

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DINÂMICA POPULACIONAL E POLIFENISMO SAZONAL DE *Eurema*
elatheia CRAMMER, 1777 (LEPIDOPTERA: PIERIDAE)

por

Rafael Luís de Barros Neto

Uberlândia-MG
Junho, 1996

AGRADECIMENTOS

Aos vários amigos conquistados durante o curso.

Aos professores, que com carinho e compreensão, transmitem os seus conhecimentos para seus alunos.

Aos técnicos e funcionários do Departamento de Biociências.

Aos meus pais, pelo apoio e compreensão.

À minha família, em especial à Darlane minha esposa e meus filhos, Luís Felipe e Kennedy.

E sobretudo à Deus, pois sem Ele nada existiria e assim não poderia ser realizada esta monografia.

1. RESUMO

Polifenismo, ou dimorfismo sazonal, é a ocorrência de dois ou mais fenótipos, com variação contínua, em uma população de uma espécie em resposta a variações climáticas.

Nesta pesquisa foi caracterizado o modelo de variação polifênica da borboleta *Eurema elathea*, e sua relação com variáveis climáticas, bem como, a dinâmica populacional dos tipos polifênicos desta espécie.

A análise morfométrica dos diferentes tipos polifênicos foi realizada em 239 indivíduos coletados entre março e junho de 1996, na periferia da cidade de Uberlândia, os quais foram medidos, pesados, e calculadas as áreas alares.

A frequência dos diferentes tipos polifênicos variou de forma sazonal neste período, e esteve intimamente relacionada à precipitação pluviométrica mensal. Nos períodos secos, predominaram os tipos claros, e nos períodos de maior umidade os tipos mais escuros.

Os tipos claros foram mais recapturados do que os tipos escuros, sugerindo que ocorre dispersão da população nos períodos de maior umidade.

Os tipos polifênicos de machos de *Eurema elathea* apresentaram diferenças quanto à frequência de recaptura, quanto à longevidade e comprimento do corpo. As fêmeas claras e escuras não apresentaram diferenças em nenhuma das variáveis morfométricas analisadas.

Eurema elathea apresentou dimorfismo sexual quanto à área alar e peso dos adultos.

2. INTRODUÇÃO

No ano da morte de Charles Darwin (1882) foi publicada a edição inglesa do livro 'Estudo da Teoria da Descendência' de Weismann. Este livro contém a primeira citação de experimentos sobre polifenismo, atribuídos à Dorfmeister (1864). Portanto, o polifenismo vem sendo estudado há mais de 130 anos, e representa um tema importante na biologia evolutiva.

Polifenismo, dimorfismo sazonal ou polifenismo sazonal, é a produção de dois ou mais fenótipos em indivíduos que não diferem no seus conteúdos genéticos, em resposta a fatores abióticos do meio ambiente (SHAPIRO, 1984). Entretanto, estudos recentes sugerem que muitas das diferenças morfológicas do polifenismo, têm uma influência

genética maior do que se pensava (VIA, 1984; GROETERS & DINGLE, 1987; STEARNS, 1989; KINGSOLVER & WIERNASZ, 1991a, 1991b).

O polifenismo difere do polimorfismo, pois naquele (no polifenismo) a variação fenotípica é contínua, e mais relacionada com o ambiente, enquanto no polimorfismo, a variação é descontínua (fenótipos discretos) e resulta, principalmente, de diferenças genéticas.

Em geral, o polifenismo sazonal em latitudes temperadas está sob controle combinado de temperatura e fotoperíodo (SMITH, 1991; NYLIN, 1989). Em latitudes tropicais, o fotoperíodo tem pouca influência no controle do polifenismo, o qual está mais relacionado com a variação da temperatura e da umidade (SHAPIRO, 1984; SMITH et al., 1988).

Hovanitz (1948) encontrou diferenças significativas na atividade de vôo de 'duas fases coloridas' (denominadas na presente monografia de tipos polifênicos, ou morfotipos) de fêmeas de *Colias eurytheme* (Lepidoptera: Pieridae). A fase branca é relativamente mais abundante no início da manhã, logo após, a fase alaranjada aumenta em abundância, e então, a frequência das brancas diminui.

McLeod (1968) encontrou diferenças na pigmentação nos estádios de larva, pupa e adulto de *Precis octavia* Crammer (Lepidoptera: Pieridae). O autor considerou que a variação da temperatura foi o único fator que influenciou as diferenças na pigmentação. Este autor cita ainda a ocorrência de diferenças no número de estádios larvais: um grupo mantido à temperatura constante de 21°C e sem controle de umidade, exibiu sete estádios larvais, enquanto a média para esta espécie foi de cinco estádios. Contudo, os fatores que levaram à esta variação no número de estádios larvais não foram esclarecidos.

Brakefield & Larsen (1984) demonstraram que diferenças no sucesso reprodutivo e na atividade de diferentes espécies, podem ser devidas à adaptação a modelos repetitivos de mudanças no ambiente, diferenças no comportamento, ou diferenças na natureza dos predadores. Jones et al. (1984), demonstraram (através de criação em condições controladas de temperatura e fotoperíodo) que espécies diferentes (*Eurema sana* e *E. laeta lineata*) eram na verdade dois morfotipos de *Eurema laeta lineata* (Minskin) (Lepidoptera: Pieridae).

Braby (1994), estudando o polifenismo no gênero *Mycalesis* Hübner (Lepidoptera: Nymphalidae) na Austrália, observou que os morfotipos da estação seca eram reprodutivamente dormentes, crípticos, geralmente maiores e menos ativos, e se agregavam em refúgios úmidos. Os morfotipos da estação úmida reproduziam-se continuamente, e raramente faziam diapausa ou agregação. Segundo este último autor, o polifenismo pode ser interpretado como uma estratégia de sobrevivência na estação seca, minimizando o risco de predação durante o período em que as fêmeas estão agregadas em diapausa. Braby (1994) encontrou ainda, diferenças no comprimento do corpo, medido através do comprimento das asas posteriores. Concluindo que este caso de polifenismo sazonal está sob influência da temperatura.

Jones & Rienks (1987) demonstraram que a reprodução nos representantes australianos do gênero *Eurema* Hübner (Lepidoptera: Pieridae) é sazonal. Os autores apresentam três mecanismos de adaptação à sazonalidade do ambiente: diferenças na distribuição geográfica em diferentes períodos do ano, diapausa reprodutiva dos adultos durante o inverno, e atividade reprodutiva relacionada com a precipitação.

Jones (1992) verificou mudanças fenotípicas sazonais no tamanho do corpo e padrão de coloração dos adultos do gênero *Eurema* Hübner. Os adultos menores estavam presentes em maior proporção durante o verão úmido do que no inverno seco. Segundo este autor, a diminuição no tamanho do corpo, provavelmente está relacionada com limitações de recursos alimentares no período do inverno. As variações encontradas no campo, puderam ser reproduzidas em laboratório, variando-se a temperatura e o fotoperíodo.

Como podemos notar, existe uma distinção dos estudos de evolução de 'processos' daqueles de 'modelos'. Estes estudos de 'modelos' dão suporte à outras pesquisas para a construção e teste de hipóteses sobre as funções e mecanismos da evolução (processos). O polifenismo pode ser então classificado, dentro deste novo conceito de evolução, como o estudo de 'modelos' relacionados com fatores que apresentam variação sazonal, tais como o clima e características dos microhabitats como umidade e iluminação. Estudos de 'modelos' e 'processos' de diferenciação de fenótipos possibilitam uma melhor compreensão da variação fenotípica sazonal e geográfica.

