

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOQUÍMICA

**VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E ASSIMETRIA FLUTUANTE DE ABELHAS
EUGLOSSINAS (HYMENOPTERA, APIDAE) EM DIFERENTES ÁREAS E
ESTAÇÕES DISTINTAS EM UMA RESERVA DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Marcela Carlos da Silva

UBERLÂNDIA – MG
Março – 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOQUÍMICA

**VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E ASSIMETRIA FLUTUANTE DE ABELHAS
EUGLOSSINAS (HYMENOPTERA, APIDAE) EM DIFERENTES ÁREAS E
ESTAÇÕES DISTINTAS EM UMA RESERVA DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Marcela Carlos da Silva

Orientador: Dr. Warwick Estevam Kerr

Co-Orientadora: Dr^a Cecília Lomônaco

UBERLÂNDIA - MG

Março - 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOQUÍMICA

**VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E ASSIMETRIA FLUTUANTE DE ABELHAS
EUGLOSSINAS (HYMENOPTERA, APIDAE) EM DIFERENTES ÁREAS E
ESTAÇÕES DISTINTAS EM UMA RESERVA DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Marcela Carlos da Silva

Orientador: Dr. Warwick Estevam Kerr

Co-Orientadora: Dr^a Cecília Lomônaco

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Uberlândia como parte dos
requisitos para obtenção do Título de Mestre
em Genética e Bioquímica (Área Genética)

UBERLÂNDIA-MG

Março – 2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- S586v Silva, Marcela Carlos da, 1981-
Variação morfológica e assimetria flutuante de abelhas euglossinas (*Hymenoptera, Apidae*) em diferentes áreas e estações distintas em uma reserva de floresta estacional semidecidual / Marcela Carlos da Silva. - 2007.
42 f. : il.
- Orientador: Warwick Estevam Kerr.
Co-orientadora: Cecília Lomônaco.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica.
Inclui bibliografia.
1. Abelha - Teses. I. Kerr, Warwick Estevam. II. Lomônaco, Cecília. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica. III. Título.

CDU: 595.799

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOQUÍMICA

**VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E ASSIMETRIA FLUTUANTE DE ABELHAS
EUGLOSSINAE (HYMENOPTERA, APIDAE) EM DIFERENTES ÁREAS E
ESTAÇÕES DISTINTAS EM UMA RESERVA DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Marcela Carlos da Silva

COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente: _____ (Orientador)

Examinadores: _____

Data da Defesa: ____/____/____

As sugestões da Comissão Examinadora e as Normas PGGB para o formato da Dissertação foram contempladas.

(Orientador)

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais, Carlúcio e Marluci pelo apoio e confiança no decorrer de todos esses anos, sem os quais minha vida não teria o mesmo sentido. Às minhas queridas Daniele e Ana Laura pelo amor, dedicação, carinho e amizade.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Uberlândia e ao Instituto de Genética e Bioquímica, pela oportunidade de concretização do curso de mestrado.

À Fundação de Amparo a Pesquisas de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento dos meus estudos.

Ao Prof. Dr. Warwick Estevam Kerr pela orientação e sugestões.

À Prof^a Dra. Cecília Lomônaco, pela orientação com competência e profissionalismo. Por ter sido minha "Orientadora - Mãe" sempre tão carinhosa e amiga.

À Prof^a Dra. Solange Cristina Augusto pela indispensável colaboração nos experimentos, sugestões e apoio.

Aos professores do Instituto de Genética e Bioquímica.

Aos funcionários do Instituto de Genética e Bioquímica, em especial ao Gerson e Marlene, pela ajuda e cordial convivência.

À minha amiga Patrícia, por sua amizade incondicional. Por todos os momentos de alegria, desespero, parceria e apoio divididos de uma forma tão especial.

Ao Denes, pelo companheirismo, dedicação, compreensão, paciência e carinho, o que tem tornado os meus dias leves e tem me feito cada vez mais feliz.

À amiga Daniela, pelo carinho, amizade e cooperação fundamentais durante esta etapa e na minha vida.

Aos amigos Alexsandra, Camila, Cristiane, Danilo e Weruska. Pessoas essenciais em todas as minhas conquistas.

ÍNDICE

Lista de figuras.....	ix
Lista de Tabelas.....	xi
Introdução.....	xiii

Capítulo 1:

Variação Morfológica e Assimetria Flutuante de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em diferentes áreas e estações distintas em uma reserva de Floresta Estacional Semidecidual.....	1
Resumo.....	2
Abstract.....	3
Introdução.....	4
Material e Métodos.....	5
Organismos Estudados.....	5
Locais de Coleta.....	5
Análise Morfométrica.....	6
Análise Estatística.....	7
Resultados.....	8
<i>Eulaema nigrita</i>	8
<i>Euglossa pleosticta</i>	15
Discussão.....	22
Conclusão.....	25
Referências Bibliográficas.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da asa mostrando a localização das medidas efetuadas nas análises morfométricas.	6
Figura 2. Índices Multivariados de Tamanho <i>E. nigrita</i> em locais distintos (A) e diferentes estações (B), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....	10
Figura 3. Assimetria flutuante (AF) dos caracteres medidos bilateralmente em <i>E. nigrita</i> em diferentes locais (interior e borda da mata), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....	13
Figura 4. Assimetria flutuante (AF) dos caracteres medidos bilateralmente em <i>E. nigrita</i> em diferentes estações (quente e úmida e fria e seca), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....	14
Figura 5. Índices Multivariados de Tamanho <i>E. pleosticta</i> em locais distintos (A) e diferentes estações (B), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....	17
Figura 6. Assimetria flutuante (AF) dos caracteres medidos bilateralmente em <i>E. pleosticta</i> em diferentes locais (interior e borda da mata), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....	20

Figura 7. Assimetria flutuante (AF) dos caracteres medidos bilateralmente em *E. pleosticta* em diferentes estações(quente e úmida, fria e seca), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Primeiros três componentes principais da matriz de correlação entre as medidas de asa de *E. nigrita* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....8

Tabela 2. Análise de variância (ANOVA para dois fatores: estação e local) relativa às medidas de asas de *E. nigrita* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....9

Tabela 3. Teste de assimetria, antissimetria e correlação para verificação de ocorrência de assimetria flutuante para quatro medidas de asas de *E. nigrita* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....11

Tabela 4. Análise de variância (ANOVA para dois fatores: local e estação) relativa às flutuações na assimetria (AF) de quatro caracteres morfométricos da asa de *E. nigrita* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....12

Tabela 5. Primeiros três componentes principais da matriz de correlação entre as medidas de asa de *E. pleosticta*, coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....15

Tabela 6. Análise de variância (ANOVA para dois fatores: estação e local) relativa às medidas de asas de *E. pleosticta* coletadas em área Florestal

Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....	16
--	----

Tabela 7. Teste de assimetria, antissimetria e correlação para verificação de ocorrência de assimetria flutuante para quatro medidas de asas de <i>E. pleosticta</i> coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....	18
---	----

Tabela 8. Análise de variância (ANOVA para dois fatores: local e estação) relativa às flutuações na assimetria (AF) de quatro caracteres morfométricos da asa de <i>E. pleosticta</i> coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.....	19
--	----

INTRODUÇÃO

A sobrevivência dos organismos em ambientes heterogêneos e instáveis requer muitas vezes ajustes fisiológicos e morfológicos que envolvem complexos mecanismos reguladores. Boa parte das respostas aos fatores ambientais é devida à plasticidade fenotípica, que descreve a habilidade do organismo em alterar sua fisiologia ou morfologia, em resposta às pressões ambientais, sem que alterações genotípicas sejam necessárias.

Por outro lado, organismos também possuem certa capacidade para resistir a distúrbios genéticos ou perturbações ambientais, durante o seu desenvolvimento, via mecanismos "tamponantes" para produzir um fenótipo pré-determinado dentro da variação normal de expressão. Esta capacidade é definida como homeostasia do desenvolvimento (HD), e é constituída de dois componentes: a canalização e a estabilidade do desenvolvimento (ED).

A canalização é o mecanismo pelo qual a variação do fenótipo é limitada a uma ou poucas formas, sob um conjunto de condições genéticas e ambientais, reduzindo o efeito destas sobre o desenvolvimento. Se a canalização não atuar apropriadamente, o organismo estará suficientemente vulnerável para divergir para uma trajetória diversa da original. A estabilidade do desenvolvimento assegurará, então, esta canalização na ocorrência de acidentes, reduzindo a influência de perturbações genéticas ou ambientais sobre o desenvolvimento.

Em organismos que possuem simetria bilateral, as características pares entre os lados do indivíduo estão geralmente correlacionadas. A expressão destas características está sob o controle de mecanismos genéticos e de ambientes idênticos e, por esta razão, devem exibir total semelhança bilateralmente, a não ser que alguma perturbação prejudique a canalização. Portanto, a assimetria de um indivíduo serve para mensurar quanto ele conseguiu tamponar seu desenvolvimento contra condições estressantes. Esta ausência ou alteração de uma ou mais características em um dos lados é chamada de assimetria flutuante (AF) e por estar inversamente correlacionada à HD, freqüentemente é usada para estimar a estabilidade do desenvolvimento.

