto mais velha a capoeira, maior a complexidade do sistema, com composição próxima ao encontrado na mata contínua, menor grau nas capoeiras jovens onde somente as formigas são observadas (Figura 1).



mata

capoeira

Figura 1: Padrão apresentado pelos elementos do sistema interespecífico Formiga-de-correição/Aves seguidoras/Borboletas Hesperiiidae; sequência decrescente da mata contínua para capoeira jovem. Aves em preto: seguidoras obrigatórias; aves em cinza: seguidoras facultativas. Borboletas em preto: espécies comuns em mata contínua; borboletas em caramelo: espécies comuns nas capoeiras.

## 5.4 DISCUSSÃO

### *As borboletas*

A comunidade de borboletas HesperIIDae é afetada pela fragmentação florestal, onde um padrão de distribuição é revelado entre as subfamílias (v. Capítulo 4). O número de espécies coletadas na presença de *Eciton burchelli* representa cerca de 34% do total de HesperIIDae coletados nas reservas do PDBFF, onde pyrgíneos se alimentam preferencialmente de excrementos de aves e as duas espécies de *Tarsoctenus* coletadas abundantemente nunca foram observadas utilizando outros recursos (veja Capítulo 2).

A forte relação entre Pyrginae e a ocorrência de formigas-de-correição encontrada aqui, também foi encontrada em Rondônia, onde mais de 70% das espécies deste grupo foram coletadas entre os carreiros (Austin *et al.*, 1993). Estes resultados podem indicar uma relação entre o tipo de substrato utilizado como alimento e o volume do corpo das borboletas, onde fontes de proteínas, aminoácidos e nitrogênio proporcionam nutrientes, que incorporados sustentam corpos maiores em massa muscular (Hall & Willmott, 2000). No entanto, embora haja registros de várias espécies de lepidópteros se alimentando sobre excretas animais a fisiologia destes consumidores e entendimento dos nutrientes assimilados precisam ser melhor estudadas (Norris, 1936; Gilbert & Singer, 1975; Hall *et al.*, 2000).

Pyrginae, mesmo independente da relação com as formigas, diminuem da mata contínua para as áreas menores ou mais abertas, enquanto Hesperinae de poucos na mata aumentam para as áreas abertas, principalmente em relação à composição de espécies. As espécies das áreas abertas (principalmente hesperíneos) se alimentam preferencialmente de flores, por sua vez mais abundantes onde há maior luminosidade. Nas bordas das reservas e nas capoeiras são vistas muitas flores de Verbenaceae (*Lantana*, *Aegiphila* e *Stactarpheta*) (R. Vieira Obs. Pessoal).

As espécies de Pyrginae que utilizam flores não respondem da mesma forma; há espécies do subbosque que são mais abundantes em ambientes abertos; *Psychotria iodotricha*, por exemplo ocorre em abundância 3 vezes maior nas capoeiras, no entanto *Hyalothyrus infernalis* utiliza frequentemente as flores dentro da mata fechada, também nas capoeiras intermediárias, mas desaparecem dos ambientes mais abertos, mesmo com muitas plantas. Este padrão também é visto em termos de número de espécies de pyrgíneos que se alimentam de excrementos, mostrado pelo decrescente número de espécies na presença das formigas e aves seguidoras, indicando que além do recurso, borboletas deste grupo também são limitadas por outros fatores ambientais.

A ecologia de lepidópteros deve compreender os hábitos alimentares, tanto dos adultos como das lagartas, e as duas formas podem viver no mesmo sítio ou em ambientes diferentes (Chew *et al.*, 1984). Neste estudo não foi feita qualquer

observação sobre hesperídeos imaturos, mas estudos feitos na Amazônia por Moss (1949) disponibilizam informações sobre planta-alimento de várias espécies coletadas em Manaus. Para *Tarsoctenus*, o gênero que compreende as duas espécies mais abundantes coletadas no sistema formiga/aves, há registro de *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae) (Moss, 1949), uma árvore que ocorre em clareiras no meio da mata, mas com maior frequência nas capoeiras ou bordas de mata (Ribeiro *et al.*, 1999). Nas reservas do PDBFF há registro de lagartas de *Hyalothyris infernalis* e *Chrysoplectrum perovivax* comendo *Tachigalia myrmecophila* (Caesalpinaceae), o primeiro como herbívoro mais frequente (Fonseca, 1991).

Pyrrhopiginae foi raramente coletada neste estudo, com poucos indivíduos de *Pirrhopyge* e *Eubella*. Esta subfamília apresenta espécies muito específicas quanto a planta hospedeira, e mais especialistas na utilização de habitats que os Pyrginae. Além disso, são vistos voando de 2 a 10 metros do chão (Burns & Janzen, 2001), mais alto que a faixa acessível observada neste trabalho, e talvez por estes fatores tenham sido pobremente coletados. É provável que suas lagartas se alimentem de *Vismia* (O. H. H. Mielke, Com. Pessoal), como é descrito para outras espécies destes gêneros (Moss, 1949). Como há capoeiras ricas em *Vismia* entre as reservas estudadas, poderia ser esperada uma coleta mais produtiva deste grupo. No entanto, neste grupo os adultos não são usualmente observados onde suas lagartas ocorrem (Burns & Janzen, 2001).

### *Formigas-de-correição e as aves seguidoras*

A formiga-de-correição *Eciton burchelli*, comum nas florestas de mata contínua, atravessa fragmentos pequenos, e também usa outros elementos da paisagem que cercam estes remanescentes. Nestes três ambientes as colônias foram observadas caçando e nidificando (veja Capítulo 2). No entanto, mesmo havendo registros de *E. burchelli* fazendo uso das áreas alteradas entre as reservas do PDBFF, pouco se sabe sobre a qualidade dos recursos que estas áreas oferecem para as formigas e por quanto tempo poderiam permanecer usando este tipo de recursos quando fora do interior de mata. *E. burchelli* mostra um amplo espectro de presas (Vieira & Höffer, 1994; 1998), o que pode lhe permitir maior flexibilidade quanto aos itens utilizados, mas segundo Roberts *et al.*, (2000) suas necessidades de sítios para estabelecimento de ninhos são ameaçadas conforme a perda e distanciamento da floresta em direção a campos de cultivo.

Na Mata Atlântica, onde a devastação é mais avançada, assim como em outras tipologias vegetais da região sudeste, há relatos de que esta espécie de formiga é mais rara (K. Brown Jr.; Com. Pessoal), mas não há dados quantitativos para alguma comparação. Para aves seguidoras há levantamentos onde não consta, por exemplo *Pyriglena leucoptera*, uma seguidora semi-profissional, em fragmentos de área menor que 200 a 250 ha de extensão, sendo um pouco mais tolerante quando há cursos d'água, mas desaparecem em áreas de tamanho inferior (Willis, 1979; Willis & Oniki, 1992).

Estudos feitos no Panamá reportaram alta estabilidade das populações de *E. burchelli* na Ilha de Barro Colorado por pelo menos 20 anos (Willis, 1967; Franks, 1990), mas progressiva diminuição das populações de aves seguidoras (Willis, 1974). Ampliando as investigações para outras ilhas, através de modelos e simulações, alguns autores demonstraram que o equilíbrio das populações são mais afetados pela qualidade dos habitats do que pelo tamanho destes (Partridge *et al.*, 1996) e que as probabilidades de extinção são correspondentes. Mais do que o quanto de floresta é removido, é importante a distribuição e o grau de conectividade entre os remanescentes (Boswell *et al.*, 1998).