Nesta pesquisa foi estudada uma população de *Eurema elathea* Cramer, 1777 (Lepdoptera: Pieridae), espécie muito comum em áreas com alto grau de perturbação antropogênica, tais como áreas urbanas, pastagens e campos de cultivo (RUSZCZYK, 1987; BROWN, 1992). As borboletas do gênero *Eurema* são pequenas, amarelas, alaranjadas ou brancas e têm, em geral, as margens das asas pretas. Os machos adultos de *E. elathea* têm as asas anteriores amarelas dorsalmente, com o ápice preto e uma faixa alaranjada marginal (Fig. 1). As asas posteriores dos machos são mais claras dorsalmente e apresentam o ápex e região marginal pretos. O lado ventral das asas é amarelo, sendo que quanto mais melanizada a face dorsal da asa anterior, mais clara é a face ventral. O lado dorsal das asas anteriores e posteriores das fêmeas é amarelo e o ápice da asa posterior preto. A margem distal da asa anterior varia de cinza (fêmeas claras) a preto (fêmeas escuras) e o lado ventral é amarelo.

As larvas de *Eurema elathea* alimentam-se principalmente do topete de cardeal (*Calliandra tweedii*), da soja (*Glycine max*), do amendoim (*Arachis hypogaea*), de *Cassia* spp. (Caesalpinaceae), de

Stylosanthes sp., de *Zornia* spp. (Fabaceae), *Thevetia* spp. (Apocynaceae) (BIEZANKO, 1958; DeVRIES, 1987; BROWN, 1992).

2.1. Objetivos

Esse trabalho tem o objetivo de caracterizar o modelo de variação polifênica de *Eurema elathea*. Nesta caracterização, realizou-se uma análise morfométrica dos diferentes tipos polifênicos observáveis nesta espécie. Analisou-se também, a dinâmica populacional deste lepidóptero, com ênfase especial na frequência relativa dos diferentes tipos polifênicos ao longo do ano e sua relação com as variações climáticas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Classificação dos Tipos Polifênicos de *E. elathea*

O gradiente de variação fenotípica de *E. elathea* foi dividido em seis classes, as quais contém indivíduos que apresentam, desde uma barra preta próxima à margem inferior das asas anteriores e separada da margem inferior por uma mancha alaranjada (Fig. 1, tipo I), até somente a mancha alaranjada, sem a presença da barra preta (Fig. 1, tipo VI). Entre os dois tipos polifênicos citados foram classificados outros quatro tipos:

-tipo II, apresenta a barra preta da margem inferior da asa anterior levemente inclinada e mais estreita que a do tipo I;

ÍNDICE

1. RESUMO.....	1
2. INTRODUÇÃO.....	3
2.1. Objetivos.....	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3.1. Classificação dos Tipos Polifênicos de <i>E. elathea</i>	10
3.2. Área de Estudo.....	12
3.3. Estudos Populacionais.....	14
3.4. Análise Morfométrica dos Tipos Polifênicos.....	15
3.4.1. Pesagem.....	16
3.4.2. Medição do Comprimento do Corpo.....	16
3.4.3. Cálculo da Área Alar.....	16
3.5. Análises Estatísticas.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1. Dinâmica Populacional de <i>Eurema elathea</i>	20
4.1.1. Situação nos Dormitórios.....	27
4.2. Análise Morfométrica dos Tipos Polifênicos.....	29
4.3. Diferenças Comportamentais entre os Tipos Polifênicos.....	32
4.3.1. Fidelidade ao dormitório.....	32
4.3.2. Probabilidade de Recaptura dos Tipos Polifênicos de Machos.....	33
4.4. Tempo Médio de Permanência na População (longevidade).....	35
4. CONCLUSÕES.....	37
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

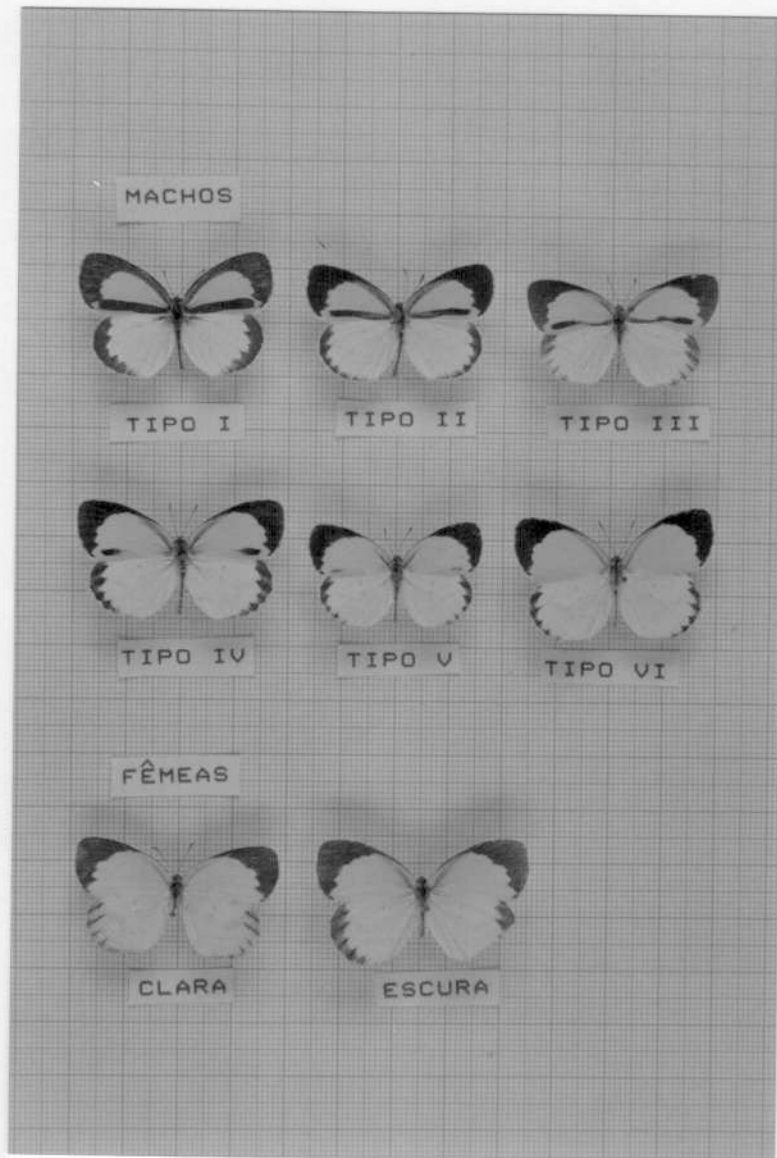


Figura 1: Vista dorsal dos tipos polifênicos de *Eureka elathea*.

-tipo III, apresenta a barra preta da asa anterior da margem inferior em forma de S contínuo ou não;

-tipo IV, apresenta a barra preta da margem inferior da asa anterior desde a metade do comprimento da margem até aproximadamente 1.5 mm de largura;

-tipo V, apresenta a barra preta da margem inferior da asa anterior menor (até 1 mm de largura) e menos melanizada do que a do tipo IV.

Todos os tipos descritos acima apresentam a mancha alaranjada na margem inferior da asa anterior.

3.2. Área de Estudo

O estudo foi realizado na cidade de Uberlândia, MG ($18^{\circ}55'S$, $48^{\circ}17'W$) localizada sobre o Planalto Setentrional da Bacia do Paraná. O relevo é caracterizado por sua forma suavemente ondulada, com rara ocorrência de vales, e está incrustado em formações sedimentares.