Outros tipos de assimetria ocorrem na natureza e são consideradas formas de assimetrias adaptativas ou direcionais. A assimetria direcional ocorre quando existe a tendência de que a característica se desenvolva mais de um lado do que

do outro do plano de simetria. A anti-simetria ocorre quando uma característica é maior em um lado do que do outro, mas não há a tendência de que um determinado lado seja sempre o maior na população.

AF tem sido extensivamente estudada em uma variedade de organismos, como medida do grau de HD em populações sujeitas ou não a número de estressores ambientais tais como temperatura, nutrição, radiação, químicos, densidade populacional, condições luminosas, parasitas e estrutura de habitats. Os índices de AF são bem mais altos em populações que sofreram qualquer tipo de estresse que em populações livres de qualquer elemento estressor.

AF é também um bom indicativo dos níveis de estresse ou impacto ambiental. Trabalhos realizados com moscas varejeiras, *Lucilia cuprina*, mostraram um acentuado aumento de AF em cerdas de populações expostas a inseticida comparada a populações não expostas. Moscas, *Musca vetustissima*, tratadas com avermectina D exibiam maior AF em duas veias alares comparadas com veias alares de moscas não tratadas. Além disso, as asas de *D. melanogaster* expostas a altas temperaturas apresentavam AF muito maior que em populações onde a temperatura era mantida controlada.

Neste contexto, será discutido no próximo capítulo a ocorrência de variações morfológicas e AF em populações de abelhas coletadas em duas estações do ano distintas e em diferentes áreas de uma reserva florestal, que diferem entre si no grau de interferência antrópica.

CAPÍTULO 1

**VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E ASSIMETRIA FLUTUANTE DE ABELHAS
EUGLOSSINAS (HYMENOPTERA, APIDAE) EM DIFERENTES ÁREAS E
ESTAÇÕES DISTINTAS EM UMA RESERVA DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

RESUMO

A sobrevivência dos organismos em ambientes heterogêneos e instáveis requer algumas vezes ajustes fisiológicos e morfológicos, envolvendo complexos mecanismos reguladores. Por outro lado, os organismos também possuem certa habilidade para resistir a distúrbios genéticos ou perturbações ambientais durante seu desenvolvimento, produzindo um fenótipo pré - determinado. O objetivo desse trabalho foi verificar se havia diferenças no tamanho e nos níveis de assimetria flutuante (AF) em duas espécies de abelhas *Euglossinae* coletadas em duas áreas com distintas interferências antrópica e em duas diferentes estações do ano em uma reserva de Floresta Estacional Semidecidual. A AF é freqüentemente utilizada pra estimar estabilidade do desenvolvimento, além de ser um bom indicativo dos níveis de impacto ambiental. Para cada espécie estudada foram escolhidos, aleatoriamente, 60 machos, em cujas asas foram efetuadas quatro medidas para obtenção de um índice multivariado de tamanho e um índice de AF. Não houve diferenças significativas no tamanho de *E. nigrita* entre os locais ($F = 0,251$; $P = 0,618$) e entre estações ($F = 0,568$; $P = 0,454$). Os resultados para *E. pleosticta* indicaram diferenças significativas no tamanho das abelhas entre as estações ($F = 20,947$; $P = 0,001$), mas não evidenciaram diferenças no tamanho em relação aos locais ($F = 0,109$; $P = 0,743$). Os machos de *E. pleosticta* apresentaram maior índice de tamanho durante a estação quente e úmida. O maior índice pluviométrico e a conseqüente maior disponibilidade de alimento durante esta estação podem ter tido um papel importante sobre o aumento de biomassa em *E. pleosticta* neste período. Em relação à AF, não houve diferenças significativas nos caracteres analisados entre os locais e entre as estações, tanto para *E. nigrita* quanto *E. pleosticta*. Mas, para *E. pleosticta* houve significativa interação entre estação*local em uma das medidas efetuadas. As abelhas coletadas na estação quente e úmida que se encontravam na borda da mata eram mais assimétricas que as abelhas da estação fria e seca que se localizavam no interior da mata. Isto indica que o clima e a interferência antrópica juntos influenciaram a estabilidade do desenvolvimento de *E. pleosticta*. Contrariamente, o mesmo não ocorreu com *E. nigrita*, que mostrou - se mais resistente às interferências ambientais no seu programa de desenvolvimento. Assim, seu grande potencial plástico tamponaria as condições de estresse, permitindo a manutenção do seu desenvolvimento, como o estabelecido em condições ótimas ou normais, constituindo assim um eficiente mecanismo de estabilidade do desenvolvimento.

PALAVRAS-CHAVE – Plasticidade fenotípica; assimetria flutuante; *Euglossinae*

ABSTRACT

The survival of organisms in heterogeneous and instable environment requires sometimes physiologic and morphologic adjustment, thus involving complex regulator mechanisms. On the other hand, the organisms themselves also have a kind of ability to resist either genetic disturbs or environmental troubles while in development, producing a phenotype pre determined. The main purpose of this study is to verify whether there have been differences in the size and levels of fluctuating asymmetry (FA) in two species of bees *Euglossinae* which were collected in two areas with distinct an tropic interferences and in two different seasons of the year in a reserve of Semidecidual Station Forest . The FA is frequently used to stimate stability in the development, besides being a good indicator of environmental impact levels. For each species studies 60 male species were chosen by chance, in whose wings four measurements were done so as to obtain a multi variable indices of size and indices of FA. There were no significant differences in the size of *E. nigrata* in the different places nor in the different seasons ($F=0,568$; $P=0,454$). The results for *E. pleosticta* indicated significant differences in the size of the bees in the two different seasons ($F=20,947$; $P=0,001$), but no differences were observed in the size in relation with the places ($F = 0,109$; $P = 0,743$). The male bees of *E. pleosticta* presented higher indices of size during the hot and wet season. The higher indices of rain and the consequent bigger availability of food during this season could have had an important role over the increase of biomass in *E. pleosticta* in this period. Regarding the FA, there were no significant differences in the analyzed characters between the places and seasons for both the *E. nigrata* and *E. pleosticta*. But for the *E. pleosticta* there were significant interaction between the season the M3 place. The collected bees in the hot and wet season which were found in the edge of the forest were more asymmetric than the bees collected in the cold and dry season which were found inside the forest. This indicates that the the weather and the a tropic interferences together influence the stability of development of the *E. pleosticta*. Nevertheless the same does not happen with the *E. nigrata*, which showed itself more resistant to the environmental interferences in its development program. Thus, its great plastic potential would lessen the stress conditions, allowing the maintenance of its development, as established in great or normal conditions, this way constituting a efficient mechanism of the development stability.

KEY WORDS – Phenotypic plasticity; Fluctuating asymmetry; *Euglossinae*

INTRODUÇÃO

Perturbações ambientais podem induzir mudanças no fenótipo de organismos, alterando algumas características morfológicas, fisiológicas e/ou comportamentais. Grande parte das respostas fenotípicas às perturbações do ambiente são devidas à plasticidade fenotípica. Esse termo refere-se à capacidade que alguns indivíduos possuem de alterar suas características morfológicas ou fisiológicas sem que mudanças genéticas sejam necessárias (Scheiner 1993). Assim, a plasticidade fenotípica pode ser considerada uma ferramenta fundamental na sobrevivência em ambientes instáveis e heterogêneos (Parsons 1990).

Uma outra variação fenotípica induzida por fatores ambientais é denominada de ruído ambiental e se refere às modificações nos padrões normais de desenvolvimento (Markow 1995). O índice mais comumente utilizado para descrever variações fenotípicas causadas por ruído ambiental é conhecido como assimetria flutuante (AF). Este termo é definido como pequenos desvios da simetria perfeita de qualquer caráter de organismos com simetria bilateral (Parsons 1990). Se a expressão de um caráter bilateral é produzida por um mesmo genoma, então qualquer assimetria entre os lados é uma consequência de distúrbio ambiental. AF poderia, deste modo, ser um bom indicativo dos níveis de estresse ou impacto ambiental (Markow 1995).

As abelhas Euglossina, que formam um grupo distinto da família Apidae e são exclusivas da Região Neotropical (Souza *et al.* 2005), constituem excelentes organismos para estudo de respostas induzidas pelo ambiente uma vez que são indicadores de qualidade ambiental de áreas naturais ou antropizadas (Peruquetti *et al.* 1999). Estudos sugerem que o desmatamento teria um efeito negativo sobre as populações de algumas espécies de Euglossina, que são muito sensíveis à redução acentuada na riqueza de espécies vegetais, o que provoca o declínio na sua abundância (Morato 1994).

O objetivo desse trabalho foi verificar se havia diferenças no tamanho e nos níveis de assimetria flutuante nas abelhas Euglossinas, coletadas em duas áreas com distintos graus de influências antrópicas e em duas diferentes estações do ano em uma reserva de Floresta Estacional Semidecidual.