As conclusões mostradas por Partridge *et al.*, (1996) e Boswell *et al.*, (1998) não se aplicam aos resultados encontrados entre os remanescentes florestais de terra firme das reservas do PDBFF, por exemplo, quando é questionada a influência positiva de “corredores”. Este realmente parece ser um tema a ser muito discutido, principalmente pela falta de dados, pois as espécies a serem preservadas podem reagir diferentemente quando os remanescentes são conectados por corredores; beneficiar uma espécie pode significar depreciar outra (Hobbs, 1992). Beier & Noss (1998), numa revisão intensa da literatura, apresentam mais benefícios que prejuízos, sugerindo que os corredores podem ser ferramentas valiosas para a conservação e que a observação de movimentos dos animais que se dispersam normalmente pelas paisagens fragmentadas, seria mais convincente para demonstrar o valor positivo dos corredores, do que a realização de experimentos controlados sobre animais em movimento. Apesar dos fragmentos

pequenos (1 ha) serem realmente insuficientes para manter tanto comunidades de plantas como para animais, segundo o resultado encontrado para as borboletas, podem ter mais alto valor junto da vegetação secundária, funcionando inclusive como fonte de espécies (Turner & Corlett, 1996) que poderão crescer nas capoeiras quando alcançarem um estágio mais tardio na sucessão.

O crescimento da vegetação secundária entre fragmentos isolados e a mata contínua tem possibilitado que as aves seguidoras de formiga voltem a frequentar os fragmentos a partir do segundo ano do isolamento, aumentando progressivamente as taxas de captura (Stouffer & Bierregaard, 1995; Bierregaard & Stouffer, 1997). Não houve formação de bandos quando as colônias de *E. burchelli* usaram fragmentos isolados de 10 ha, nem a observação de seguidores obrigatórios, mas há registros de captura em rede de neblina das aves seguidoras obrigatórias nos mesmos fragmentos, ao menos 1 ano antes da realização deste estudo, o que mostra que estão ainda chegando aos fragmentos e usando-os pelo menos para atravessar e chegar a outro ponto. Mesmo após o isolamento recente estas aves não são imobilizadas pelas condições ambientais (p.e. intensidade de luz) e são capazes de atravessar distâncias de 100 a 320 metros para voltar a mata contínua (Harper, 1989), mas estas foram condições experimentais e muito diferenciadas das condições naturais. Harper (1989) introduziu 3 espécies de seguidores obrigatórios num fragmento de 10 ha na presença e ausência de *E. burchelli*. De fato, a colônia de formigas aumenta as taxas de captura enquanto

estão ativas dentro do fragmento, mas em 3 dias as formigas saem do limite de 10 ha e aves também somem.

No fragmento de 10 ha da reserva Cidade Powell, onde não houve manutenção de corte das capoeiras que envolvem os fragmentos, na presença das formigas as aves são vistas em bandos grandes e com as espécies que compoem os bandos nas áreas de mata contínua. O mesmo padrão foi mostrado pela composição de espécies das borboletas que seguem as formigas, assim como quando se analisa a comunidade e obtém-se padrões que posicionam estas reservas com composições similares às áreas de mata contínua, retirando-se estes fragmentos da categoria de isolados e reposicionando-os como áreas próximas do estado primário de conservação (veja Capítulo 2). Desta forma, as capoeiras tem mostram um papel positivo como corredores para o translocamento da fauna, melhorando a conectividade e aumentando o valor dos fragmentos florestais pequenos.

#### *Aves Seguidoras Facultativas*

Uma grande coleção de trabalhos exploram espécies de aves que podem seguir formigas-de-correição, inclusive outras espécies além de *E. burchelli*, onde as classificações de espécies regulares ou não podem variar (Willis & Oniki, 1992). Levantamentos de aves seguidoras de formigas realizados em várias localidades

da Amazônia não listam *Galbula albirostris* como seguidor, sequer como facultativo (Oniki & Willis, 1972 e Oniki,1972). Esta espécie, embora observada repetidas vezes sobre os carreiros, sempre ficou em poleiros mais altos que os seguidores habituais – exceto para os dendrocolaptídeos – nunca foi vista caçando. No entanto, a família Galbulidae pode capturar, entre outros insetos, borboletas de abdômem grosso como Hesperiiidae (Sick, 1997) e Riodinidae do grupo *Lyropteryx*, os quais são palatáveis para *Galbula ruficauda* mas são capazes de sair num vôo errático e veloz, assim como mostrado pelos hesperídeos (Hall *et al.* 2000).

#### *Formigas e Aves seguidoras nas capoeiras*

Capoeiras velhas parecem conter bandos de aves seguidoras de formigas com composição de espécies e número de indivíduos aproximados ao que se encontra na mata contínua. Embora não tenha sido objetivo deste trabalho avaliar a composição de aves, nas capoeiras velhas foram observados vários pares de *Pithys albifrons* e *Gymnopathys rufigula* (Thamnophilidae) forrageando sobre a mesma correição. Estas observações seguem os resultados de Stouffer & Bierregaard (1995); Borges (1995) para as mesmas áreas, onde aves seguidoras-obrigatórias de formigas são capturadas em vegetação secundária com idade de 9 a 13 anos, com taxas inferiores às de captura na mata contínua. Capoeiras mais novas (10 a 12 anos) apresentaram menos espécies, onde não foram vistos os forrageadores trepadores de tronco (Dendrocolaptidae). Os grupos de aves foram pequenos, com correições mais exploradas por espécies de aves seguidoras não obrigatórias, como

*Percnostola rufifrons* (Thamnophilidae) em capoeiras de 10 anos. Esta espécie insetívora é vista em capoeiras de 2 a 9 anos, independente da presença de formigas mas com maior frequência em capoeiras dominadas por *Cecropia* sp. (Cecropiaceae) (Antongiovanni, 2001). Já nas capoeiras jovens, onde os hesperiídeos não foram coletados e nem observados, também não foram observadas aves forrageando junto às formigas. As capoeiras jovens de *Vismia* (Clusiaceae) apresentaram altura máxima de 1,5 m. Não foi possível fazer observações abaixo da altura destas copas devido à grande proximidade das plantas e difícil locomoção. No entanto, com base no tempo necessário para que a vegetação secundária permita a movimentação e retorno de aves a fragmentos isolados (Stouffer & Bierregaard, 1995), acredita-se que o tipo de arquitetura apresentado pelas capoeiras jovens também não permita a locomoção dos pássaros. Por isso nem espécies mais flexíveis e adaptadas aos ambientes abertos seriam encontradas seguindo as formigas.

Segundo Williamson *et al.*, (1998), as capoeiras dominadas por *Cecropia* apresentam uma diversidade de espécies vegetais significativamente maior que a diversidade sob o dossel de uma capoeira dominada por *Vismia*. *Cecropia* é uma espécie de pioneira fugitiva, tem um investimento maior na ocupação vertical; *Vismia* é uma pioneira posseira, investindo mais na ocupação horizontal e impedindo o desenvolvimento de outras espécies. Deste modo, as capoeiras de *Cecropia* mostram um perfil estrutural mais diversificado que pode ser melhor aproveitado pelas espécies de aves.

A baixa captura da maioria das espécies de borboletas e a falta de conhecimento sobre as condições ambientais específicas ótimas, não nos permite fazer inferências individuais sobre a preferência por tipos de ambientes. No entanto, a ocorrência constante em diferentes ambientes, nas variações de mata primária até pasto, pode fornecer categorias de preferências ambientais com referência aos fatores físicos. Ainda é possível dizer que, nos ambientes onde as aves não formam os bandos, a falta destes anula a oferta de excrementos como fonte de alimento. Conseqüentemente, há redução na capacidade de aproveitamento de recursos pelas espécies que podem resistir às condições físicas severas dos ambientes mais externos às porções de floresta nativa. Reduzir o aproveitamento dos ambientes circundantes (vegetação secundária) aliado a crescente perda de área de floresta, pode fazer com que espécies mais plásticas restrinjam-se aos ambientes primários, ameaçando espécies mais dependentes e com menor poder competitivo.