O clima da região é do tipo Aw (classificação de Köppen), quente e seco, apresentando duas estações bem definidas: uma úmida no verão e outra seca no inverno. A temperatura permanece quase constante durante todo ano, enquanto a precipitação mensal é marcadamente sazonal (Fig. 3, C).

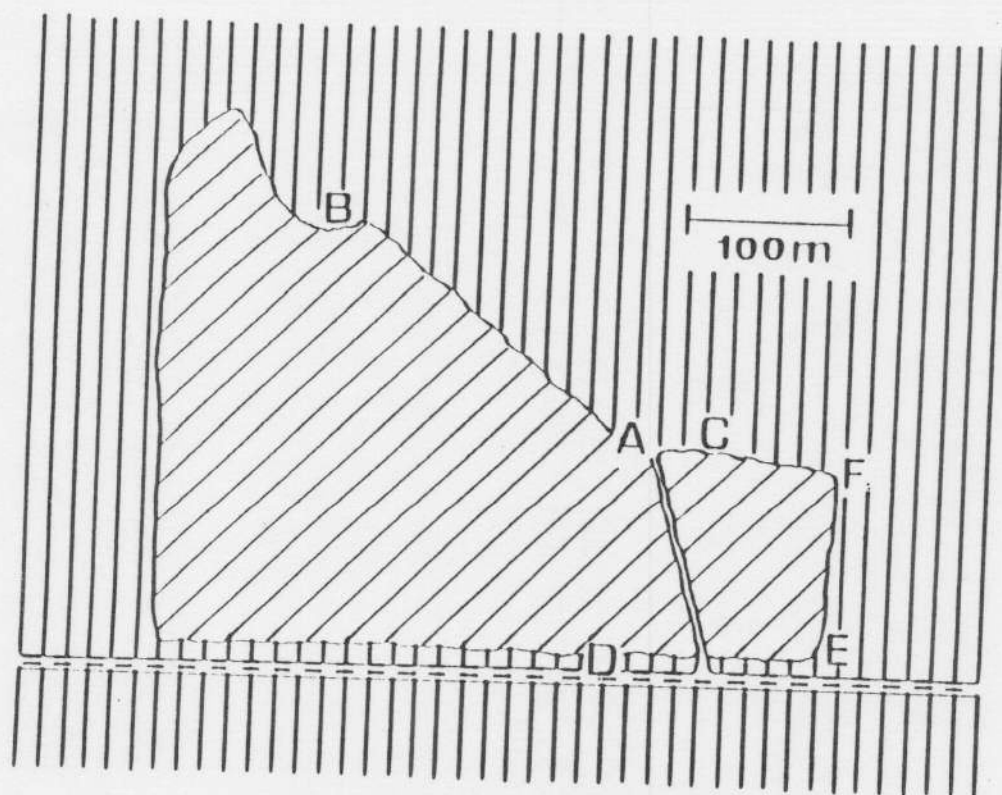


Figura 2: Mapa esquemático da área de estudo com a localização de seis dormitórios (A-F) de *Eurema elathea*. As linhas oblíquas representam a mata de galeria, e as linhas verticais, áreas de campo.

A cobertura vegetal na periferia da cidade de Uberlândia apresenta remanescentes da vegetação de cerrado, ocorrendo matas de galeria e veredas onde as condições edáficas e hídricas são favoráveis.

Os dados apresentados nesta pesquisa foram obtidos em seis dormitórios na Granja Marileuza, periferia de Uberlândia (1.7 km do Campus Umuarama-UFU). Estes dormitórios (Fig. 2, A-F), margeiam um fragmento de mata de galeria (7.5 ha) situado em topo de elevação suave, próximo de uma estrada asfaltada pouco transitada, que dá acesso à sede da granja. Toda a mata é cercada por pastagens para o gado, que freqüentemente é observado nas proximidades dos dormitórios.

3.3. Estudos Populacionais

A dinâmica populacional de *E. elathea* foi estudada à partir de dados brutos, coletados na Granja Marileuza pelos biólogos Alexandre Ruszczyk e Paulo Cesar Motta, no período de maio de 1992 a junho de 1994. Neste período, os seis dormitórios vistos na Figura 2 foram examinados semanalmente e em seqüência, entre 7:30-8:30. A maioria dos indivíduos foi capturada e marcada enquanto estes estavam pousados nos dormitórios, devido a dificuldade do vôo em baixas temperaturas, e o

hábito gregário dos adultos. Os indivíduos foram numerados com caneta de retroprojeter insolúvel em água. Registrava-se o número do indivíduo, o sexo, o tipo polifênico dos machos (item 3.1.), a classe de idade (novo, médio ou velho), os indivíduos recapturados, e a presença de marcas de bicadas nas asas. O exame dos seis dormitórios se estendia por uma hora ou mais nas épocas de grande abundância deste inseto, permanecendo-se em média 20 minutos em cada dormitório.

3.4. Análise Morfométrica dos Tipos Polifênicos

As coletas de *E. elathea* para análise morfométrica foram realizadas entre março e junho de 1996, no período da manhã, de duas a cinco vezes por semana, na mesma área de estudo da dinâmica populacional. Eram coletados somente indivíduos que apresentavam asas com cores firmes, de aspecto novo, indicando serem indivíduos que emergiram recentemente. Estes indivíduos foram capturados com redes entomológicas manuais, e armazenados em envelopes entomológicos numerados. Posteriormente, eles eram resfriados, dentro de um pote hermeticamente fechado, em uma câmara de refrigeração. No mesmo

dia da captura, ou no máximo 18 horas após, eram tomadas as medidas relevantes à pesquisa, seguindo a metodologia abaixo.

3.4.1. Pesagem

Os indivíduos foram pesados em uma balança analítica (com aproximação de uma miligrama), logo após serem retirados de seus envelopes entomológicos e permanecerem imóveis.

3.4.2. Medição do Comprimento do Corpo

O comprimento do corpo foi medido com paquímetro, à partir da extremidade da cabeça até o final do abdômen. O indivíduo era colocado em posição lateral, apoiado em uma superfície lisa, e com as asas em posição normal de pouso. Os indivíduos foram medidos quando imóveis e com o corpo reto.

3.4.3. Cálculo da Área Alar

Para cálculo da área alar foram desenhados em papel vegetal milimetrado os contornos das asas anteriores e posteriores esquerdas de cada indivíduo. Estes contornos foram posteriormente ampliados 30%, para facilitar o cálculo da área alar em milímetros quadrados.

3.5. Análises Estatísticas

As diferenças entre os tipos polifênicos quanto às médias das variáveis morfométricas, e quanto às médias do intervalo de tempo decorrido entre a marcação e a última recaptura foram comparadas através de análises de variância. Nas comparações da média do intervalo de tempo decorrido entre a marcação e a última recaptura, os indivíduos dos tipos I e II foram agrupados para se obter um tamanho amostral maior. As diferenças nas médias das variáveis morfométricas entre fêmeas claras e escuras, e entre o total de fêmeas o total de machos foram comparados através de testes t. Primeiramente, se verificou a normalidade das variáveis, tanto nas análises de variância quanto nos testes t, realizando-se as transformações de variáveis necessárias para sua normalização (indicadas entre parênteses). As freqüências de machos e fêmeas que permaneceram em um mesmo dormitório, ou se deslocaram para outro dormitório foram comparadas pelo teste de qui-quadrado. Também foram comparadas por este teste as proporções de machos e fêmeas marcados e recapturados e as freqüências dos diferentes tipos polifênicos de machos nos seis dormitórios.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indivíduos de *Eurema elathea* encontrados na região de Uberlândia foram observados ovopositando em *Stylosanthes* sp. (Fabacea), entretanto, as larvas desenvolveram-se bem em plantas de soja em condições de laboratório. Segundo DeVries (1987) os estádios larvais de *E. elathea* são similares aos de *E. daria*.