MATERIAL E MÉTODOS

Organismos Estudados

Eulaema nigrita Lepeletier 1841 é um membro da subtribo Euglossina (Hymenoptera: Apidae). Esta espécie apresenta coloração negra, com exceção de algumas marcas brancas na face e de alguns segmentos terminais de cor azul metálica (Nemésio 2002). Possui ampla distribuição, sendo encontrada da América Central (Ackerman 1983) ao extremo sul do Brasil (Wittmann *et al.* 1988). É uma espécie que habita preferencialmente áreas abertas ou com influência antrópica, sendo também encontrada em pequenos fragmentos florestais de Mata Atlântica ou de Cerrado (Silveira & Cure 1993). No Brasil, já foi registrada nos estados do Espírito Santo, Paraíba, Minas Gerais (Nemésio 2002) e São Paulo (Rebêlo & Garófalo 1997). Não é comumente encontrada em áreas conservadas da Floresta Amazônica (Nemésio & Silveira 2006).

Euglossa pleosticta é freqüente nas matas litorâneas do Espírito Santo, Rio de Janeiro, sudoeste de Minas Gerais e nos cerrados e matas semidecíduas do nordeste de São Paulo. Esta espécie se destaca pela tíbia metatorácica bastante intumescida, rombuda e com intenso brilho dourado (Rebêlo & Moure 1995).

Locais de Coleta

Os indivíduos de *E. nigrita* e *E. pleosticta* utilizados neste estudo estavam depositados na Coleção Entomológica do Laboratório de Ecologia de Insetos da Universidade Federal de Uberlândia, tendo sido coletados mensalmente, durante 12 meses, (dezembro de 1998 a novembro de 1999), em área de Floresta Estacional Semidecidual. A área de coleta localizava-se na Fazenda Santa Cecília, uma reserva de proteção particular do Município de Patrocínio Paulista a 20° 46' 12''S e 47° 14' 24''O, com altitude entre 775 e 836 m. Trata-se de um remanescente de 49 ha de Floresta margeada por uma área de 98 ha de Cerrado, praticamente sem ação antrópica por mais de quatro décadas. As coletas foram efetuadas em dois sítios distintos: o primeiro sítio de coleta, sítio A (SA), localizava-se na borda da mata, próximo à sede da Fazenda e do início da trilha que dava acesso ao interior da mata. O Sítio B (SB) estava localizado a, aproximadamente, 1000 m do SA, no interior do fragmento.

O clima desta área está no limite entre o tropical e o tropical de altitude (Awb, segundo o Sistema Internacional de Köppen), caracterizado por duas estações bem definidas: uma

estação quente e chuvosa, de setembro a abril, e uma estação fria e seca, estendendo-se de maio a agosto. A estação fria e seca tem temperatura média mensal de 23,5°C e a precipitação no mês mais seco é de cerca de 35 mm. A estação quente e úmida tem temperatura média mensal variando de 18,4 a 29°C. Os meses de dezembro a fevereiro concentram 50% da precipitação total anual que é de 1400 a 1550 mm.

Análise Morfométrica

Para cada espécie estudada foram escolhidos aleatoriamente 60 machos, sendo 30 provenientes da borda e 30 do interior da mata. Destes, 30 foram coletados na estação quente e úmida e 30 foram coletados na estação fria e seca. Estes indivíduos tiveram suas asas (direita e esquerda) destacadas e montadas entre lâminas e lamínulas, fixadas com esmalte incolor. Posteriormente, essas lâminas foram fotografadas com o auxílio de máquina fotográfica Olympus acoplada à uma lupa. A partir das imagens digitais geradas foram efetuadas quatro medidas em cada asa, com três repetições, usando o programa de computador Adobe Photoshop versão 6.0. A primeira medida (M1) foi feita da extremidade distal da veia radial s (Rs) até a junção da segunda veia medial (2ª M) com a veia cubital 1 (Cu 1). A segunda medida (M2) foi realizada da extremidade distal da Rs até a junção da veia medial (M) com a porção proximal da RS. A terceira medida (M3) foi feita da junção de M com a porção proximal de RS até a junção da cubital (Cu) com a veia alar (1A). A quarta medida (M4) foi feita da junção de Cu e 1A até a 2ª m-cu (Figura 1).

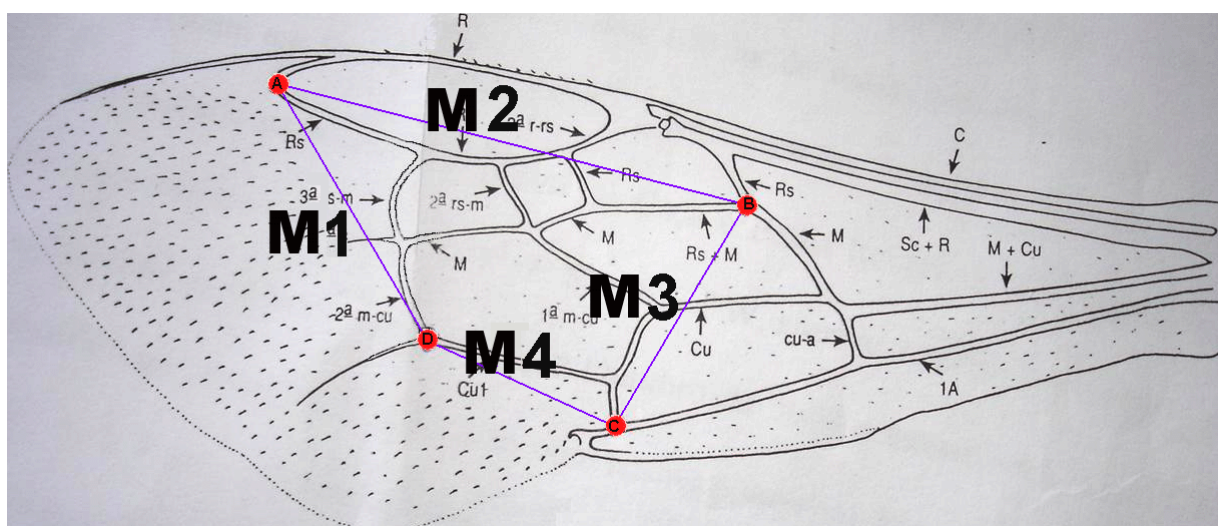


Figura 1 – Esquema da asa mostrando a localização das medidas efetuadas nas análises morfométricas.

Estas medidas foram utilizadas para obtenção de um índice multivariado de tamanho e um índice de assimetria flutuante (AF) para cada espécie. A AF denota pequenos desvios da simetria perfeita de qualquer característica de um organismo com simetria bilateral (Palmer & Strobeck 1986, Parsons 1990) e tem sido o índice mais comumente utilizado para descrever variações fenotípicas causadas por estresse ambiental ou genético (Woods *et al.* 1998).

Análise Estatística

As medidas obtidas da asa direita foram submetidas à análise de componentes principais (ACP) para a obtenção de um índice multivariado de tamanho. Somente foram utilizadas nesta análise as primeiras medidas dentre as três repetições efetuadas e, a partir destas, foi obtida, previamente à simplificação dos dados, uma matriz de correlação de Pearson para verificar se as medidas originais apresentavam-se correlacionadas (Manly, 1994). Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) tomando-se como fatores os locais e as estações em que os indivíduos foram coletados (Zar 1984).

Os índices de AF foram obtidos calculando-se a média das diferenças absolutas entre medidas da asa direita subtraídas das medidas da asa esquerda, ou seja: $AF = \sum |D - E| / N$. Uma análise de variância para dois fatores (ANOVA) foi usada para determinar se a variação entre os lados era significativamente maior que o erro de medida. De acordo com Palmer & Strobeck (1986) é necessário distinguir assimetria flutuante (AF) de outros tipos de assimetria. Para isto, as diferenças nas medidas tomadas bilateralmente (direito menos esquerdo) foram submetidas ao teste t para verificar se as distribuições eram normais com médias iguais a zero (Swaddle *et al.* 1994). A normalidade da distribuição D-E foi verificada utilizando-se o teste Kolmogorov-Smirnov (Zar 1984). Para verificar a relação de dependência entre AF e a medida de cada variável foi feito o teste de correlação simples de Pearson (Zar 1984). Se esta relação de dependência for encontrada, os valores de AF devem ser corrigidos, dividindo-os pelos tamanhos dos caracteres medidos no lado direito (Palmer & Strobeck 1986). Para verificar diferenças entre os locais de coleta e estações do ano, os índices de AF foram submetidos à análise de variância para dois fatores (Zar 1984). Todas as análises estatísticas foram processadas em computador utilizando-se o programa estatístico SYSTAT versão 5.0 (Willkinson 1986).

RESULTADOS

Eulaema nigríta

Como as variáveis originais estavam significativamente correlacionadas, a ACP foi considerada adequada para obtenção do índice multivariado de tamanho, cuja distribuição ajustou-se à uma curva normal ($D_{\text{máx}} = 0,078$; $P = 0,861$). Cerca de 82,4% das variações morfológicas foram devidas à diferença de tamanho entre os indivíduos e 9,8% foram causadas por divergências na forma. Os sinais dos coeficientes do primeiro componente principal foram todos positivos (Tabela 1).