Os fragmentos estudados em Manaus, não funcionam como ilhas verdadeiras e nem como barreira para as formigas, visto que ainda estão transitando por eles, assim como pelos ambientes de pastagem e capoeiras. No entanto, com as taxas de desmatamento seguindo proporções alarmantes (INPE, 2002) deve ser considerado por quanto tempo estas áreas poderiam suportar as populações de formigas, caso não tivessem acesso às áreas primárias, ainda dominando a paisagem.

As aves seguidoras, mesmo mostrando forte dependência de *E. burchelli*, podem seguir outra espécie de formiga-de-correição. *Labidus praedator* é uma correição que também forma enxames para caçar e também é seguida pelas aves (Willis & Oniki, 1978), com espécies que se mostram mais associadas a ela do que a *E. burchelli* (Wilson, 2004). É uma espécie de formiga menos afetada pelas alterações da paisagem, com distribuição geográfica mais ampla e por maior diversidade de ambientes. Entretanto, como parte de seu comportamento, tem grande período de atividades subterrâneas, com menor disponibilidade para os seguidores. Desta forma, é importante como um provedor adicional na disponibilização de presas, mas questionável quanto a sustentar esta guilda de aves.

O grau de associação e a dependência que os grupos e as espécies de seguidores têm das formigas, faz com que as formigas funcionem como um forte fator de agregação de espécies. Assim, a avaliação deste sistema permite uma medida da situação mostrada por estes grupos seguidores, não só nas áreas que estão sendo degradadas, como também podem indicar o nível de recuperação destes elementos da paisagem.

## CONCLUSÕES

Este trabalho traz registros que ampliam a distribuição de espécies de borboletas da família HesperIIDae;

A fragmentação florestal afeta a comunidade de hesperídeos, com efeito do tamanho de área sobre as subfamílias, sendo os fragmentos pequenos e áreas abertas mais ricos em HesperIIDae e pobres em Pyrginae. Fragmentos de 10 ha podem apresentar proporções equitativas entre as duas subfamílias, e em floresta contínua aumenta a riqueza de Pyrginae e tornam-se raras as espécies de HesperIIDae;

Variações ambientais em microhabitats (bordas cortadas e/ou queimadas, bordas rodeadas por capoeiras, bordas rodeadas por plantações de capim) afetam a composição e abundância das espécies em fragmentos florestais isolados, e somados ao efeito do tipo de matriz circundante podem influenciar a estrutura da comunidade de hesperídeos;

As subfamílias de HesperIIDae apresentam diferentes hábitos alimentares e graus de especialização quanto aos recursos utilizados, com as espécies de HesperIIDae preferindo recursos florais e as espécies de Pyrginae consumindo material de origem animal;

Considerando que algumas espécies da família Hesperidae mostra forte associação com a formiga-de-correição *Eciton burchelli*, o levantamento destas borboletas feito junto aos enxames representa uma ferramenta que propicia um acréscimo em número de espécies aos levantamentos que usam técnicas convencionais;

A preferência alimentar mostrada por algumas espécies sugere uma tendência à especialização, não só dependente do tipo de substrato como também do padrão de distribuição do recurso a ser encontrado pelas borboletas;

A ocorrência de espécies registrada com frequência nos diversos ambientes permite que alguns hesperídeos sejam úteis como bioindicadores;

A intensidade de uso da terra e tratamento realizado após o desmate guia o processo de sucessão vegetal, e as áreas onde domina *Cecropia* podem permitir maior mobilidade de espécies animais mais sensíveis ao processo de fragmentação florestal;

Em capoeiras a partir de 10 anos de processo sucessional é possível perceber o início do processo de restabelecimento da associação interespecífica focada neste estudo, e em tempo superior a 20 anos os sistemas voltam a mostrar padrões similares aos encontrados em floresta contínua.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOCK, J. (1988). The mating system of three territorial butterflies in Costa Rica. *Journal of Research on the Lepidoptera*, **26**: 89-97.
- ANTONGIOVANNI, M. (2001). Influência da matriz inter-hábitat na ocorrência de aves insetívoras de sub-bosque em fragmentos florestais na Amazônia. Dissertação de mestrado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 84p.
- ARMS, K.; FEENY, P.; LEDERHOUSE, R.C. (1974). Sodium: stimulus for puddling behavior by tiger swallowtail butterflies, *Papilio glaucus*. *Science* **185**: 372-374.
- ARMESTO, J.J.; MITCHELL, J.D.; VILLAGRAM, C. (1986). A comparison of spatial patterns of trees in some Tropical and Temperate forests. *Biotropica* **18(1)**: 1-11.
- AUSTIN, G. T., BROCK, J. P., MIELKE, O. H. (1993). Ants, birds and skippers. *Tropical Lepidoptera* **4(2)**: 1-11.
- AVILA PIRES, T. C. S. (1995). *Lizards of Brazilian Amazonian – Reptilia: Squamata*. National Natuur Historisch Museum – Netherlands.
- BASCOMPTE, J. & SOLÉ, R. V. (1996). Habitat fragmentation and extinction thresholds in spatially explicit models. *Journal of Animal Ecology*, **65**: 465-473.
- BAZ, A. GARCIA-BOYERO, A. (1995). The effects of forest fragmentation on butterfly communities in central Spain. *Journal of Biogeography*, **22**: 129-140.
- BEIER, P. & NOSS, R. F. (1998). Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* **12**: 1241-1252.

- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. (1990). *Ecology - Individuals, populations and communities*. 2ed. Massachusets. 945p.
- BELBIN, L. (1992). *PATN: Patterns analyses package reference manual*. Canberra, CSIRO Division of wildlife & ecology.
- BIERREGAARD, R.O.,JR. (1990). Species composition rainforests. 217-236p. In: A.H.GENTRY. (Ed.) *Four Neotropical rainforests*. Yale Un. Press.
- BIERREGAARD, R. O. & LOVEJOY, T. E. (1989). Effects of forest fragmentation on Amazonian understory bird communities. *Acta Amazônica* **19**: 215-241.
- BIERREGAARD, R. O. & STOUFFER, P. C. (1997). In: W.F. LAURANCE & BIERREGAARD JR. R.O. (Eds.). *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, University of Chicago Press.
- BLAIR, R.B. (1999). Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity? *Ecological Applications*, **9** (1): 164-170.
- BOGGS, C. L.; SMILEY, J.T.; GILBERT, L.E. (1981). Patterns of pollen exploitation by *Heliconius* butterflies. *Oecologia* **48**: 284-289.
- BORGES, S.H. (1995). Comunidade de aves em dois tipos de vegetação secundária da Amazônia central. Manaus, Amazonas. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, Manaus, AM. Brasil.
- BORGES, S.H. & STOUFFER, P. C. (1999). Bird communities in two types of anthropogenic vegetation in central Amazonian. *Condor*, **101**: 529-536.

- BOSWELL, G.P.; BRITON, N.F.; FRANKS, N.R. (1998). Habitat fragmentation, percolation theory and the conservation of a keystone species. *Proc. Soc. Lond. B.* **265**: 1921-1925.
- BROWN, JR. K.S. (1972). Maximizing daily butterfly counts. *Journal of the Lepidopterists' Society*, **26 (3)**: 183-196.
- BROWN, JR. K.S. (1991). Conservation of neotropical environments: insects as indicators, p. 349-404. In: M.N. COLLINS & J.A. THOMAS (Eds.). *Royal Entomological Society Symposium XV*. Londres, Academic Press.
- BROWN, JR. K.S. (1996a). The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relation to traditional land use systems, p. 128-149. In: AE, S.A.; HIROWATARI, T.; ISHII, M. & BROWER, L.P. (Eds.). *Decline and Conservation of Butterflies in Japan III*. Lepidopterological Society of Japan.
- BROWN, JR. K.S. (1996b). Conservation of threatened species of Brazilian butterflies, p. 45-62. In: AE, S.A.; HIROWATARI, T.; ISHII, M. & BROWER, L.P. (Eds.). *Decline and Conservation of Butterflies in Japan III*. Lepidopterological Society of Japan.
- BROWN, JR. K.S. (1996c). Diversity of Brazilian lepidoptera: history of study, methods for measurement, and use as indicator for genetic, specific and system richness, p. 221-253. In: BICUDO, C.E.M. & MENEZES, N.A. (Eds.). *Biodiversity in Brazil: a first approach*, São Paulo, CNPq/Instituto de Botânica.