Os adultos agregam-se no final da tarde (entre 15:30 e 16:00 horas) em dormitórios onde passam a noite. Na manhã seguinte, se dispersam, voltando a se agregarem no final da tarde. Os dormitórios correspondem a áreas de campo baixo, mais ou menos pastado, localizados na interface campo/mata, em locais sombreados por galhos que emergem da borda da mata.

Os machos, na ocasião da cópula, perseguem as fêmeas, realizando vôos em zig-zag, até que estas pousem na vegetação. Então, o macho pousa ao lado da fêmea, e distende uma das asas anteriores paralelamente ao substrato (enquanto as outras três permanecem em posição normal de pouso), ocorrendo o contato entre as genitálias. A seguir o casal voa até uma altura de aproximadamente 30 m, onde, provavelmente realizam a cópula. É provável que as fêmeas copulem mais de uma vez, pois foi observada uma fêmea interromper a postura de seus ovos e reagir à presença de um macho que fazia a corte. Entretanto, neste caso não foi observado a cópula propriamente dita.

Após encontrar uma planta hospedeira, a fêmea coloca um ovo na face abaxial das folhas. Logo após a eclosão, a larva come parte da casca do ovo e, dependendo da disponibilidade de alimento, pode comer toda a casca.

Os adultos de ambos os sexos se alimentam de néctar de flores diminutas, mas somente os machos podem ser observados em fezes de gado e no barro de áreas próximas a cursos d'água.

4.1. Dinâmica Populacional de *Eurema elathea*

No período de maio de 1992 à junho de 1994 foram marcados 2032 indivíduos nos seis dormitórios da área de estudo. Deste total, 1364 eram machos e 668 fêmeas (razão sexual de 2.04). Foram recapturados 206 machos e 112 fêmeas (razão sexual de 1.84), o que representa 15.7 % do total de indivíduos. A proporção de machos e fêmeas não diferiu significativamente entre a captura e a recaptura ($\chi^2=0.683$, $gl=1$, $P=0.4087$). A razão sexual (considerando o número total de indivíduos capturados) diferiu significativamente de 1:1 ($\chi^2=238.4$, $gl=1$, $P<0.001$). As fêmeas foram menos freqüentes do que os machos ao longo do período de coleta, com exceções dos períodos de redução no tamanho da população, quando a razão sexual se aproximou da unidade (Fig. 3, A, B). A igualdade na razão sexual ocorre na grande maioria das espécies de borboletas (EHRLICH et al., 1984). Estes desvios na razão sexual, tanto na captura, quanto na recaptura de *E. elathea*, contrastam com os obtidos nos ninfalídeos *Brassolis sophorae* Linné, 1758 (Lepidoptera: Brassolinae) na periferia da cidade de Campinas, SP (razão sexual de 0.91) (RUSZCZYK & CARVALHO, 1993) e *Placidula euryanassa* Felder & Felder, 1860 (Lepidoptera: Nymphalidae)

respectivamente, 1.46 e 1.35 na captura e recaptura (FREITAS, 1993). Entretanto, a porcentagem de indivíduos de *E. elathea* recapturados (15.7%) foi muito inferior à de *P. euryanassa* (32.4 %) e às altas porcentagens de recapturas verificadas por Fortunato & Ruszczyk (1996) em espécies de ninfalídeos frugívoros estudados na mesma área de presente pesquisa.

O número de machos e fêmeas marcados e recapturados (Fig. 3, A e B) variou marcadamente durante o período de coleta, com picos máximos de abundância nos períodos secos e reduções nos períodos úmidos. Variações semelhantes na abundância de lepidópteros adultos relacionadas com a precipitação mensal são normais na região de Uberlândia (FORTUNATO & RUSZCZYK, 1996) e em outras regiões do Brasil com climas semelhantes (RODRIGUES et al., 1993).

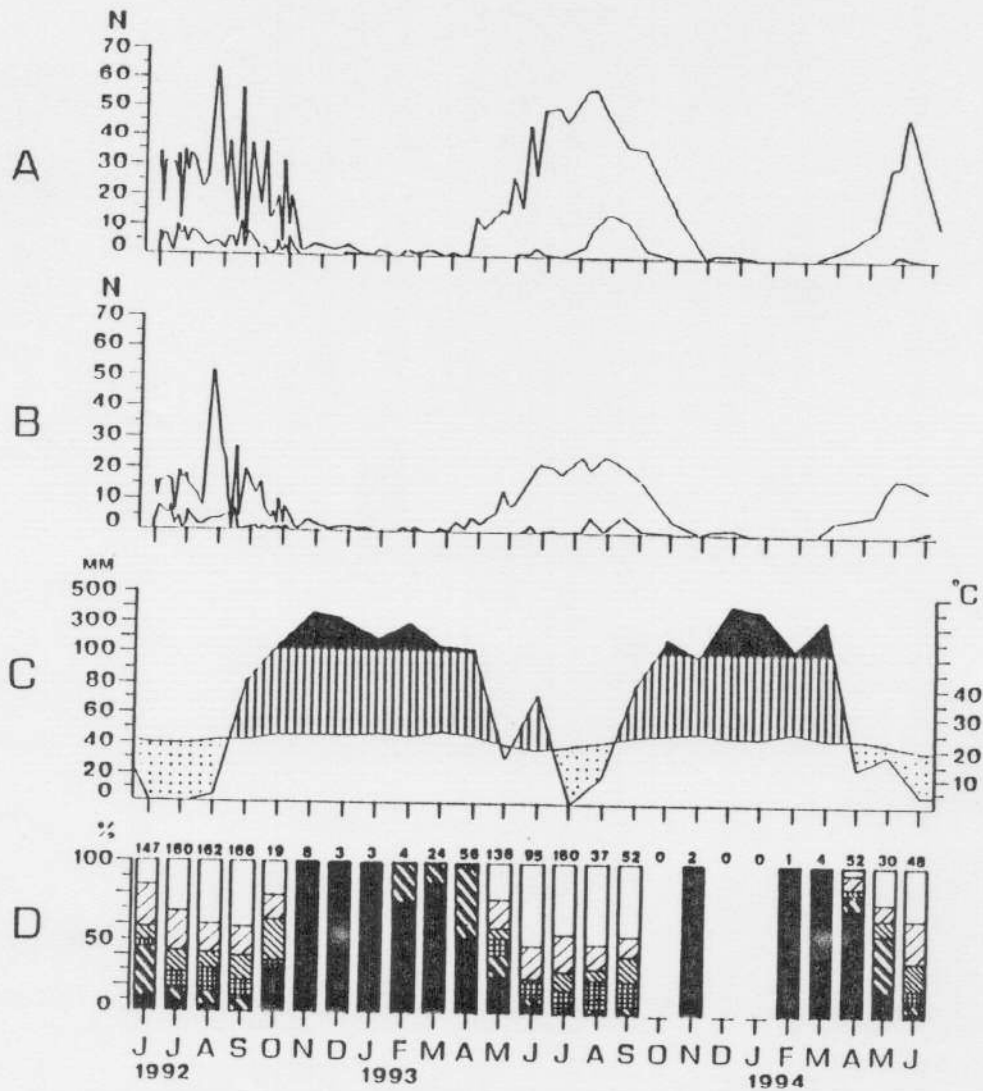


Figura 3: A, número de machos de *Eureka elathea* marcados (linha superior) e recapturados (linha inferior); B, número de fêmeas de *E. elathea* de marcadas (linha superior) e recapturadas (linha inferior); C, climatograma para a região de Uberlândia-MG, entre 1992-1994. Segundo Walters, 1971 (pontilhado, período seco; linhas verticais, período úmido; e em preto, período superúmido); D, porcentagem dos diferentes tipos polifênicos de machos de *E. elathea* capturados. Em seqüência de baixo para cima no mês de agosto de 1992: tipo I, tipo II, tipo III, tipo IV, tipo V e tipo VI. Os números sobre as barras indicam o número de indivíduos utilizados no cálculo das porcentagens.