Tabela 1. Primeiros três componentes principais da matriz de correlação entre as medidas de asa de *E. nigríta* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

Medidas de asa	1	2	3
M1	0,881	-0,404	0,223
M2	0,889	0,428	0,014
M3	0,953	0,136	0,144
M4	0,909	0,170	-0,381
Percentagem do total da variância explicada (%)			
	82,474	9,864	5,401

A ANOVA indicou que não houve diferenças significativas no tamanho das abelhas entre os locais ($F = 0,251$; $P = 0,618$) e as estações ($F = 0,568$; $P = 0,454$), nem interação significativa entre estes dois fatores ($F = 0,413$; $P = 0,523$) (Tabela 2), (Figura 2).

Tabela 2. Análise de variância (ANOVA para dois fatores: estação e local) relativa às medidas de asas de *E. nigríta* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

ANOVA					
Fatores	SQ	GL	MQ	F	P
Estação	0,586	1	0,586	0,568	0,454
Local	0,259	1	0,259	0,251	0,618
Estação*Local	0,426	1	0,426	0,413	0,523
Erro	57,730	56	1,031		

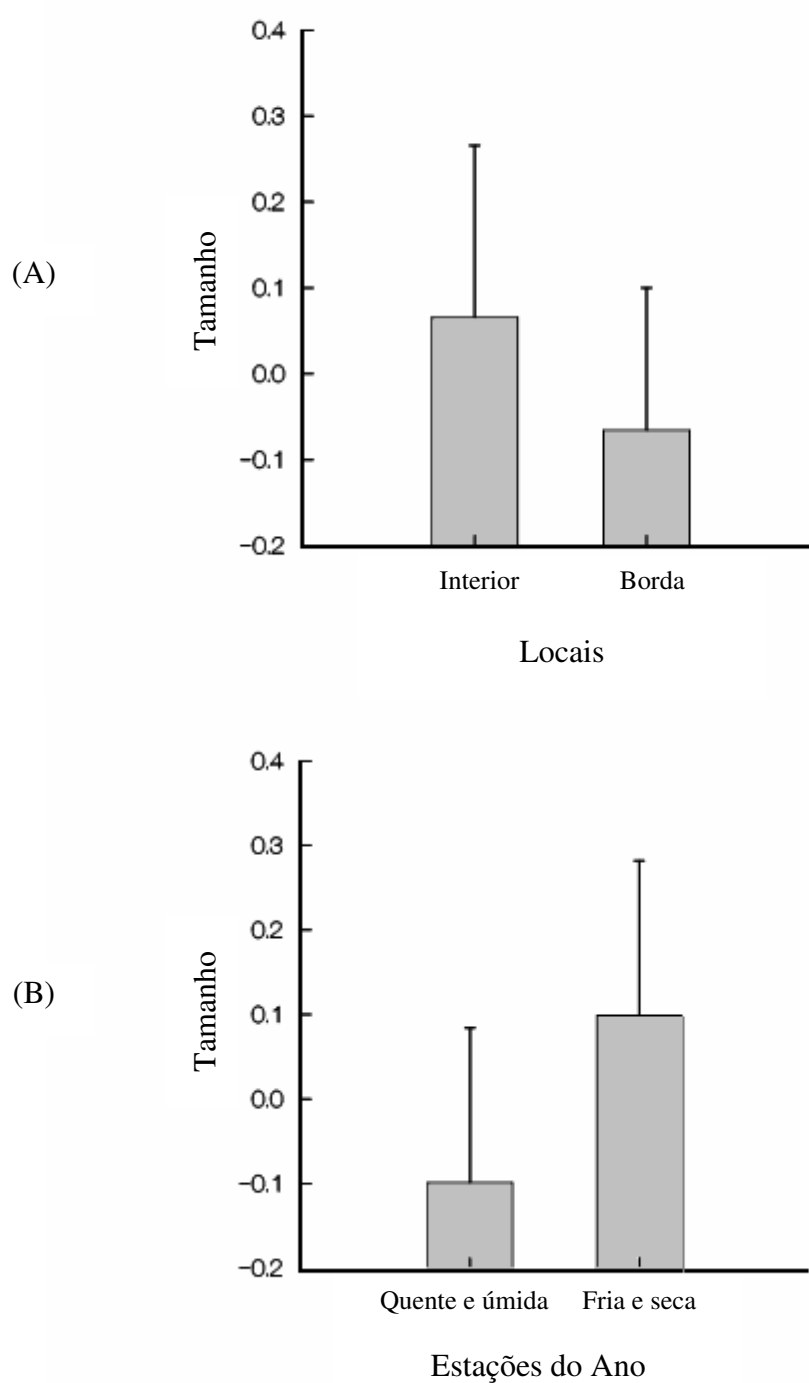


Figura 2. Índices Multivariados de Tamanho *E. nigrita* em locais distintos (A) e diferentes estações (B), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

Em relação à AF, a ANOVA para dois fatores apontou que o erro nas repetições das medidas efetuadas foi desprezível e que a diferença entre os lados foi estimada com confiabilidade, conforme, indicado pela significativa interação lado x indivíduo ($F = 2,470$; $P < 0,001$ para M1; $F = 27,968$; $P < 0,001$ para M2; $F = 88,040$; $P < 0,001$ para M3 e $F = 55,115$; $P < 0,001$ para M4). Os testes-t mostraram que as distribuições de D-E para M1, M2, M3 e M4 apresentaram médias iguais a zero, o que descartou a ocorrência de assimetria direcional (Tabela 3). O teste de Kolmogorov-Smirnov indicou que as distribuições D-E para as quatro características foram normais, rejeitando, assim, a ocorrência de antissimetria (Tabela 3). A análise de correlação de Pearson mostrou que não houve relação de dependência da AF com as medidas originais, não sendo, portanto, necessária à correção proposta por Palmer & Strobeck (1986) (Tabela 3).

Tabela 3. Teste de assimetria, antissimetria e correlação para verificação de ocorrência de assimetria flutuante para quatro medidas de asas de *E. nigrita* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

Característica	Média $\pm$ SE (N)	Assimetria		Antissimetria		Correlação	
		t	P	Dmáx	P	r	P
M1	0,106 $\pm$ 1,171 (59)	0,694	0,490	0,125	0,315	-0,005	0,969
M2	0,067 $\pm$ 1,436 (59)	0,358	0,721	0,118	0,380	-0,003	0,984
M3	0,200 $\pm$ 1,722 (59)	0,890	0,377	0,131	0,264	0,185	0,160
M4	-0,026 $\pm$ 1,486 (59)	-0,137	0,892	0,118	0,382	0,091	0,495

As ANOVAs para dois fatores (estação e local) relativas às quatro medidas de AF (Tabela 4) demonstraram que não houve diferenças significativas nestes caracteres entre os locais e as estações, como apresentados nas Figuras 3 e 4.

Tabela 4. Análise de variância (ANOVA para dois fatores: local e estação) relativa às flutuações na assimetria (AF) de quatro caracteres morfométricos da asa de *E. nigrita* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

ANOVA					
Fonte	SQ	GL	MQ	F	P
AF da M1					
Local	0,014	1	0,014	0,020	0,887
Estação	2,390	1	2,390	3,564	0,064
Local*Estação	2,249	1	2,249	3,355	0,072
Erro	36,874	55	0,670		
AF da M2					
Local	0,626	1	0,626	0,789	0,378
Estação	1,439	1	1,439	1,814	0,184
Local*Estação	0,099	1	0,099	0,124	0,726
Erro	43,642	55	0,793		
AF da M3					
Local	0,003	1	0,003	0,002	0,968
Estação	5,966	1	5,966	3,539	0,065
Local*Estação	0,003	1	0,003	0,002	0,964
Erro	92,723	55	1,686		
AF da M4					
Local	0,178	1	0,178	0,193	0,662
Estação	1,148	1	1,148	1,240	0,270
Local*Estação	0,837	1	0,837	0,905	0,346
Erro	50,899	55	0,925		