- BROWN, JR. K.S. (1997). Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insects Conservation*, **I**: 25-42.
- BROWN, JR. K.S. & FREITAS, A.V.L. (1999). Lepidoptera, 225-243. In: BRANDÃO, C.R.F. & CANCELLO, E.M. (Eds.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*, vol. 5 -Invertebrados terrestres. São Paulo, FAPESP.
- BROWN, JR. K.S. & FREITAS, A.V.L. (2000). Atlantic forest butterflies: Indicators for landscape conservation. *Biotropica*, **32 (4b)**: 934-956.
- BROWN, JR. K.S. & HUTCHINGS, R.W. (1997). Disturbance, fragmentation, and dynamics of diversity in amazonian forest butterflies, p. 91-110. In: W.F. LAURANCE & R.O. BIERREGAARD JR. (Eds.). *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, University of Chicago Press.
- BURNS, J. & JANZEN, D. (2001). Biodiversity of pyrrophygine skipper butterflies (Hesperiidae) in the area de conservación Guanacastes, Costa Rica. *Journal of the Lepidopterist's Society* **55(1)**: 15-43.
- CAPPUCCINO, N. & MARTIN, M.A. (1997). The birch-maker *Acrobasis betulella* in a fragmented habitat: the importance of patch isolation and edges. *Oecologia*, **110**: 69-76.
- CASAGRANDE, M. M. & MIELKE, O.H.H. (1992). Borboletas (Lepidoptera) ameaçadas de extinção no Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, **9**: 75-82.

- CHADAB, R. (1979). Early warning cues for social wasps attacked by army. ants. *Psyche* **12**: 3-6
- CHAPMAN, A. & ROSENBERG, K.V. (1991). Diets of four sympatric Amazonian woodcreepers (Dendrocolaptidae). *Condor*, **93**: 904-915.
- CHESSER, R.T.(1995). Comparative diets of obligate ant-following birds at a site in northern Bolivia. *Biotropica* **27(3)**: 382-390.
- CHEW, F.S. & ROBBINS, R.K. ( 1984). Egg-laying in butterflies. 65-78. In: R.I.VANE-WRIGHT & P.R. ACKRY. *The biology of butterflies. Symp. Royal Entomological Society of London*. Academic Press.Londres.
- COHN-HAFT , M.; WHITAKER, A. & STOUFFER, P.C. (1997). A new look at the “species-poor” central Amazon: the avifauna north of Manaus, Brazil. *Ornithological Monographs* 48: 205-235.
- DAILY, G.C. & EHRLICH, P.R. (1995). Preservation of biodiversity in small rainforest patches: rapid evaluations using butterfly trapping. *Biodiversity and Conservation*, **4**: 35-55.
- DEVELEY,P.F. & STOUFFER, P.C. (2001). Effect of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in central amazonia,Brazil. *Conservation Biology*, **15**: 1416-1422.
- DE VRIES, P.J (1983). Checklist of butterflies. 654-678p. In: DANIEL H. JANZEN. *Costa Rican Natural Hystory*. Un. Chicago Press.
- DE VRIES, P.J. (1988). Stratification of fruit-feeding nymphalid butterflies in a Costa Rica rainforest. *Journal of Research on the Lepidoptera*, **26 (1-4)**: 98-108.

- DIDHAM, R.K. (1997). An overview of invertebrate responses to forest fragmentation, p.303-320. *In*: WATT, A.D.; STORK, N.E. & HUNTER, M.D. (Eds.). *Forest and Insects*. Londres, Chapman & Hall.
- DIDHAM, R.K. GHAZOUL, J.; STORK, N.E.; DAVIS, A.J.(1996). Insects in fragmented forests: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution*, **11(6)**: 255-259.
- DOWNES, J. A. (1973). Lepidoptera feeding at puddle-margins, dung, and carrion. *Journal of the Lepidopterists' Society*. **27(2)**: 89-99.
- DRUMMOND, B.A. (1976). Butterflies associated with an army ant swarm raid in Honduras. *Journal of the Lepidopterists' Society*. **30(3)**: 237-238.
- DUNLAP-PIANKA, H. & BOGGS, C.; GILBERT, L.E. (1977). Ovarian dynamics in Heliconiine butterflies: programmed senescence versus eternal youth. *Science*, **197**: 487-490.
- EBERT, H. (1969). On the frequency of butterflies in eastern Brazil with a list of the butterfly fauna of Poços de Caldas, Minas Gerais. *Journal Lepid.Society* .Suppl. **3**: 1-48.
- EHRlich, P.R. (1984). The structure and dynamics of butterfly populations. 25-40p. *In*: VANE-WRIGHT, R.I. & ACKRY, P.R. *The biology of butterflies*. Symp. Royal Entomological Society of London. Academic Press.Londres.
- ELZINGA, R.J. (1998) A new genus and five new species of mites (Acari, Ascidae) associated with army ants (Hymenoptera: Formicidae) *Sociobiology* **31**: 351-361.

- EMMEL, T.C. & AUSTIN, G.T. (1990). The tropical rainforest butterfly fauna of Rondonia, Brazil: species diversity and conservation. *Tropical Lepidoptera*, **1(1)**: 1-12.
- FEANRSIDE, P. M. (2003). *A floresta amazônica nas mudanças globais*. Manaus, INPA.
- FONSECA, C. R. S. D. (1991). Interação entre *Tachigalia myrmecophila* Ducke (Caesapinaceae) e formigas. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. SP.
- FRANKS, N.R. (1982). Ecology and population regulation in the army ant *Eciton burchelli*. 389-395p. In. LEIGH, E.G.; RAND, A.S. & WINDSOR, D.M. (Eds.) *The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term chances*. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press.
- FRANKS, N.R. (1982). Social insects in the aftermath of swarm raids of the army ant *Eciton burchelli*. 275-279. In. BREED, M.D.; MICHNER, C.D. & EVANS, H.E. (Eds). *Biology of social insects. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Congress of the International Union for the study of social insects*. Westview press.
- FRANKS, N.R. (1986). Teams in social insects: group retrieval of prey by army ants (*Eciton burchelli*, Hymenoptera: Formicidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* **18**: 425-429.
- FRANKS, N.R. (1989). Thermoregulation in army ant bivouacs. *Physiological Entomology* **14**: 397-404.
- FRANKS, N.R. (1989). Army ants: a collective intelligence. *American Scientist*, **77**: 139-145.

- FRANKS, N.R. (1990). Ecología y regulación poblacional de la hormiga gerrera *Eciton burchelli*. In: 453-460p. LEIGH, JR, E.G.; RAND, A.S. & WINDSOR, D.M. (Eds.). *Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo* Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, República de Panamá.
- FRANKS, N. R. & BOSSERT, W. H. (1983). The influence of swarm raiding army ants on the patchness and diversity of a tropical leaf litter ant community. 151-163p. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A. C. (Eds.), *Tropical rain forest, Ecology and Management*. Blackwell, Oxford.
- FRANKS, N.R. & FLETCHER, C.R. (1983). Spatial patterns in army ant foraging and migration: *Eciton burchelli* on Barro Colorado Island, Panamá. *Behaviour Ecology and Sociobiology*, **12**: 261-270.
- GASCON, C.; LOVEJOY, T.E.; BIERREGAARD JR, R.O.; MALCON, J.R.; STOUFFER, P.C.; VASCONCELOS, H.L.; LAURANCE, W.F.; ZIMMERMAN, B.; TOCHER, M. & BORGES, S. H. (1999). Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation*, **91**: 223-229.
- GASCON, C. & BIERREGAARD JR. R. O. (2001). The biological dynamics of forest fragments project - The study site, experimental design, and research activity, p. 31-42. In: BIERREGAARD JR.; R. O.; GASCON, C.; LOVEJOY, T.E. & MESQUITA, R. (Eds.). *Lessons from Amazonia - The ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press.
- GILBERT, L. E. & SINGER, M. C. (1975). Butterfly ecology. *Annual Review of Ecology and Systematic.*, **6**: 365-397.