Do total de indivíduos capturados (2032), somente 1.57% apresentou marcas de bicadas nas asas, sugerindo que os adultos desta espécie, apesar de serem muito abundantes, não representam um item importante na dieta das aves. Esta baixa porcentagem contrasta com os valores de até 50 % verificados nos ninfalídeos frugívoros na mesma área de estudo (FORTUNATO & RUSZCZYK, 1996).

As frequências dos diferentes tipos polifênicos de machos apresentaram uma variação marcadamente sazonal, intimamente relacionada com a precipitação (Fig. 3, D). O tipo I (Fig. 1), o mais escuro, foi mais freqüente nos períodos úmidos e superúmidos (de agosto à abril, Fig. 3, C e D), representando uma menor proporção do total de machos nos períodos secos, quando predominaram os tipos mais claros (tipo V e VI). O tipo II (Fig. 1) foi observado em maior proporção nos períodos secos (de abril à agosto, Fig. 3, C) e também nos períodos úmidos. Durante os períodos secos e úmidos o tipo III representou uma porcentagem constante do total de indivíduos registrados. Os tipos IV, V e VI foram observados nos períodos secos, mas também foram representados, em pequena porcentagem, no início do período úmido.

Almeida et al. (1986) relataram (sem quantificar) a ocorrência simultânea do tipo I e VI de *E. elathea* (denominadas de formas de inverno e verão por estes autores) na região de Maringá, PR. Outros autores (HOVANITZ, 1943, 1945, 1948; BRABY, 1994) também relataram a ocorrência simultânea de mais de um tipo polifênico em uma mesma população de borboletas.

Quanto às classes de idade dos indivíduos, os machos novos constituíram uma alta e constante porcentagem do total de indivíduos no período de estudo (Fig. 4). Os machos médios foram registrados, principalmente, nos períodos secos, mas também estiveram representados em outros períodos. Os machos velhos sempre representaram uma pequena porcentagem na população (abaixo de 15%, com exceção de setembro de 1993). As porcentagens de machos velhos e médios aumentaram nos períodos úmidos, quando o tamanho da população diminuiu.

As fêmeas apresentaram uma variação maior nas porcentagens das classes de idade do que os machos, entretanto, sua variação seguiu o mesmo padrão, com exceção das fêmeas velhas, que

aumentaram sua porcentagem na população dois a três meses antes do início dos períodos úmidos; indivíduos velhos predominarem em baixas proporções na população ao longo dos anos, e a longevidade máxima destes indivíduos ser grande (até 91 dias, Fig. 5), pode-se supor que os indivíduos de *E. elathea* se dispersam no período úmido, o que explicaria a diminuição no tamanho da população nestes períodos do ano.

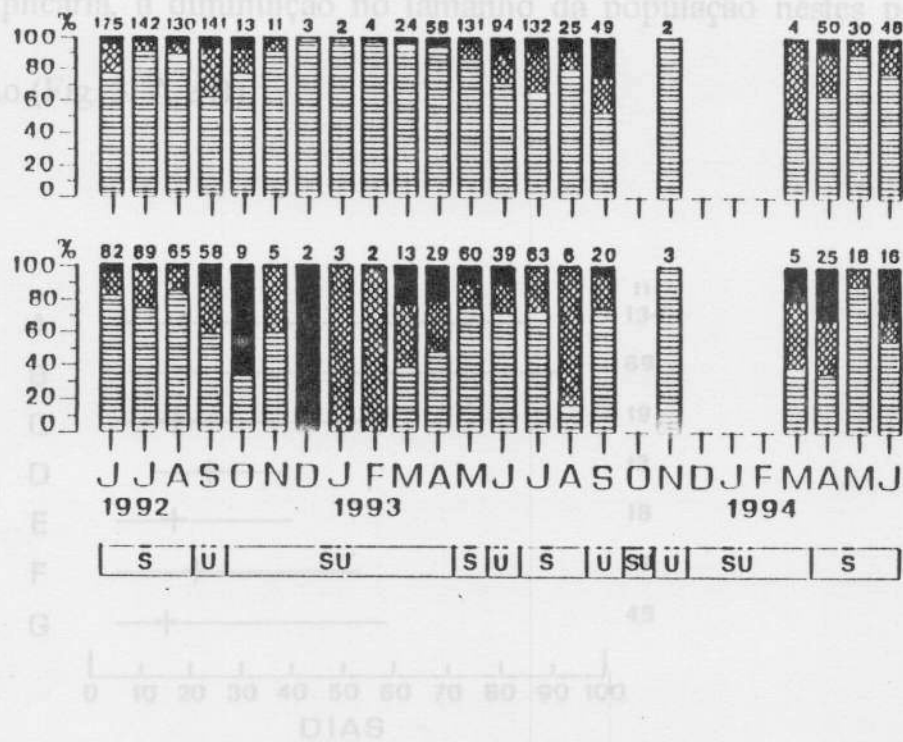


Figura 4: Porcentagem das classes de idade de *Eurema elathea*. Dados coletados na periferia de Uberlândia-MG entre 1992-1994. O conjunto de barras superior indica os machos, e conjunto inferior as fêmeas. Linhas horizontais, indivíduos novos; quadriculado, indivíduos médios; e em preto, indivíduos velhos. Os números sobre as barras indicam o tamanho amostral. O diagrama horizontal na base da figura indica os períodos secos (S), úmidos (U) e superúmidos (SU).

4.1.1. Situação nos Dormitórios

Considerando o total de indivíduos capturados (Tab. 1, 1992-1994), não ocorreram diferenças significativas nas frequências dos diferentes tipos polifênicos de machos entre os seis dormitórios (tipo I, $\chi^2= 9.275$, gl= 5, P= 0.0986; tipo II, $\chi^2= 3.488$, gl= 5, P= 0.6253; tipo III, $\chi^2= 4.516$, gl= 5, P= 0.4780; tipo IV, $\chi^2= 5.790$, gl= 5, P= 0.3272; tipo V, $\chi^2= 7.439$, gl= 5, P= 0.1900; e tipo VI, $\chi^2= 10.074$, gl= 5, P= 0.0732). Entretanto, quando foram analisados os dados obtidos em cada ano, pôde-se verificar diferenças quanto à frequências dos tipos polifênicos de *E. elthea*.

No ano de 1992, o tipo I foi mais freqüente nos dormitórios A, C e D do que nos demais dormitórios ($\chi^2= 2.249$, gl= 2, P= 0.324). Por outro lado, o tipo IV foi menos freqüente no dormitório A que nos demais dormitórios ($\chi^2= 13.209$, gl= 5, P= 0.0215).