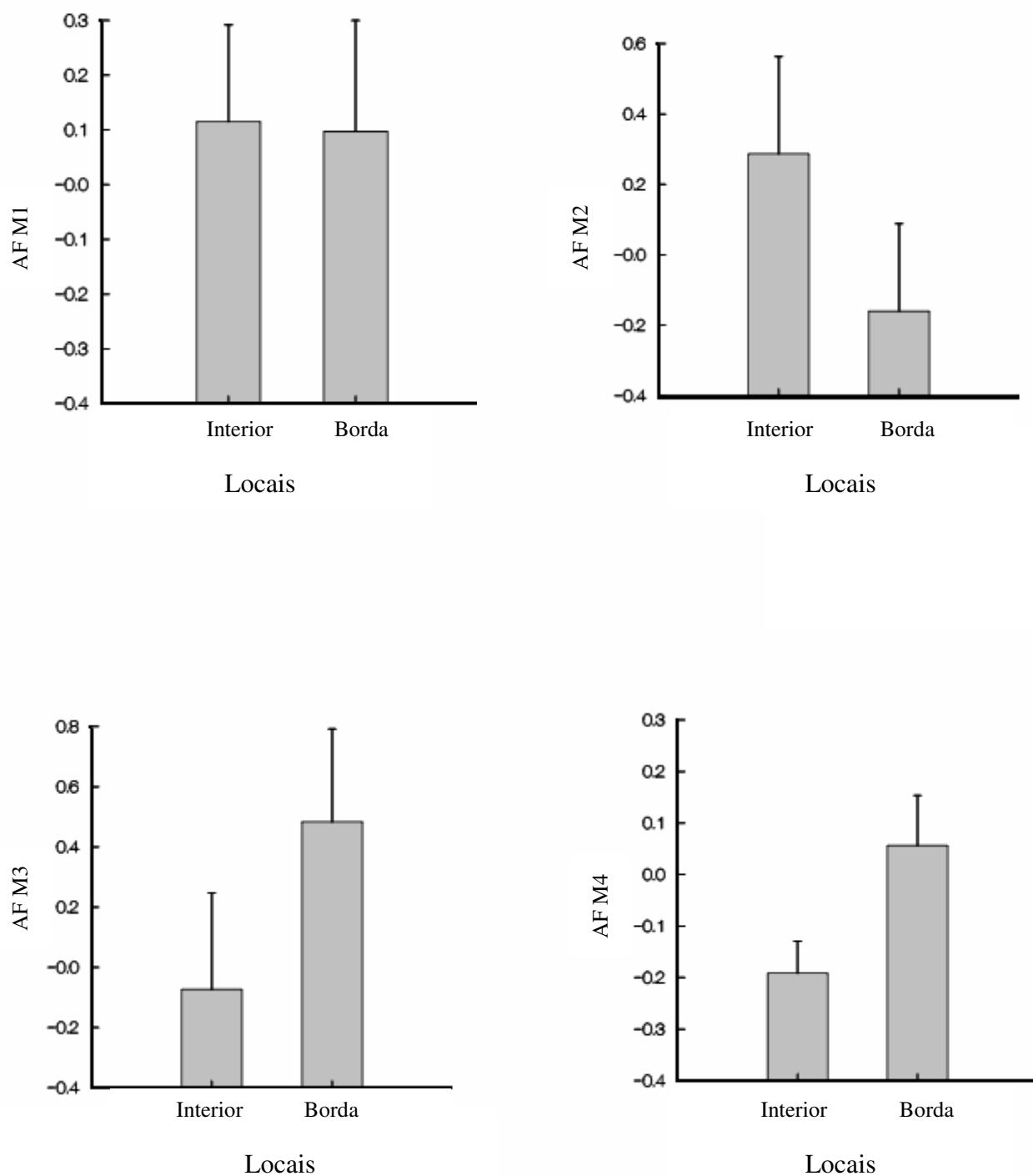


Figura 3. Assimetria flutuante (AF) dos caracteres medidos bilateralmente em *E. nigrita* em diferentes locais (interior e borda da mata), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

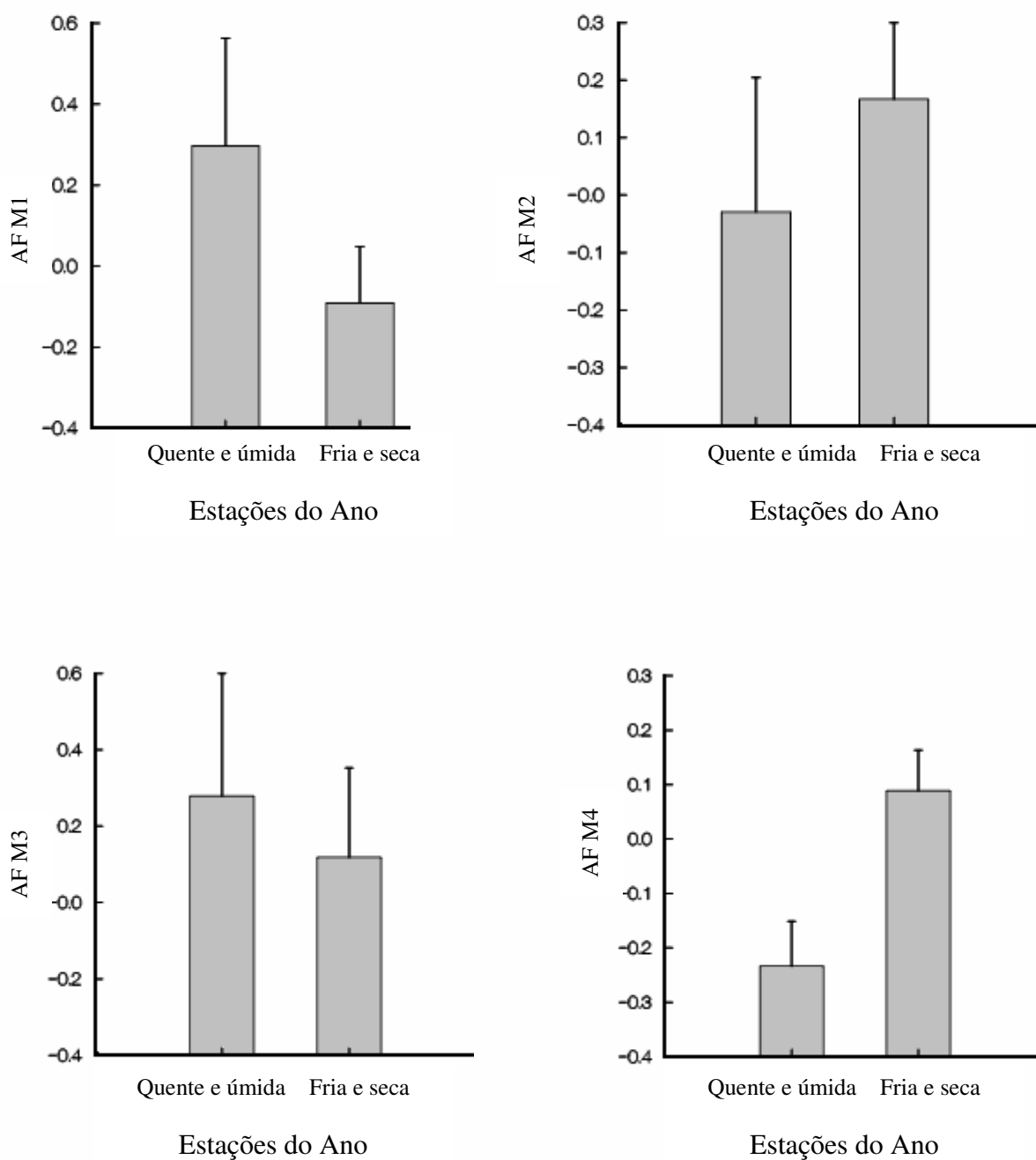


Figura 4. Assimetria flutuante (AF) dos caracteres medidos bilateralmente em *E. nigrita* em diferentes estações (quente e úmida e fria e seca), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

Euglossa pleosticta

As variáveis originais estavam significativamente correlacionadas, e portanto, a ACP foi considerada adequada para obtenção do índice multivariado de tamanho, cuja distribuição ajustou-se a uma curva normal ($D_{\text{máx}} = 0,057$; $P = 0,991$). Aproximadamente 78,6% das variações foram causadas por diferenças de tamanho entre os indivíduos e 11,8% foram devidas à divergências na forma. Os sinais dos coeficientes do primeiro componente principal foram todos positivos (Tabela 5).

Tabela 5. Primeiros três componentes principais da matriz de correlação entre as medidas de asa de *E. pleosticta*, coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

Medidas de asa	1	2	3
M1	0,842	0,513	0,115
M2	0,893	-0,359	-0,217
M3	0,875	-0,258	0,401
M4	0,934	0,123	-0,273
Percentagem do total da variância explicada (%)			
	78,593	11,849	7,395

A ANOVA indicou diferenças significativas nos tamanhos das abelhas (Figura 5) entre as estações ($F = 20,947$; $P = 0,001$), mas não evidenciou diferenças significativas no tamanho em relação aos locais ($F = 0,109$; $P = 0,743$), nem interação significativa entre estes dois fatores ($F = 2,405$; $P = 0,127$) (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância (ANOVA para dois fatores: estação e local) relativa às medidas de asas de *E. pleosticta* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

ANOVA					
Fatores	SQ	GL	MQ	F	P
Estação	15,542	1	15,542	20,947	0,001
Local	0,081	1	0,081	0,109	0,743
Estação*Local	1,784	1	1,784	2,405	0,127
Erro	40,808	55	0,742		