- GILL, F.B. (1990). *Ornithology*. W.H. Freeman & Company . N.York.
- GOTWALD, W.H.JR. (1982). Army ants. p.157-254. *In: Hermann, H.R. (Ed). Social insects*. New York, Academic Press.
- GOTWALD, JR. W. H. (1995). *Army Ants. The biology of social predation*. Cornell Un. Press.
- GRANDCOLAS, P. & DELEPORTE, P. (1994). Escape from predation by army ants in *Lanxoblatta* cockroach larvae (Insecta, Blattaria, Zetoborinae). *Biotropica* **26**(4): 469-472.
- GREENBERG, R. (1983). The role of neophobia in determining the degree of foraging specialization in some migrant warblers. *The American Naturalist*, **122**(4): 444-453.
- GREENBERG, R. (1989). Neophobia, aversion to open space, and ecological plasticity in song and swamp sparrows. *Canadian Journal of Zoology*, **67**: 1194-1199.
- GUTIERREZ, D; LEÓN-CORTES, J.; MENÉNDEZ,R.; WILASON, R.; COWLEY, M.J.R.; THOMAS, C.D. (2001). Metapopulations of four lepidopteran herbivores on a single host plant *Lotus corniculatus*. *Ecology* **82**(5): 1371-1386.
- HALL, J.P.W. & WILLMOT, K.R. (2000). Patterns of feeding behaviour in adult male riodinid butterflies and their relationship to morphology and ecology. *Biological Journal of the Linnean Society*, **69**: 1-23.
- HANSKY, I. & CAMBEFORT, Y. (1991). *Dung beetle ecology*. Princeton Un. Press. Princeton, N.Jersey.

- HARPER, L. H. (1987). The conservation of ant-following birds in central Amazonian forest fragments. PhD. Dissertation, State University of New York, Alvbaby, NY.
- HARPER, L. H. (1989). The persistence of ant-following birds in small Amazonian forest fragments. *Acta Amazonica*, **19**: 249-263.
- HEPPNER, J.B. (1991). Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera* **2(1)**: 1-85.
- HILL, J.K. (1999). Butterfly spatial distribution and requirements in a tropical forest: impacts of selective logging. *Journal of Applied Ecology*, **36**:564-572.
- HILL, J.K.; HAMER, K.C.; LACE, L.A. & BANHAM, W. M. T. (1995). Effects of selective logging on tropical butterflies on Buru, Indonésia. *Journal of Applied Ecology*, **32**: 454-460.
- HILL, J.K.; THOMAS, C.D. & LEWIS, O.T. (1996). Effects of habitat patch size and isolation on dispersal by *Hesperia comma* butterflies: implications for metapopulation structure. *Journal of Animal Ecology*, **65**: 725-735.
- HILTY, S.L. & BROWN, W.L. (1986). *A guide to the birds of Colombia*. Princeton Un. Press, Princeton, USA.
- HOLDÖBLER, B. & WILSON, E.O. (1990). *The Ants*. Springer, Berlin.
- HOBBS, R.J. (1992). The role of corridors in conservation: solution or bandwagon? *Trends in Ecology and Evolution* **7(11)**: 389-392.

- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2000. Deforestation estimates for the Brazilian Amazon (1998-1999). São José dos Campos, SP.  
<http://www.inpe.br>
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2002. Deforestation estimates for the Brazilian Amazon (2000-2001). São José dos Campos, SP.  
<http://www.inpe.br>
- JANZEN, D.H. (1970). Herbivores and the number of the tree species in Tropical forests. *American Naturalist*, **104**: 501-528.
- JOHNSON, R. A. 1954. The behavior of birds attending army ant raids on BarroColorado Island, Panamá Canal Zone. *Proc. Linn. Soc. N.Y.* **63 (65)**:41-70.
- KAAR, J.R. & K.E., FREEMARK (1983). Habitat selection and environmental gradients: dynamics in the "stable" tropics. *Ecology*, **64(6)**: 1481-1494.
- KEEGANS, S.J.; BILLEN, J.; MORGAN, D. & GÖKCEN, O.A. ( 1993). Volatile glandular secretions of three species of new world army ants, *Eciton burchelli*, *Labidus coecus*, and *Labidus praedator*. *Journal of Chemical Ecology*, **19(11)**: 2705-2719.
- KLOTS, A.B. (1966). *Vida y costumbres de las mariposas*. Ed. Juventude, Barcelona (Espanha). 2ed.
- KOH, L.P.; DUNN, R. R.; SODHI, N.S.; COLWELL, R.K.; PROCTOR, H.C.; SMITH, V.S. (2004). Species coextinctions and the biodiversity crisis. *Science*, **305**: 1632-1634.

- KRISTENSEN, N.P. (1999). *Handbook of zoology - IV : Arthropoda: Insecta; Lepidoptera; Moths and Butterflies - Evolution, Systematics and Biogeography*. Part 35. Walter Gruyter, Berlin.
- LAMAS, G. (1983). Mariposas atraídas por hormigas legionarias en la reserva de Tambopata, Perú. *Rev. Soc. Méx. Lep.* **VIII, 2**, 49-51.
- LAMAS, G., MIELKE, O. H.H. & ROBBINS, R.K. (1993). The ahrenholz technique for attracting tropical skippers (Hesperiidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*. **47(1)**, 80-82.
- LAURANCE, S.G.W. (2001). The effects of roads and their edges on the movement patterns and community composition of understorey rainforest birds in central Amazonian, Brazil. Phd dissertation. Un. New England.
- LAURANCE, W.F. (2001). The hiper-diverse flora of the central Amazon - An overview. 47-53p. *In: BIERREGAARD JR.; R. O.; GASCON, C.; LOVEJOY, T.E. & MESQUITA, R. (Eds.). Lessons from Amazonia - The ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press.
- LAWTON, J.H.; BIGNELL, D.E.; BOLTON, B.; BLOEMERS, G.F.; EGGLETON, P.; HAMMOND, P.M.; HODDA, M.; HOLT, R.D.; LARSEN, T.B.; MAWDSLEY, N.A.; STORK, N.E.; SRIVASTAVA, D.S. & WATT, A.D. (1998). Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, **391**: 72-76.
- LEWIS, O. T. (2001). Effects of experimental selective logging on tropical butterflies. *Conservation Biology*, **15(2)**: 389-400.

- LOVEJOY, T.E.; BIERREGAARD JR., R.O.; RANKIN, J.M.; SCHUBART, H.O.R. (1983). Ecological dynamics of forest fragments. p.377-384 In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADDWICK, A.C. (Eds.). *Tropical rain forest: ecology and management*. Blackwell Scientific Publ., Oxford, U.K.
- LOVEJOY, T.E.; BIERREGAARD, JR. R.O.; RYLANDS, A.B.; MALCON, J.R.; QUINTELA, C.E.; HARPER L.H.; BROWN, JR. K.S.; POWELL, A.H.; POWELL, G.V.N.; SCHUBART, H.O.R. & HAYS, M.. (1986). Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments, p. 257-285. In: M. SOULÉ (Ed.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.
- LOVEJOY, T. E., BIERREGAARD, JR., R.O (1990). Central Amazonian forests and the minimum critical size of ecosystems project. p. 60-71 In: A.H. GENTRY (Ed). *Four Neotropical Rainforests*. Yale Univ. Press, New Haven, Connecticut.
- MAGURRAN, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Londres, Chapman & Hall.
- MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R.; PIMM, S.L. (1994). Community-level conservation: species interactions, disturbance, regimes, and invading species. p. 209-236 In: MEFFE, G.K.; CARROLL, C. R. and contributors. *Principles of Conservation Biology*, Sinauer Sunderland.
- METZGER, J.P. (2000). Tree functional group richness and landscape structure in a brazilian tropical fragmented landscape. *Ecological Applications*, **10**: 1147-1161.