No ano de 1994, nenhum tipo apresentou diferenças de frequências entre os dormitórios (tipo I, $\chi^2= 5.344$, gl= 5, P=0.3753; tipo

Tabela 1: Porcentagem dos diferentes tipos polifênicos de machos de *Eurema elathea* coletados entre 1992-1994 em seis dormitórios na periferia de Uberlândia-MG.

Ano	Tipos Polifênicos	Dormitórios					
		A	B	C	D	E	F
1992	I	16.3	7.1	10.6	16.0	4.1	2.8
	II	16.3	17.6	12.4	5.3	12.3	16.7
	III	11.6	10.0	8.7	8.5	16.4	19.5
	IV	4.7	16.2	10.5	18.1	11.0	16.7
	V	29.0	19.1	16.8	27.6	20.6	11.0
	VI	22.1	30.0	41.0	24.5	35.6	33.3
	n	86	210	161	94	73	36
1993	I	22.8	24.4	12.1	11.5	24.2	23.3
	II	11.4	8.9	11.3	13.1	12.6	7.0
	III	11.4	9.8	13.1	9.8	9.5	14.0
	IV	7.6	4.9	11.2	4.1	11.6	14.0
	V	16.5	18.7	16.8	20.5	12.6	11.6
	VI	30.3	33.3	35.5	41.0	29.5	30.1
	n	79	123	107	122	95	43
1994	I	37.4	42.8	30.0	50.0	20.0	16.7
	II	9.4	20.0	10.0	9.4	10.0	33.3
	III	3.1	8.6	0	3.1	0	0
	IV	12.5	8.6	10.0	3.1	30.0	16.7
	V	18.8	8.6	35.0	6.3	30.0	0
	VI	18.8	11.4	15.0	28.1	10.0	33.3
	n	32	35	20	32	10	6
1992-1994	I	22.3	15.9	12.5	18.1	15.7	14.1
	II	13.2	14.6	11.8	9.7	12.4	12.9
	III	10.2	12.2	9.7	8.5	11.8	15.3
	IV	7.1	11.4	10.8	9.3	12.4	15.3
	V	22.3	17.5	18.1	21.4	16.9	10.6
	VI	24.9	28.4	37.1	33.0	30.8	31.8
	n	197	368	288	248	178	85

II, $\chi^2=4.574$, gl= 5, P= 0.4693; tipo III, $\chi^2= 1.400$, gl= 2, P= 0.4967; tipo IV, $\chi^2= 6.490$, gl= 5, P= 0.2614; e tipo VI: $\chi^2= 4.642$, gl= 5, P= 0.4611). Não foi possível comparar a abundância do tipo V em 1994, já que suas frequências observadas não atingiram o valor mínimo de cinco indivíduos em mais de um dormitório (aconselhável para testes de qui-quadrado). Assim, de uma maneira geral, não houve segregação de diferentes tipos polifênicos de machos em diferentes dormitórios, ou seja, a frequência relativa dos diferentes tipos foi semelhante nos diferentes dormitórios. Este resultado já era esperado devido à mobilidade dos indivíduos entre os vários dormitórios (ver Tab. 4).

4.2. Análise Morfométrica dos Tipos Polifênicos

Foram medidos 239 indivíduos de *E. elathea* (Tab. 2), capturados nas proximidades dos dormitórios, correspondendo a 35 machos de cada tipo polifênico, 20 fêmeas claras e 19 fêmeas escuras.

O peso médio das fêmeas foi significativamente maior do que o dos machos ($t= 2.621$, $t_{\text{crítico}}= 2.576$, gl= 247, $P < 0.01$). A média da área da asa anterior das fêmeas foi também significativamente maior do que a dos machos ($t= 4.446$, gl= 247, $P < 0.01$). Entretanto, a média da

área da asa posterior não diferiu significativamente entre os dois sexos ($t=2.496$, $gl=247$, $P<0.01$), bem como o comprimento médio do corpo ($t_{(log)}=2.178$, $gl=247$, $P<0.01$). Quando se comparou a área alar total (asa anterior + asa posterior), as fêmeas apresentam valores significativamente maiores do que os machos ($t=3.487$, $gl=247$, $P<0.01$). Desta maneira,

Tabela 2: Variáveis morfométricas ($X\pm DP$) dos tipos polifênicos de *Eurema elathea*.

Tipo Polifênico	N	Peso mg	Comprimento do Corpo mm	Área Alar Anterior mm ²	Área Alar Posterior mm ²	Área Alar Total mm ²
I	35	26.45±3.32	14.45±0.71	136.74±11.45	161.11±14.56	297.85±25.01
II	35	23.96±4.43	14.88±0.82	132.29±14.50	155.34±17.84	287.63±31.47
III	35	24.95±4.45	15.17±0.68	133.34±12.50	159.37±16.20	292.71±27.78
IV	35	25.74±4.20	15.16±0.68	135.43±10.01	157.09±15.19	292.51±24.52
V	35	26.20±3.28	15.32±0.71	135.49±12.20	159.26±14.22	294.74±25.34
VI	35	25.19±3.80	14.99±0.68	134.66±14.72	157.03±16.10	291.69±29.58
Fêmeas claras	20	27.33±7.03	14.73±0.75	142.70±13.62	162.95±15.82	305.65±28.00
Fêmeas escuras	19	27.43±3.96	15.05±1.26	145.95±8.32	166.95±11.45	312.90±18.78
Total de machos	210	25.42±3.99	15.16±0.73	134.66±12.60	158.20±15.66	292.86±27.25
Total de fêmeas	39	27.38±5.67	14.88±1.03	144.28±11.33	164.90±13.84	309.18±23.93

pode-se afirmar que esta espécie apresenta dimorfismo sexual quanto à área da asa anterior e peso dos indivíduos adultos. Também existe

dimorfismo sexual quanto ao padrão de coloração, como foi descrito no item 3.1.

Não ocorreram diferenças significativas entre os diferentes tipos polifênicos de machos com relação às médias de peso ($F= 1.880$, $gl= 5$, 209 ; $P= 0.899$), área da asa anterior ($F= 0.566$, $gl= 5$, 209 ; $P= 0.726$), área da asa posterior ($F= 0.616$, $gl= 5$, 209 ; $P=0.688$) e da área alar total ($F= 0.535$, $gl= 5$, 209 ; $P= 0.750$). As médias do comprimento do corpo dos machos dos tipos polifênicos II e VI não diferiram significativamente entre si, mas foram significativamente menores que dos outros tipos (Tab. 3).

Tabela 3: Análise de varância do comprimento do corpo dos diferentes tipos polifênicos de machos de *Eurema elathea*.

Fonte de Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	P
Entre	7.629	5	1.526	2.989	0.013
(II-VI) vs (I-III-IV-V)	7.406	4	1.852	3.637	0.007
II-vs-VI	0.223	1	0.223	0.393	0.533
Dentro	104.124	204	0.510		
Total	111.753	209			

As fêmeas claras não diferiram das escuras quanto ao peso ($t= 0.086$, $gl= 37$, $P< 0.01$), comprimento do corpo ($t_{(1/compr)}= 0.957$,

gl= 37, $P < 0.01$), área da asa anterior ($t = 0.892$, gl= 37, $P < 0.01$), área da asa posterior ($t_{(1/área)} = 1.01$, gl= 37, $P < 0.01$) e área total da asa ($t = 0.944$, gl= 37, $P < 0.01$).