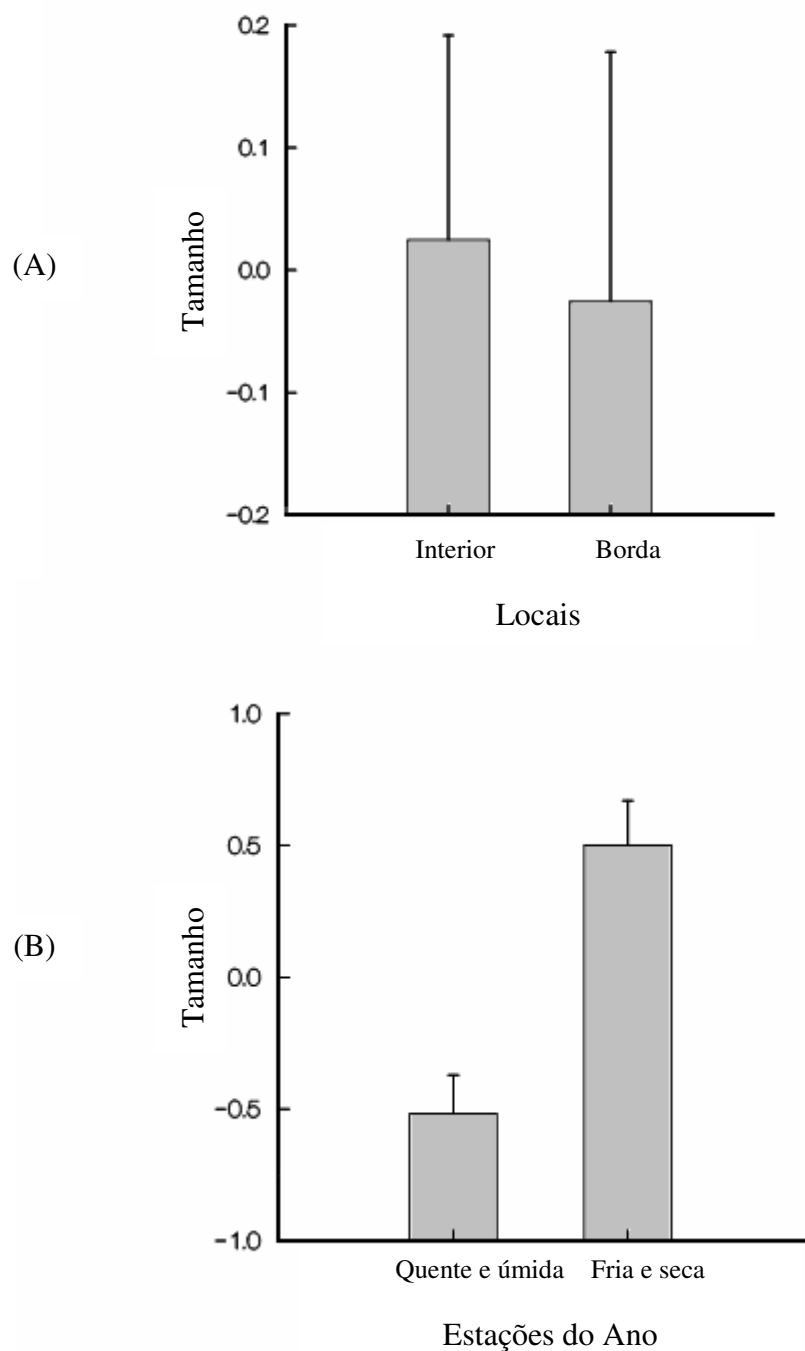


Figura 5. Índices Multivariados de Tamanho *E. pleosticta* em locais distintos (A) e diferentes estações (B), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

Com relação à AF, a ANOVA para dois fatores mostrou que o erro nas repetições das medidas realizadas foi desprezível, sendo, portanto, a diferença entre os lados estimada com confiabilidade, conforme indicado pela significativa interação lado x indivíduo ($F = 3,633$; $P < 0,001$ para M1; $F = 4,226$; $P < 0,001$ para M2; $F = 1,016$; $P < 0,001$ para M3; $F = 1,000$; $P < 0,001$ para M4).

Os testes-t rejeitaram a ocorrência de assimetria direcional, pois indicaram que as distribuições de D-E de M1, M2, M3 e M4 apresentaram médias iguais à zero (Tabela 7). O teste de Kolmogorov-Smirnov indicou que as distribuições D-E para as quatro características foram normais, descartando assim, a ocorrência de antissimetria (Tabela 7). Não houve relação de dependência da AF com as medidas originais, como apontou a análise de correlação de Pearson, não sendo, portanto, necessária a correção proposta por Palmer & Strobeck (1986) (Tabela 7).

Tabela 7. Teste de assimetria, antissimetria e correlação para verificação de ocorrência de assimetria flutuante para quatro medidas de asas de *E. pleosticta* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

Característica	Média $\pm$ SE (N)	Assimetria		Antissimetria		Correlação	
		t	P	Dmáx	P	r	P
M1	-0,122 $\pm$ 0,470(58)	-1,997	0,051	0,074	0,280	0,051	0,704
M2	-0,108 $\pm$ 0,462(58)	-1,770	0,082	0,080	0,300	0,118	0,372
M3	-0,111 $\pm$ 0,423(58)	-1,939	0,058	0,084	0,400	0,197	0,135
M4	-0,069 $\pm$ 0,347(58)	-1,502	0,139	0,085	0,351	0,183	0,166

As ANOVAs para dois fatores (estação e local) relativas às quatro medidas de AF (Tabela 8) indicaram que somente a interação estação*local de M3 foi significativa, todos os demais caracteres analisados não apresentaram diferenças significativas entre os locais e estação do ano nem interação significativas entre estes dois fatores (Figuras 6 e 7).

Tabela 8. Análise de variância (ANOVA para dois fatores: local e estação) relativa às flutuações na assimetria (AF) de quatro caracteres morfométricos da asa de *E. pleosticta* coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

ANOVA					
Fonte	SQ	GL	MQ	F	P
AF da M1					
Local	0,094	1	0,094	0,758	0,388
Estação	0,041	1	0,041	0,334	0,566
Local*Estação	0,369	1	0,369	2,985	0,090
Erro	6,800	55	0,124		
AF da M2					
Local	0,138	1	0,138	0,610	0,438
Estação	0,001	1	0,001	0,001	0,974
Local*Estação	0,139	1	0,139	0,618	0,435
Erro	12,419	55	0,226		
AF da M3					
Local	0,044	1	0,044	0,370	0,545
Estação	0,360	1	0,360	3,003	0,089
Local*Estação	1,214	1	1,214	0,117	0,002
Erro	6,603	55	0,120		
AF da M4					
Local	0,039	1	0,039	0,326	0,570
Estação	0,009	1	0,009	0,071	0,790
Local*Estação	0,116	1	0,116	0,968	0,330
Erro	6,573	55	0,120		

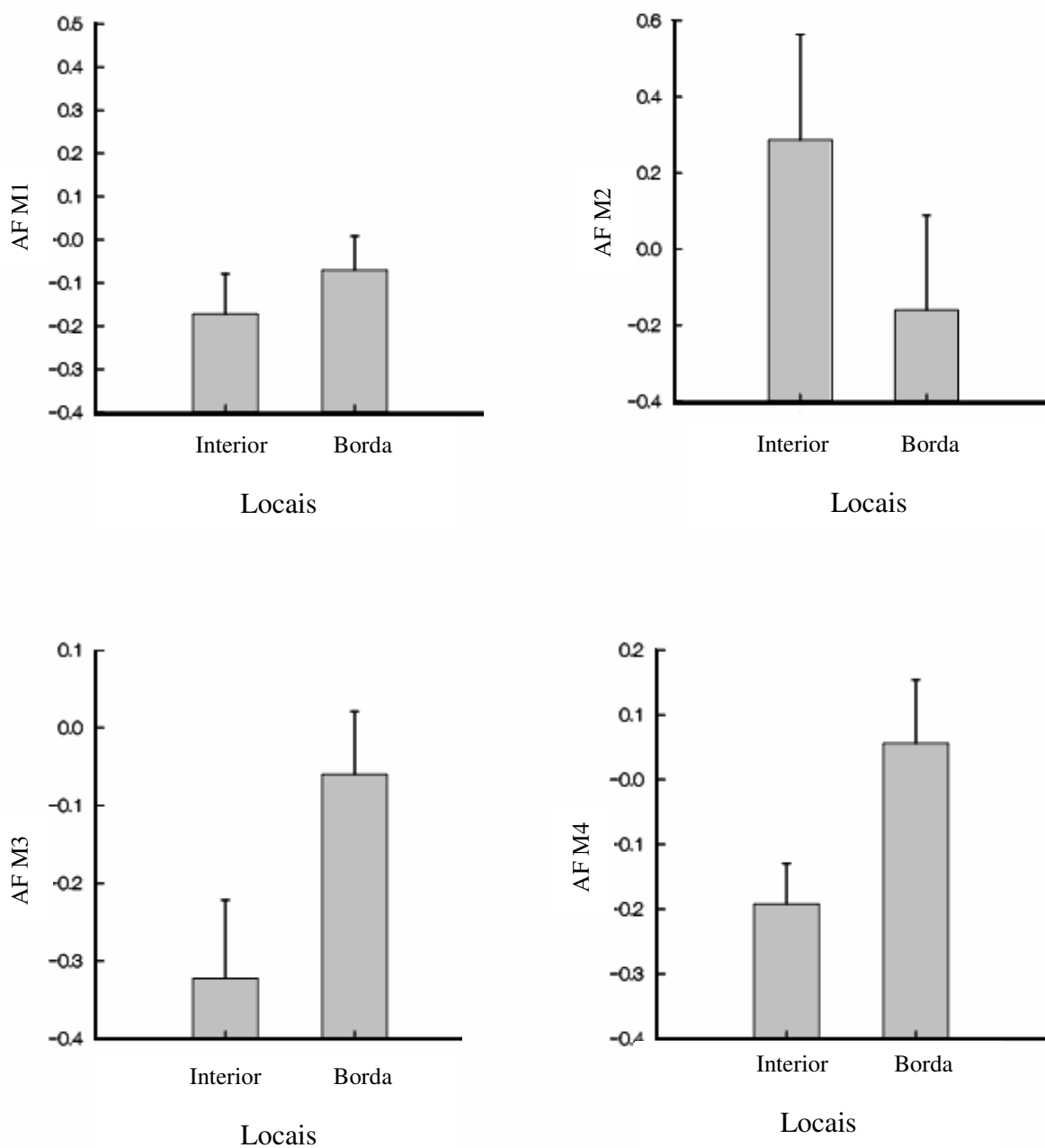


Figura 6. Assimetria flutuante (AF) dos caracteres medidos bilateralmente em *E. pleosticta* em diferentes locais (interior e borda da mata), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