- MIELKE , O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. (1991). Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea coletados na Ilha de Maracá, Alto Alegre, Roraima, parte do Projeto Maracá, com uma lista complementar de HesperIIDae de Roraima. *Acta Amazonica*, **21**: 175-210.
- MOHR, C.O. (1943). Cattle droppings as ecological units. *Ecological Monographs*, **13**: 275-309.
- MOREIRA, M. P. (2003). Uso de sensoriamento remoto para avaliar a dinâmica de sucessão secundária na Amazônia Central. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.
- MOSS, A. M. (1949). Biological notes on some HesperIIDae of Para and the Amazon. *Acta Zoologica Lilloana*, **VII**: 26-79.
- MURCIA, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, **10(2)**: 58-62.
- MURCIA, C. (2002). Ecología de la polinización. p. 493-530. In: M. R. GUARIGUATA & KATTAN, G.H. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional, Costa Rica.
- MYERS, N. & MYERS, N.J.M. (1992). *The primary source: Tropical forest and our future update for the 1990s*. Nova Iork, Norton & Company.
- NEPSTAD, D.; VERISSIMO, A.; LEFEBRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; NOBRE, C.; SETZER, A.; KRUG, T.; BARROS, A.; ALENCAR, A.; PEREIRA, J.

- (1998). Forest fire prediction and prevention in the Brazilian Amazon. *Conservation Biology*, **12**: 951-955.
- NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; ALENCAR, A.; BARROS, A. C.; CARVALHO, G.; SANTILL, M. & DIAZ, M. C. (2002). Frontier governance in Amazonia. *Science*, **295**: 629-631.
- NOSS, R.F. & CSUTI, B. (1994). Habitat fragmentation. p. 237-264. *In*: MEFFE, G.K.; CARROLL, C. R. and contributors. *Principles of Conservation Biology*, Sinauer Sunderland.
- NORRIS, M. J. (1936). The feeding-habits of the adult Lepidoptera Heteroneura. *Trans. Royal Entomol. Soc. London*, **85**:61-90.
- OFFERMAN, H. L.; DALE, V.H.; PEARSON, S.M.; BIERREGAARD JR., R.O.; O'NEILL, R.V.O. (1995). Effects of forest fragmentation on neotropical fauna: current research and data availability. *Envirom. Rev.* **3**: 191-211.
- ONIKI, I. (1972). Studies of the guild of ant-following birds at Belem, Brazil. *Acta Amazonica*, **2**:59-79.
- ONIKI, I. & WILLIS, E. O. (1972). Studies of ant-following birds north of the eastern amazon. *Acta Amazonica*, **2**:127-151.
- OTIS, G.W., SANTANA C., E., CRAWFORD, D. L. & HIGGINS, M. L. (1986). The effect of foraging army ants on leaf-litter arthropods. *Biotropica* **18** (1), 56-61.
- OVERALL, W.L. (2001). O peso dos invertebrados na balança de conservação biológica da Amazônia. p. 50-59. *In*: A. BOJDSSEN & VERZA, E.F. (Eds.) *Biodiversidade na Amazônia Brasileira*. Instituto Sócio Ambiental, São Paulo, SP.

- OWEN, D.F. (1971). *Tropical Butterflies*. Oxford. Un. Press., London.
- PALACIO, E. (1999). Hormigas legionárias (Hymenoptera, Formicidae: Ecitoninae) de Colômbia. p. 117-189. *In: ANET, A; ANDRADE, J. & FERNADEZ, L.O. Insectos de Colombia*. Fac. Ciências de Colombia.
- PARTRIDGE, L.W., BRITTON, N. F. & FRANKS, N.R. (1996). Army ant population dynamics: the effects of habitat quality and reserve size on population size and time to extinction. *Proc. Royal Soc. London B*, **263**, 735-741.
- POWELL, G. (1985). Sociobiology and adaptive significance of interespecific foraging flocks in the Neotropics. 713-732p. *In: BUCKLEY, P.A.; FOSTER, M.S.; MORTON, E.S.; RIDGELY, R.S. & BUCKLEY, F.G. (Eds.) Neotropical Ornithology. Ornithological Monographs*, 36.
- RAY, T. S., ANDREWS, C.C. (1980). Antbutterflies that follow army ants to feed on antbird droppings. *Science* **20 (210)**: 1147-1148.
- RETTENMEYER, C.W. (1961). Observations on the biology and taxonomy of flies found over swarm raids of army ants.(Diptera:Tachinidae, Conopidae). *Univ. Kansas Sci.Bull.* **42**: 993-1066.
- RETTENMEYER, C.W . (1963). Behavioral studies of army ants. *The Univ. Kansas Science Bulletin*, **XLIV (9)**: 281-465.
- RETTENMEYER, C. W., CHADAB-CREPET, R., NAUMANN, M. G. & MORALES, L. Comparative foraging by neotropical army ants. (1983) p.59-73 *In: JAISSON, P.(Ed.) Social Insects in the Tropics*. V. 2, 1 St Int. Symp. IUSI and Soc. Mex. Entologia. Cocoyoc, Morelos, México, 1980. Université Paris-Nord.

- RETTENMEYER, C.W. (1983) *Eciton burchelli* and other army ants (Hormiga arriera, Army Ants. p.716-718. In: D. H. JANZEN. *Costa Rican Natural History*. University of Chicago press. Chicago.
- RIBEIRO, J.E.L. S.; HOPKINS M.J.G.; VICENTINI,A.; SOTHERS,C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, LOHMANN, L.G; ASSUNÇÃO, P.A.C.L.; PEREIRA, E.C.; SILVA,C.F.;MESQUITA,M.R.; PROCOPIO L.C. ( 1999). *Flora da Reserva Ducke.Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central*. INPA. Manaus.
- RIES, L.; DEBINSKI, D.M. & WIELAND, M. L. (2001). Conservation value of roadside prairie restoration to butterfly communities. *Conservation Biology*, **15(2)**: 401-411.
- ROBERTS, D. L.; COOPER, R. J.& PETIT, L.J. (2000). Use of premontane moist forest and shade coffee agroecosystems by army ants in western Panamá. *Conservation Biology* **14(1)**, 192-199.
- ROBERTS, D. L., COOPER, R. J. & PETIT, L.J. (2000). Flock characteristics of ant-following birds in premontane moist forest and coffee agroecosystems. *Ecological Applications*, **10(5)** : 1414-1425.
- ROBBINS R.K.; LAMAS; G.; MIELKE, O.H.H.; HARVEY, D.J. & CASAGRANDE, M.M. (1996). p. 217-252 In: WILSON, D.E. & SANDOVAL, A. (Eds.). *Manu: the biodiversity of southeastern Peru*. Washington, Smithsonian Institution Press.
- ROMER, A. S. & PEARSON, T.S. (1985). *Anatomia Comparada dos Vertebrados*. Atheneu Editora, São Paulo. S.P.