4.3. Diferenças Comportamentais entre os Tipos Polifênicos

4.3.1. Fidelidade ao dormitório

Ao recapturar-se um determinado indivíduos, o mesmo pode ter sido anteriormente marcado ou capturado no mesmo dormitório da recaptura ou em outro (Tab. 4). Não houve diferença significativa entre machos e fêmeas quanto à mudança, ou permanência no dormitório ($\chi^2 = 0.502$, gl= 1, $P = 0.4785$). Estas diferenças também não foram observadas quando se compararam os diferentes tipos polifênicos de machos ($\chi^2 = 2.208$, gl= 5, $P = 0.8198$). Assim, a probabilidade de se recapturar um indivíduo no mesmo dormitório em que foi marcado ou capturado não diferiu entre os machos e fêmeas, e entre os diferentes tipos polifênicos de machos. Estes dados indicam que o grau de fidelidade ao dormitório não variou dentro desta espécie, sendo semelhante o padrão de 'microdistribuição' dos indivíduos.

Tabela 4: Número de indivíduos de *Eurema elathea* recapturados no mesmo dormitório em que haviam sido marcados, ou em outro dormitório. Dados coletados na periferia de Uberlândia-MG, entre 1992-1994.

Tipos Polifênicos	Recapturas	
	Dormitório da Marcação	Outro Dormitório
Machos		
I	6	3
II	5	6
III	8	11
IV	8	10
V	10	15
VI	25	26
Total de machos	73	77
Total de fêmeas	32	43

4.3.2. Probabilidade de Recaptura dos Tipos Polifênicos de Machos

Considerando-se o total de indivíduos marcados e recapturados (Tab. 5, linhas 10, 11 e 12), a frequência de recapturas não diferiu entre os tipos II, III, V e VI ($\chi^2 = 2.293$, $gl = 3$, $P = 0.5139$). O tipo IV apresentou uma frequência de recaptura maior que os demais tipos, não diferindo entretanto, dos indivíduos do tipo III ($\chi^2 = 2.202$, $gl = 1$, $P = 0.1379$). Por outro lado, o tipo I apresentou uma frequência de recaptura significativamente menor que os demais tipos ($\chi^2 = 25.653$, $gl = 5$, $P < 0.05$), com exceção do tipo II ($\chi^2 = 2.020$, $gl = 1$, $P = 0.1553$). Estes dados

reforçam a hipótese da dispersão da população durante os períodos úmidos, já que estes tipos polifênicos predominaram nos períodos de maior umidade.

Tabela 5: Frequência de marcação e recaptura dos diferentes tipos polifênicos de machos de *Eurema elathea*. Dados coletados na periferia de Uberlândia-MG, entre 1992-1994. Letras sobreescritas diferentes, indicam diferenças significativas ($P < 0.05$, teste χ^2) nas frequências de recapturas entre os tipos polifênicos.

Ano	Marcados Recapturados	Tipos Polifênicos					
		I	II	III	IV	V	VI
1992	Marcados	58	80	64	67	125	174
	Recapturados	7 ^a	13 ^a	9 ^a	22 ^{b,c}	20 ^a	35 ^{a,b}
	% Recaptura	12.1	16.3	14.1	32.8	16.0	20.1
1993	Marcados	105	60	52	40	85	176
	Recapturados	3 ^{b,c}	3 ^a	10 ^a	4 ^a	11 ^{a,c}	18 ^a
	% Recaptura	2.9	5.0	19.2	15.0	12.9	10.2
1994	Marcados	50	18	5	13	21	25
	Recapturados	2	0	0	1	0	0
	% Recaptura	4.0	0	0	7.7	0	0
1992- 1994	Marcados	213	158	121	120	231	375
	Recapturados	12 ^{a,b}	16 ^{a,c}	19 ^{c,d}	29 ^{d,e}	31 ^c	54 ^c
	% Recaptura	5.6	10.1	15.7	24.2	13.4	14.4

Contudo, quando os dados são analisados separadamente, ano a ano, nota-se que estas diferenças não são mantidas. Por exemplo, no ano de 1992 não ocorreram diferenças significativas nas frequências de recaptura entre os tipos I, II, III, V e VI ($\chi^2= 2.715$, $gl= 4$, $P= 0.6060$). E o tipo IV apresentou uma frequência de recaptura significativamente maior que os demais grupos ($\chi^2= 12.552$, $gl= 5$, $P= 0.0280$). Entretanto, comparando-se os tipos dois a dois não houve diferença significativa entre os tipos IV e VI ($\chi^2= 3.659$, $gl= 1$, $P= 0.0558$). No ano de 1993, os tipos II, III, IV e VI não diferiram quanto à frequência de recaptura ($\chi^2= 6.414$, $gl= 4$, $P= 0.1703$), e a frequência de recaptura dos machos do tipo I foi significativamente menor que os demais tipos, mas esta não diferiu da frequência do tipo V ($\chi^2= 5.599$, $gl= 1$, $P= 0.018$). Não foi possível analisar os dados de 1994 isoladamente, devido ao fato destes não terem atingido os valores mínimos recomendados para testes de qui-quadrado.

4.4. Tempo Médio de Permanência na População (longevidade)

Os tipos polifênicos de machos apresentaram diferenças quanto às médias de dias decorridos desde marcação até a última

recaptura (Fig. 5, Tab. 6). Os tipos I-II, IV e VI não diferiram entre si (Tab. 6, linha 2) quanto ao tempo médio de permanência na população. Por outro lado, os tipos III e V apresentaram valores significativamente maiores que os demais tipos (Fig. 5). Não foi possível comparar o conjunto total de machos em relação ao conjunto total de fêmeas, pois estes dois conjuntos de variáveis não apresentaram, individualmente, distribuição normal, apesar das várias transformações de variáveis realizadas.

Tabela 6: Análise de variância do intervalo de tempo entre a marcação e a última recaptura dos diferentes tipos polifênicos de machos de *E. elathea*.

Fonte de Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	P
Entre	0.887	4	0.222	2.662	0.0361
(I-II)vsIVvsVI	0.039	2	0.020	0.227	0.7976
IIIvsV	0.141	1	0.141	1.866	0.1802
Dentro	9.662	116	0.083		
Total	10.549	120			

A longevidade máxima de *E. elathea* (91 dias para uma fêmea, Fig. 5) verificada nesta pesquisa é comparável a obtida pelos lepidópteros frugívoros mais longevos estudados na mesma área de estudo por Fortunato & Ruszczyk (1996). Estes autores recapturaram os ninfalídeos *Hamadryas feronia*, *H. februa* e *Callicore selima* respectivamente, 99, 70 e 80 dias após a marcação.

4. CONCLUSÕES

1. A abundância de *Eurema elathea* variou sazonalmente ao longo do ano. Nos períodos secos, a população aumentou, diminuindo nos períodos úmidos. A razão sexual se manteve desigual com predominância dos machos ao longo do estudo.

2. Os tipos polifênicos de machos de *E. elathea* apresentaram variação sazonal nas suas proporções relativas, predominando os tipos 'claros' nos períodos secos e os tipos mais escuros nos períodos mais úmidos

3. Os indivíduos de *E. elathea* apresentaram um tempo máximo de permanência na população (longevidade máxima) de três

meses. Os tipos III e V permaneceram na população por um período de tempo maior que os demais tipos polifênicos .

4. A proporção de indivíduos novos na população sempre permaneceu alta, o que, juntamente com os dados de alta longevidade e maior tempo de permanência na população dos tipos III e V (característicos de períodos secos) sugere que as populações desta espécie se dispersa nos períodos úmidos.