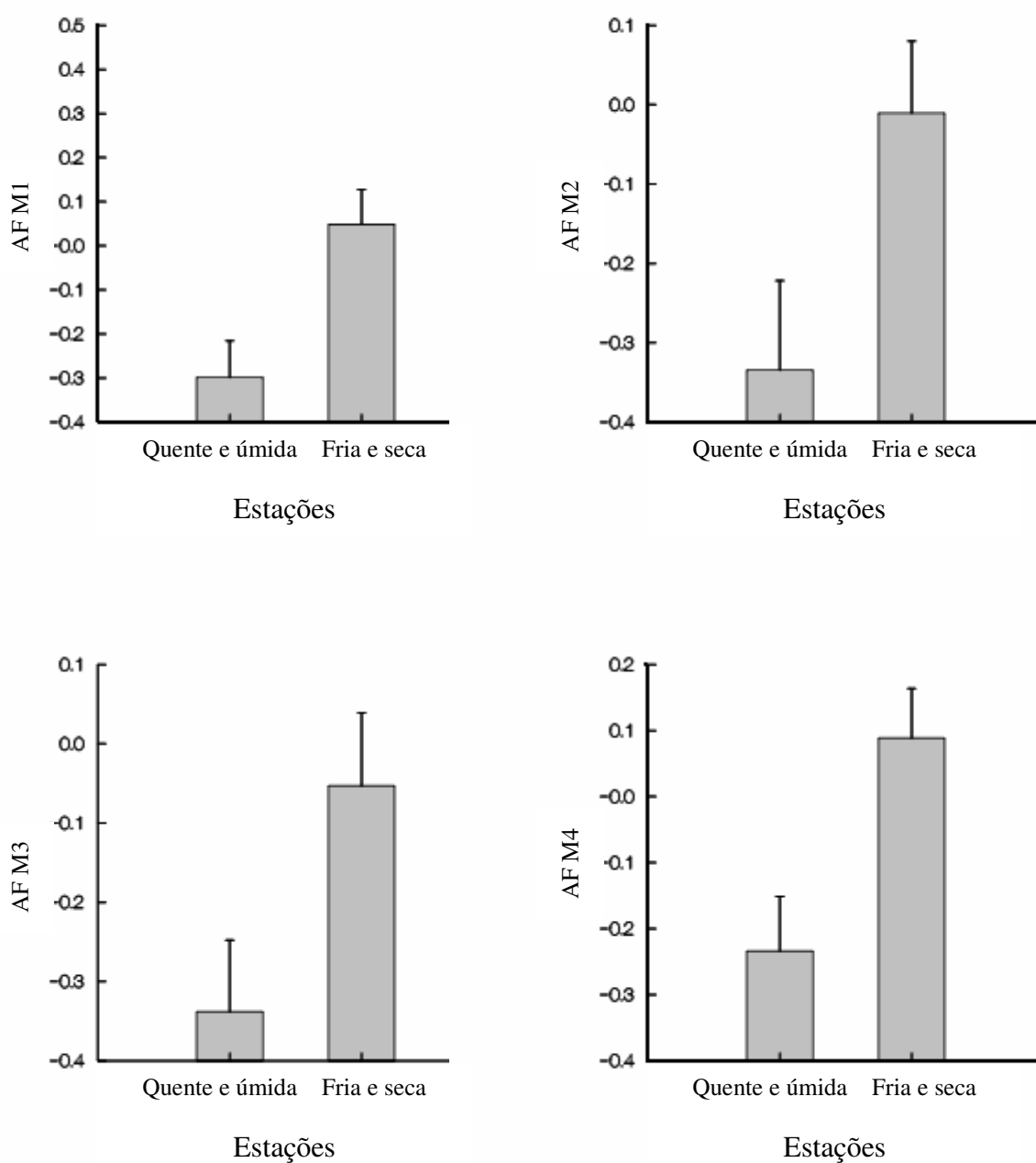


Figura 7. Assimetria flutuante (AF) dos caracteres medidos bilateralmente em *E. pleosticta* em diferentes estações (quente e úmida, fria e seca), coletadas em área Florestal Estacional Semidecidual da Fazenda Santa Cecília no município de Patrocínio Paulista (SP) no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

DISCUSSÃO

Os dados mostraram que, tanto para *E. nigrita* quanto para *E. pleosticta*, a influência antrópica não interferiu no tamanho corporal das abelhas amostradas, sugerindo que a degradação ou alteração das características do ambiente na borda da mata não tenha sido tão intensa. Isto pode também estar relacionado ao fato de a distância entre os sítios de coleta não ter sido grande o suficiente para isolar as áreas de forrageamento dos indivíduos. De acordo com Sofia & Suzuki (2004) os machos euglossíneos são capazes de transpor fragmentos florestais separados por distâncias superiores a 1500 m. Este grupo inclui espécies dotadas de grande vagilidade e, conseqüentemente, são capazes de voar grandes distâncias em florestas tropicais contínuas (Janzen 1971). Por isso, são consideradas importantes polinizadores neotropicais com papel de destaque na polinização de espécies vegetais com distribuição esparsa (Dressler 1982). Além de os machos e as fêmeas visitarem grande variedade de famílias vegetais para coleta de alimento, os machos são freqüentemente encontrados visitando orquídeas e outras fontes, onde coletam fragrâncias (Zucchi *et al.* 1969). No caso de algumas espécies de orquídeas neotropicais, os machos dessas abelhas são os únicos visitantes florais (Williams & Whitten 1983).

Nos últimos anos, alguns trabalhos têm investigado o impacto do desmatamento e da fragmentação de florestas sobre as populações dessas abelhas (Tonhasca *et al.* 2003). Os resultados obtidos em alguns destes estudos sugerem que o desmatamento teria um efeito negativo sobre as populações de algumas espécies de Euglossina, podendo levá-las ao declínio na abundância de indivíduos (Morato 1994).

Em relação às estações do ano, *E. nigrita* também não apresentou diferenças no tamanho corporal. Estes resultados contrastam com os dados obtidos por Peruquetti (2003), coletados na Mata Atlântica. Este autor apontou variação na biomassa corporal de *E. nigrita* em diferentes estações do ano, com machos maiores na estação quente e úmida e machos menores na estação fria e seca. Por outro lado, os dados obtidos para *E. pleosticta* corroboram com os dados apresentados por Peruquetti (2003). Os machos de *E. pleosticta* também apresentaram maior índice de tamanho durante a estação quente e úmida, enquanto na estação fria e seca este índice foi menor. O maior índice pluviométrico e a conseqüente maior disponibilidade de alimento durante a estação quente e úmida podem ter tido um papel importante sobre o aumento no tamanho do corpo destas abelhas (Crozier & Pamilo

1996). Larvas de abelhas criadas com maiores disponibilidades alimentares e ocorrência de chuvas bem distribuídas geralmente apresentam um aumento do tamanho médio do corpo, enquanto larvas alimentadas durante um processo de depauperamento dos recursos alimentares disponíveis e pouca ocorrência de chuvas apresentam redução do tamanho médio corporal (Peruquetti 2003).

Em abelhas, o tamanho do corpo afeta várias características associadas ao valor adaptativo do indivíduo. Para fêmeas, ter maior tamanho de corpo pode significar maior sucesso reprodutivo, seja pela maior capacidade de aprovisionamento de células, maior produção de ovos e mais capacidade competitiva que lhe asseguraria maior produção de descendência (Tengo & Baur 1993). Para os machos, maior tamanho pode assegurar maior sucesso no deslocamento de competidores e melhores oportunidades de reprodução (Kukuk 1996). Como o tamanho do corpo é uma característica de baixa herdabilidade, ela é normalmente influenciada por fatores ambientais. Assim, fatores ambientais associados a efeitos maternos são decisivos na determinação do tamanho e sucesso reprodutivo do adulto, o que pode gerar, devido a diferentes estratégias adotadas pelas fêmeas, variabilidade suficiente para ação da seleção natural (Moloney 1997).