- ROSS, G. (1995). One butterfly's poison is another's feast: Ithomines on droppings (Lepidoptera: Nymphalidae). *Tropical Lepidoptera*, **6(1)**: 10.
- RYLANDS, A.B.; M.A.O.M. CRUZ; S.F. FERRARI. (1989). An association between marmosets and army ants in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, **5**: 113-116.
- SHANNON, R.C. (1928). Zoophilus moth. *Science*, **68**: 461-462.
- SCHNEIRLA, T.C. (1955). The army ants. *Annual Report Smithsonian Institution*, 379-406.
- SCHNEIRLA, T.C. (1971). *Army ants: a study in social organization* (Topoff, H.R. ed.). San Francisco, Freeman.
- SCHNEIRLA, T.C.; BROWN, R.Z.; F.C.BROWN. (1954). The bivouac or temporary nest as an adaptive factor in certain terrestrial species of army ants. *Ecological Monographs*, **24**: 269-296.
- SCOBLE, M. J. (1995). *The Lepidoptera: form, function and diversity*. The natural history museum/Oxford Univ.Press. Oxford.
- SCOTT, J.A. (1984). The phylogeny of butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea). *Journal of Research on the Lepidoptera*, **23(4)**: 241-281.
- SEKERCIOGLU, C.H.; EHRLICH, P.R.; DAILY, G.C.; AYGEN, D.; GOEHRING, D.; SANDI, R.F. (2002). Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. *Proc. Nat. Academy of Science*, **99(1)**: 263-267.
- SEVASTOPULO, D.G. (1974). Lepidoptera feeding at puddle-margins, dung and carrion. *Journal of the Lepidopterists' Society*. **28**: 167-168.
- SICK, H. (1997). *Ornitologia Brasileira*. Ed. Nova Fronteira. Rio de Janeiro, RJ.

- SILVA, M.M.T. DA (1972). Contribuição a biologia de *Eciton burchelli* (Hymenoptera: Formicidae. Tese de doutorado. F.F.C.L. Ribeirão Preto, SP.
- SILVA, M.M.T. DA (1982). Behaviour of army ants *Eciton burchelli* and *Eciton hamatum* (Hymenoptera, Formicidae) in the Belém region. *Insects Sociaux*, **29**: 243-267.
- STOTZ, D. F. & BIERREGAARD, JR. R.O. (1989). The birds of the fazendas Porto Alegre, Esteio and Dimona north of Manaus, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* **49**: 861-872.
- STOUFFER, P.C. & BIERREGAARD JR. (1995). Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. *Ecology* **76(8)**, 2429-2445.
- STOUFFER, P.C. & BORGES, S.H. (2001). Conservation recommendations for understory birds in Amazonian forest fragments and second-growth areas. p. 248-261. In: BIERREGAARD JR.; R. O.; GASCON, C.; LOVEJOY, T.E. & MESQUITA, R. (Eds.). *Lessons from Amazonia - The ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press.
- STRATFORD, J.A. & P.C. STOUFFER (1999)a. Reduced feather growth rates of two common birds inhabiting central Amazonian forest fragments. *Conservation Biology*, **15(3)**: 721-728.
- STRATFORD, J.A. & P.C. STOUFFER (1999)b. Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in a fragmented landscape near Manaus, Brazil. *Conservation Biology*, **13(6)**: 1416-1423.

- SUMMERVILLE, K.S. & CRIST, T.O. (2001). Effects of experimental habitat fragmentation on patch use by butterflies and skippers (Lepidoptera). *Ecology*, **82(5)**: 1360-1370.
- SWARTZ, M.B. (2001). Bivouac cheking, a novel behavior distinguishing obligate from opportunistic species of army-ant-following birds. *Condor*, **103**: 629-632.
- TERBORGH, J. (1986). Keystone plant resources in the tropical forest, p. 330-344. In: SOULÉ, M.E. (Ed.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sunderland, Sinauer.
- THOMAS, C.D. (2000). Dispersal and extinction in fragmented landscapes. *Proceedings Royal Society of London*, **267**:139-145.
- TILMAN D. & S. PACALA (1993). The maintenance of species richness in plant communities. p.13-25 In: RICKLEFS, R.E. & SCHLUTER, D. *Species diversity in ecological communities – Historical and geographical perspectives*. The University of Chicago Press.
- TURNER, I. M. & CORLLET, R.T. (1996). The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rainforest. *Trends in Ecology and Evolution*, **11(8)**: 330-333.
- VIEIRA, R. S. & HÖFFER, H. (1994). Prey spectrum of two army ant species in central amazonia, with special attention on their effect on spider populations. *Andrias* **13**,189-198.

- VIEIRA, R. S. & HÖFFER, H. (1998). Efeito do forrageamento de *Eciton burchelli* sobre a araneofauna de liteira em uma floresta tropical de terra firme na Amazônia central. *Acta Amazônica*, **28**: 345-351.
- WATKINS, J.F. (1976). *The identification and distribution of New world army ants (Dorylinae: Formicidae)*. Baylor Un. Waco, Markhan Press. Texas.
- WHEELER, W. M. (1910). *Ants: Their structure, development and behavior*. Columbia Un. Press, N.York.
- WIGLESWORTH, V.B. (1972). *The Principles of Insect Physiology*, 7ed. Chapman & Hall.
- WILKINSON, L. (1986). **SYSTAT**: The system for statistics. Evanston, SYSTAT Inc.
- WILLIS, E.O. (1967). The behavior of Bicolored Antbirds. *Uni.Calif.Publ.Zool.* **79**: 1-132.
- WILLIS, E.O. (1974). Populations and local extinctions of birds on Barro Colorado Island, Panamá. *Ecol.Monographs* **44**: 153-169.
- WILLIS, E.O. (1979). The composition of avian communities in remniscent woodlots in Southern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **33**:1-25.
- WILLIS, E.O. & ONIKI, Y. (1978). Birds and army ants. *Ann. Rev. Ecol. Syst* **9**, 243-263.
- WILLIS, E.O. & ONIKI, I. (1992). As aves e as formigas de correição. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, série Zool*, **8(1)**: 123-150.

- WILLIS, E.O.; WECHSLER, D. & KISTLER, S. (1982). *Galbula albirostris* (Aves, Galbulidae), *Trogon rufus* (Trogonidae), and *Electron platyrinchum* (Momotidae) as army ant followers. *Rev. Brasil. Biol.* **42**: 761-766.
- WILLIANSO, G. B.; R. C. G. MESQUITA; K. IKES; G. GANADE (1998). Estratégias de colonização de árvores pioneiras nos Neotrópicos. p. 131-144. In: C. GASCON & MOUTINHO, P. *Floresta Amazônica: Dinâmica, regeneração e manejo*. INPA. Manaus, AM.
- WILSON, S. (2004). Obligate army-ant-following birds: A study of ecology, spatial movement patterns, and behavior in Amazonian, Peru. *Ornithological Monographs*, **55**: 1-67.
- WOOD, P.A. & SAMWAYS, M. J. (1991). Landscape element pattern and continuity of butterfly flight paths in an ecologically landscape botanic garden, Natal, South Africa. *Biological Conservation*, **58**: 149-166.
- YOUNG, A. M. (1977). Butterflies associated with an army ant swarm raid in Honduras: The feeding hypothesis as an alternate explanation. *Journal Lepid. Soc.* **31**: 190.

## **ANEXOS**



Figura 1: Espécies de borboletas (Hesperiidae, Lepidoptera) coletadas sobre a área de forrageio de *Eciton burchelli* em floresta de terra firme na Amazônia central. A) *Tarsoctenus papias*; B) *Tarsoctenus praecia rufibases*; C) *Chrysoplectrum perniciosus*; D) *Pyrrhopyge proculus cintra*.