5. O tipo I (característico de períodos úmidos) apresentou uma frequência de recaptura menor que os demais tipos. Este fato reforça a conclusão anterior.

6. As proporções dos diferentes tipos polifênicos de machos de *E. elathea* não variaram entre os diferentes dormitórios utilizados por esta espécie.

7. Não houve diferença entre machos e fêmeas, e entre os diferentes tipos polifênicos de machos, quanto à mudança/permanência em um mesmo dormitório.

8. *Eurema elathea* apresenta dimorfismo sexual quanto à área alar e ao peso dos adultos.

9. As médias das variáveis morfométricas dos diferentes tipos polifênicos de machos não diferiram entre si, com exceção dos tipos II e VI, que apresentaram tamanho do corpo menor do que os outros tipos.

10. As fêmeas claras e escuras não diferiram entre si quanto as variáveis morfométricas.

11. Os adultos de *Eurema elathea* não são itens alimentares importantes nas dietas das aves, uma vez que a frequência de marcas de bicadas nas asas dos indivíduos foi inferior a dois por cento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G. S. S., SOUZA, C. L. & MARQUES, E. E., 1986. Levantamento preliminar das espécies de borboletas (Rhopalocera) de ocorrência em Maringá (PR): I. Papilionoidea. Revista Unimar, Maringá 8(1): 29-36.
- BIEZANKO, C. M., 1958. Pieridae da Zona Sudeste do Rio Grande do Sul. Arq. Ent. Agron. "Eliseu Maciel" (I.A.S.), Pelotas, Série A, Ib.
- BORROR, D. J. & DeLONG, D. M., 1988. Introdução ao Estudo dos Insetos. Ed. Edgard Blücher, São Paulo, SP, 652 pp.
- BRABY, M. F., 1994. Phenotypic variation in adult *Mycalesis* Hübner (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) from the Australian wet-dry

- tropics. *Journal of the Australian Entomological Society* 33(4): 327-336.
- BRAKEFIELD, P. M. & LARSEN, T. B., 1984. The evolutionary significance of dry and wet season forms in some tropical butterflies. *Biological Journal of the Linnean Society* 22: 1-12.
- BROWN Jr., K. S., 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. IN *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. UNICAMP, Campinas, SP, pp. 142-187.
- DeVRIES, P. J., 1987. *The butterflies of Costa Rica and their natural history*. Princeton University Press, xxii + 327 pp.
- DORFMEISTER, G., 1864. Über die Entwicklung verschiedener während der Entwicklungsperioden angewandter Wärmegrade auf die Färbung und Zeichnung der Schmetterlinge. *Mitt. naturwiss. Verein, Steiermark*: 99-108.

- EHRlich, P. R.; LAUNER, A. E. & MURPHY, D., 1984. Can sex ratio be defined or determined? The case of a population of checkerspot butterflies. *American Naturalist* 124(4): 527-539.
- FREITAS, A. V. L., 1993. Biology and population dynamics of *Placidula euryanassa*, a relict ithomiine butterfly (Nymphalidae: Ithomiinae). *Journal of the Lepidopterists' Society* 47(2): 87-105.
- FORTUNATO, L. & RUSZCZYK, A., 1996. Comunidades de lepidópteros frugívoros em áreas verdes urbanas e extraurbanas de Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Biologia* (no prelo).
- GROETERS, F. R. & DINGLE, H., 1987. Genetic and maternal influences on life history plasticity in response to photoperiod by milkweed bugs (*Oncopeltus fasciatus*). *American Naturalist* 129: 332-346.
- HOVANITZ, W., 1943. Hybridization and seasonal segregation in two races of a butterfly occurring together in two localities. *Biological Bulletin* 85(1): 44-51.
- HOVANITZ, W., 1945. The combined effects of genetic and environmental variations upon the composition of *Colias*

- populations. *Annals of the Entomological Society of America* XXXVIII(4): 482-502.
- HOVANITZ, W., 1948. Differences in the field activity of two female color phases of *Colias* butterflies at various time of the day. *Contributions from the Laboratory of Vertebrate Biology, University of Michigan*. 41: 1-37.
- JONES, R. E., 1992. Phenotypic variation in Australian *Eurema* species. *Australian Journal of Zoology* 40: 371-383.
- JONES, R. E. & RIENKS, J., 1987. Reproductive seasonality in the tropical genus *Eurema* (Lepidoptera: Pieridae). *Biotropica* 19(1): 7-16.
- JONES, R. E.; RIENKS, J. & WILSON, L., 1985. Seasonally and environmentally induced polyphenism in *Eurema laeta lineata* (Lepidoptera: Pieridae). *Journal of Australian Entomological Society* 24: 161-167.
- KINGSOLVER, J. G. & WIERNASZ, D. C., 1991a. Dissecting correlated characters: Adaptive aspects of phenotypic covariation in melanization pattern of *Pieris* butterflies. *Evolution* 41(3): 491-503.

- KINGSOLVER, J. G. & WIERNASZ, D. C., 1991b. Seasonal polyphenism in wing-melanin pattern and thermoregulatory adaptation in *Pieris* butterflies. *American Naturalist* 137(6): 816-830.
- McLEOD, F. R. E. S., 1968. Controlled environment experiments with *Precis octavia* Cram. (Nymphalidae). *Journal of Research on the Lepidoptera* 7(1): 1-18.
- NYLIN, S., 1989. Effects of changing photoperiods in the life cycle of the comma butterfly, *Polygonia c-album* (Nymphalidae). *Ecological Entomology* 14(2): 209-218.
- RODIGUES, J. J. S., BROWN, K. S. & RUSZCZYK, A., 1993. Resources and conservation of Neotropical butterflies in urban forest fragments. *Biological Conservation* 64: 3-9.
- RUSZCZYK, A., 1987. Distribution and abundance of butterflies in the urbanization zones of Porto Alegre, Brazil. *Journal of Research on the Lepidoptera* 25(3): 157-178.
- RUSZCZYK, A. & CARVALHO Jr, M. C., 1993. Malfunction of ecdysis and female biased mortality in urban *Brassolis sophorae*

- (Nymphalidae: Brassolinae). *Journal of the Lepidopterists' Society* 47(2): 134-139.
- SHAPIRO, A. M., 1984. Polyphenism, phyletic evolution, and the structure of the pierid genome. *Journal of Research on the Lepidoptera* 23(3): 177-195.
- SMITH, K. C., 1991. The effects of temperature and daylength on the *Rosa* polyphenism in the buckeye butterfly, *Precis coenia* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Journal of Research on Lepidoptera* 30(3-4): 225-236.
- SMITH, D. A. S.; SHOESMITH, E. A. & SMITH, A. G., 1988. Pupal polymorphism in the butterfly *Danaus chrysippus* (L.); Environmental, seasonal and genetic influences. *Biological Journal of the Linnean Society* 33(1): 17-50.
- STEARNS, S. C., 1989. The evolutionary significance of phenotypic plasticity. *BioScience* 39 : 436-455.
- VIA, S., 1984. The quantitative genetics of polyphagy in an insect herbivore. II. Genetics correlations in larval performance within and among host plants. *Evolution* 38: 896-905.

WALTER, H., 1971. Ecology of Tropical and Subtropical vegetation.

Oliver & Boyd, Edinburgh, 51-7 pp.

WIESMANN, A., 1882. Studies in theories of descent. Trans. R. Medola.

Sampson, Low, London. 729 pp.