A significativa interação Local*Estação da AF de M3 de *E. pleosticta* apontou que as abelhas coletadas na estação quente e úmida que se encontravam na borda da mata eram mais assimétricas que as abelhas da estação fria e seca que se localizavam no interior da mata. Há, portanto, indícios de que o clima e a influência antrópica juntos influenciaram a estabilidade do desenvolvimento de *E. pleosticta*. A idéia de que estresse ambiental e genético podem aumentar os níveis de AF em indivíduos e populações fazem da AF uma potencial ferramenta para programas de biomonitoramento e biologia de conservação. Um problema pertinente na biologia de conservação é encontrar indicadores precoces adequados de estresse causados, por exemplo, por toxina, fragmentação e perda de habitat (Leary & Allendorf 1989). Por isso, é de grande importância encontrar indicadores confiáveis para tais fatores estressores, pois, isso, permite que programas de conservação comecem antes que os estresse ambiental cause sérios efeitos ao ambiente (Tomkins & Kotiaho 2001).

Por outro lado, o mesmo não ocorreu com *E. nigrita*, que mostrou-se mais resistente às influências ambientais no seu programa de desenvolvimento, uma vez que não houve

diferenças significativas nos níveis de AF entre locais e estações do ano, nem interação significativa entre estes fatores para nenhuma medida efetuada. Assim, provavelmente sua plasticidade fisiológica tamponaria as condições de estresse, permitindo a manutenção do desenvolvimento, como o estabelecido em condições ótimas ou normais, constituindo assim um eficiente mecanismo de estabilidade do desenvolvimento.

Altos níveis de AF podem, em parte, ser decorrentes de inúmeros fatores: endogamia, heterozigozidade e recombinação, considerados fatores genômicos de perturbações, além das interferências ambientais de diversas naturezas e intensidades (Kanegae & Lomônaco 2003). Diversos trabalhos têm comprovado que os níveis de AF em populações com altos níveis de estresse são bem maiores comparados a populações não estressadas e que elevada AF indica a presença de estresse (Leung *et al.* 2000).

CONCLUSÃO

E. nigrita e *E. pleosticta*, embora sejam ambas abelhas Euglossinae, diferiram em seu potencial plástico relativo ao tamanho ou biomassa corporal sobre a influência das variações climáticas. *E. pleosticta* respondeu positivamente ao aumento de temperatura e pluviosidade com aumento de biomassa, enquanto que *E. nigrita* não alterou seu tamanho ao longo das estações do ano.

E. nigrita e *E. pleosticta*, também diferem entre si na habilidade de tamponar distúrbios ambientais provocados por alterações climáticas e por influência antrópica. *E. pleosticta* mostrou-se mais susceptível a apresentar maiores índices de AF do que *E. nigrita*, constituindo-se, portanto em um melhor bioindicador de estresse ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCKEMANN, D. Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in central Panamá. *Ecology*, v.64, p.274 - 283. 1983.
- CROZIER, R. H.; PAMILO, P., 1996. *Evolution of social insect colonies. Sex allocation and kin selection*. New York, Orford University Press, 230p.
- DRESSLER, R. L. Biology of orchid bees (Euglossini). *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, v.13, p.373 - 394. 1982.
- JANZEN, D. H. Euglossine bees as long - distance pollinators of tropical plants. *Science*, v.171, p.203 - 204. 1971.
- KANEGAE, A. P.; LOMÔNACO, C. Plasticidade morfológica, reprodutiva e assimetria flutuante de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sob diferentes temperaturas. *Ecol., Behav. and Bion.*, v.32, p.37 - 43. 2003.
- KUKUK, P. F. Male dimorphism in *Lasioglossum (chialictus) hemichalceum*: the role of larval nutrition. *J. Kans. Entomol. Soc.*, v.69, p.147 - 157. 1996.
- LEARY, R. F.; ALLENDORF, F. W. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: implications for conservation biology. *Tree*, v.4, p.214 - 216. 1989.
- LEUNG, B.; FORBES, M. R.; HOULE, D. Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: comparing efficacy of analyses involving multiple traits. *The Amer. Natural.*, v.155, p.101 - 115. 2000.
- MANLY, B. F. J. 1994. *Multivariate statistical methods. A primer*. London, Chapman & Hall, 215p.

MARKOW, T. A. Evolutionary ecology and developmental instability. *Annu. Rev. Entomol.*, v.24, p.105 - 120. 1995.

MORATO, E. F. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em Mata de Terra Firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). *Bol. Mus. Pr. Emíl Goel., Série Zoologia*, v.10, p.95 - 105. 1994.

MOLUMBY, A. Why make daughter larger? Maternal sex - allocation and sex - dependent selection for body size in a mass provisioning wasp, *Trypoxylon politum*. *Behav. Ecol.*, v.8, p.279 - 287. 1997.

NEMÉSIO, A. Notes on the occurrence of an aberrant coloration in *Eulaema nigrita* (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) in forest fragments in Southeastern Brazil. *Lundiana*, v.3, p.75 - 77. 2005.

NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F. A. Deriving ecological relationships from geographical correlations between host and parasitic species: an example with orchid bees. *J Biogeo.*, v.33, p.91 - 97. 2006.

PALMER, R. A.; STROBECK, C. Fluctuating asymmetry: measurement analysis, patterns. *Annu. Rev. Ecol.*, v.17, p.391 - 421.1986.

PARSONS, P. A. Fluctuating asymmetry: an epigenetic measure of stress. *Biol. Rev.*, v.65, p.131 - 145. 1990.

PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O.; COELHO, C. D. P.; ABRANTES, C. V. M.; LISBOA, L. C. O. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. *Rev. Bras. Zool.*, v.16, p.101 - 118. 1999.

PERUQUETTI, R. C. Variação do tamanho corporal de machos de *Eulaema nigrita* Lepetier (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). Resposta materna à flutuação de recursos? *Rev Bras Zool.*, v.20, p.207 - 212. 2003.

RÊBELO, J. M. M.; GARÓFALO, C.A. Comunidades de machos de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em matas semidecíduas do nordeste do estado de São Paulo. *Ann. Soc..Entomol.*, v.26, p.787 - 799. 1997.

REBÊLO, J. M. M.; MOURE, J. S. As espécies de *Euglossa latreille* do nordeste de São Paulo (Apidae, Euglossinae). *Rev. Bras. Zool.*, v.12, p.445 - 466. 1995.

SILVEIRA, F. A.; CURE, I. R. High altitude bee fauna of Southeastern Brazil: Implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). *Stud. Neo. Fau. Environ.*, v.28, p.47 - 55. 1993.

SCHEINER, S. M. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. *Annu. Rev. Ecol. Entomol.*, v.24, p.35- - 68. 1993.

SOFIA, S. H.; SUZUKI, K. M. Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. *Neo. Entomol.*, v. 33, p.693 - 702. 2004.

SOUZA, A. K. P.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; MARTINS, C. F. Riqueza, abundância e diversidade de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v.02, p.320 - 325. 2005.

SWADDLE, J. P.; WITTER, M. S.; CUTHILL, I. C. The analysis of fluctuating asymmetry. *Anim. Behav.*, v.48, p. 986 - 989. 1994.

TENGO, J.; BAUR, B. Number and size of oocytes in relation to body size and time of day in the kleptoparasite bee *Nomada lathburiana* (Hymenoptera: Anthophoridae). *Entomol Gen.*, v.18, p.19 - 24.1993.

TOMKINS, J. L.; KOTIAHO, J. S. Fluctuating Asymmetry. *Ency L. Scien.*, p.1 – 5. 2001.

TONHASCA, A.; ALBUQUERQUE, G. S.; BLACKMER, J. L. Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. *J. Trop. Ecol.*, v.19, p.99 - 102. 2003.

WILLIAMS, N. H.; WHITTEN, W. M. Orchid floral fragrance and male euglossine bee. Methods and advances in the last sesquidecade. *Biol. Bull*, v.164, p.355 - 395. 1983.

WILLKINSON, L. 1986. *SYSTAT: The system for statistics*. Evanston, IL SYSTAT, Inc.

WITTMANN, D.; HOFFMANN, M.; SCHOLZ, E. Southern distributional limits of euglossine bees in Brazil linked to habitats of the Atlantic and subtropical rain forest (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Entomol. Gene.*, v.14, p.53 - 60. 1988.

WOODS, R. E.; HERCUS, M. J.; HOFFMANN, A. A. Estimating the heritability of fluctuating asymmetry in field *Drosophila*. *Evolution*, v.52, p.816 - 824. 1998.

ZAR, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice Hall, 718p.

ZUCCHI, R.; CAMARGO, J. M. F.; SAKAGAMI, S. F. Biological observation on a neotropical bee, *Eulaema nigrata*, with a review on the biology of Euglossinae (Hymenoptera: Apoidea). A comparative study. *J. Fac. Sci. Hokkaido Uni.*, v.17, p.271 - 380. 1969.