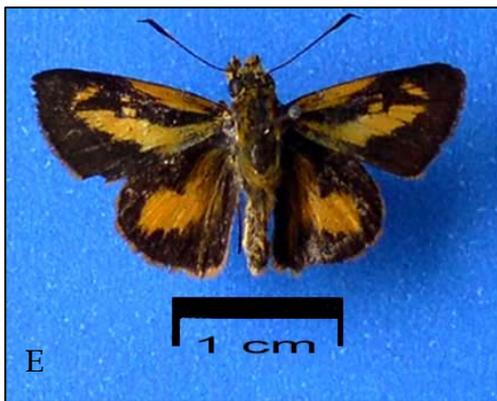


Figura 2: Borboletas (Hesperiidae, Lepidoptera) coletadas em floresta tropical de terra firme na Amazônia central. A) *Astraptes fulgerator*; B) *Entheus priassus*; C) *Phanus vitreus*; D) *Pygus orcus*; E) *Anthoptus epictetus*; F) *Morys compta*.

Tabela 1: Lista geral de espécies de borboletas (Hesperiidae, Lepidoptera) coletadas em floresta de terra firme na Amazônia central.

<b>Espécie</b>	<b>Nº</b>	<b>Com Eb</b>	<b>Sem Eb</b>
HESPERIINAE			
<i>Morys compta compta</i>	76	0	76
<i>Vehilius inca</i>	49	0	49
<i>Anthoptus epictetus</i>	31	2	29
<i>Cymaenes alumna</i>	26	0	26
<i>Callimormus corades</i>	23	0	23
<i>Corticea corticea</i>	21	0	21
<i>Sodalia sodalis</i>	12	0	12
<i>Vehilius stictomenes stictomenes</i>	6	0	6
<i>Hylephila phyleus phyleus</i>	5	0	5
<i>Vehilius almoneus almoneus</i>	5	0	5
<i>Vehilius vetula</i>	5	0	5
<i>Wallengrenia otho clavus</i>	4	0	4
<i>Callimormus radiola radiola</i> H	2	0	2
<i>Callimormus saturnus</i> H	2	0	2
<i>Dubiella dubius</i> H	2	0	2
<i>Panoquina lucas</i> H	2	1	1
<i>Vettius phyllus phyllus</i> H	2	0	2
<i>Xeniades chalestra chalestra</i> H	2	0	2
<i>Anthoptus insignis</i> H	1	0	1
<i>Charidia lucaria lucaria</i> H	1	0	1
<i>Cobalus calvina</i> H	1	1	0
<i>Cobalus virbius virbius</i> H	1	0	1
<i>Conga chidaea</i> H	1	0	1
<i>Cymaenes laza</i> H	1	0	1
<i>Cynea cynea</i> H	1	0	1
<i>Cynea diluta</i> H	1	0	1
<i>Damas clavus</i> H	1	0	1
<i>Papias ignarus</i> H	1	0	1
<i>Parphorus decora</i> H	1	0	1
<i>Perichares philetas adela</i> H	1	0	1
<i>Pompeus amblyspila</i> H	1	0	1
<i>Tellona variegata</i> H	1	0	1
<i>Thracides cleantes telmela</i> H	1	1	0
<i>Venas caeruleans</i> H	1	0	1

cont.

PYRGINAE

<i>Tarsoctenus papias</i>	72	72	0
<i>Tarsoctenus praecia rufibases</i>	72	72	0
<i>Pyrgus orcus</i>	21	0	21
<i>Hyalothyrus infernalis infernalis</i>	19	3	16
<i>Entheus priassus</i>	17	1	16
<i>Autochton itylus</i>	14	1	13
<i>Chrysoplectrum perniciosus perniciosus</i>	12	12	0
<i>Cogia calchas</i>	11	0	11
<i>Quadrus cerialis</i>	9	0	9
<i>Urbanus simplicius</i>	9	0	9
<i>Autochton zarex</i>	8	0	8
<i>Heliopetes arsalte arsalte</i>	8	0	8
<i>Urbanus doryssus doryssus</i>	8	1	7
<i>Astraptus fulgerator fulgerator</i>	6	1	5
<i>Autochton neis</i>	6	1	5
<i>Ouleus fridericus fridericus</i>	6	0	6
<i>Phanus marshalli</i>	6	0	6
<i>Polythrix ceculus</i>	6	5	1
<i>Urbanus dorantes dorantes</i>	6	0	6
<i>Urbanus teleus</i>	6	0	6
<i>Autochton longipennis</i>	5	0	5
<i>Entheus bombus</i>	5	3	2
<i>Phanus vitreus</i>	5	4	1
<i>Pythonides jovianus jovianus</i>	5	0	5
<i>Augiades crinisis</i>	3	0	3
<i>Phanus ecitonorum</i>	3	1	2
<i>Viola violellaP</i>	3	0	03
<i>Aethilla echinaP</i>	2	2	0
<i>Aguna coeleusP</i>	2	0	2
<i>Anastrus obscurus narvaP</i>	2	1	1
<i>Astraptus apastus apastusP</i>	2	2	0
<i>Chioides catillus catillusP</i>	2	0	2
<i>Chrysoplectrum pervivaxP</i>	2	2	0
<i>Myrinia santa monkaP</i>	2	2	0
<i>Nisoniades macariusP</i>	2	0	2
<i>Oileides azinesP</i>	2	0	2
<i>Phanus sp.P</i>	2	0	2
<i>Pyrdalus corbulo corbuloP</i>	2	2	0
<i>Pythonides lerinaP</i>	2	0	2
<i>Pythonides limaeaP</i>	2	2	0
<i>Quadrus deyrollei portulanaP</i>	2	1	1
<i>Telemiades delalandeP</i>	2	2	0
<i>Typhedanus crameriP</i>	2	0	2
<i>Urbanus prontaP</i>	2	2	0
<i>Xenophanes tryxusP</i>	2	2	0

Cont.

<i>Anastrus obliqua</i> P	1	1	0
<i>Antigonus erosus</i> P	1	1	0
<i>Astrartes enotrus</i> P	1	0	1
<i>Astrartes janeira</i> P	1	1	0
<i>Astrartes sp.</i> P	1	0	1
<i>Clito aberrans</i> P	1	1	0
<i>Clito zelotes</i> P	1	1	0
<i>Cycloglypha thrasibulus thrasibulus</i> P	1	0	1
<i>Dyscophellus euribates euribates</i> P	1	0	1
<i>Ebrietas anacreon anacreon</i> P	1	0	1
<i>Entheus eumelus</i> P	1	1	0
<i>Gorgythion begga pyralina</i> P	1	1	0
<i>Gorgythion beggina escalophoides</i> P	1	0	1
<i>Marela tamyroides</i> P	1	0	1
<i>Nascus paullinae</i> P	1	0	1
<i>Oileides fenestratus</i> P	1	0	1
<i>Oileides vulpinus guaianensis</i> P	1	1	0
<i>Pachyneuria sp.</i> P	1	0	1
<i>Phareas coeleste</i> P	1	0	1
<i>Polythrix metallescens</i> P	1	1	0
<i>Porphyrogenes sp.</i> P	1	0	1
<i>Pseudodrephalys sohni</i>	1	1	0
<i>Pythonides grandis assecla</i> P	1	0	1
<i>Pythonides herennius herennius</i> P	1	0	1
<i>Quadrus funda</i> P	1	0	1
<i>Salatis salatis</i> P	1	0	1
<i>Spioniades artemides</i> P	1	0	1
<i>Talides sergestus</i> P	1	1	0
<i>Telemiades vanza</i> P	1	0	1
<i>Udranomía orcinus</i> P	1	0	1
<i>Urbanus velinus</i> P	1	1	0
<i>Chrysoplectrum perna</i> P	2	1	1

PYRRHOPYGINAE

<i>Pyrrhopyge proculus cintra</i>	12	83,3	02
<i>Elbella azeta azeta</i>	1	100	0
<i>Elbella blanda</i>	1	100	0
<i>Elbella etna</i>	1	100	0
<i>Pyrrhopyge sp.</i>	1	0	01
Total de Indivíduos	727		