



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

PLASTICIDADE FENOTÍPICA MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE  
*Musca domestica* L. (MUSCIDAE) EM RESPOSTA À  
DENSIDADE POPULACIONAL.

*Erika Germanos*

Monografia apresentada à  
Coordenação do Curso de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal  
de Uberlândia para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG

Junho – 1998



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

PLASTICIDADE FENOTÍPICA MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE  
*Musca domestica* L. (MUSCIDAE) EM RESPOSTA À  
DENSIDADE POPULACIONAL

*Erika Germanos*

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cecília Lomônaco de Paula  
(Orientadora)

Monografia apresentada à  
Coordenação do Curso de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal de  
Uberlândia para obtenção do grau de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG

Junho – 1998



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

PLASTICIDADE FENOTÍPICA MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE  
*Musca domestica* L. (MUSCIDAE) EM RESPOSTA À  
DENSIDADE POPULACIONAL

*Erika Germanos*

Aprovada pela banca examinadora em 15/06/1998

Nota: 100,0

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cecília Lomônaco de Paula  
(Orientadora)

---

Prof. Dr. Glein Monteiro de Araújo  
(Conselheiro)

---

Prof. Júlio Mendes  
(Conselheiro)

Uberlândia, 15 de Junho de 1998.

*“Deveríamos ser como a flor que  
se cumpre sem pergunta,  
a cigarra, queimando-se em  
música,  
o camelo que mastiga sua longa  
solidão,  
o pássaro que procura o fim do  
mundo.  
Sede assim qualquer coisa  
serena, isenta, fiel. Não como os  
demais homens”.*

A todos que acreditam no  
valor do Professor e na  
Educação.

## AGRADECIMENTOS

Vários profissionais participaram direta ou indiretamente da realização deste trabalho. Quero aqui agradecê-los imensamente por terem me ajudado e incentivado.

Primeiramente à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cecília Lomônaco de Paula, por sua valiosa orientação e imensa contribuição na minha formação profissional. Agradeço também seus ensinamentos sobre Ecologia, Estatística e de como realizar um trabalho científico.

Aos Profs. Glein Monteiro de Araújo e Júlio Mendes, por fazerem parte da banca examinadora.

Ao Prof. Kleber Del-Claro, por ter me apresentado o maravilhoso mundo dos insetos, e por sempre ter me incentivado, mesmo nas maiores dificuldades.

À Prof.<sup>a</sup> Renata Carmo de Oliveira, pela paciente explicação com o uso do axioscope e por sua companhia no laboratório.

Ao Prof. Zenon Silva, pelas horas de conversa sobre a vida, pela máquina de escrever elétrica, pelo mimeógrafo... Valeu !

Ao Prof. Noé Ribeiro da Silva, por sua amizade e por ter sido meu primeiro orientador.

Ao Prof. Alexandre Rusczyk, por ter me apresentado à Ecologia e ao "trabalho de campo".

Ao Técnico Anselmo de Oliveira, por estar sempre disposto a me ajudar.

À Dulce Schneider Stulzer e Maria Angélica da Silva, por seus sorrisos e

À Edna Bruns Navarro e Ana Maria Coelho Carvalho, por serem amigas e compreensivas durante todo o curso.

À Paula Ripamonte, por gentilmente ter finalizado a diagramação deste trabalho. Muito Obrigada !

À Escola Estadual Afonso Arinos e ao Colégio Nacional por terem me colocado em contato com a educação.

Ao CNPq, por ter financiado este trabalho.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Várias pessoas estiveram presentes durante a minha graduação. Algumas delas não poderiam deixar de ser lembradas.

Agradeço especialmente aos meus "tios": Therezinha e Wilson, que durante minha vida acadêmica foram meus verdadeiros pais e Camila uma irmã. Sempre me acolheram, confortaram, incentivaram e principalmente acreditaram em mim. Muito Obrigada !

Tia Eunice, além de ser uma mulher admirável, é para mim uma grande amiga e confidente.

Tias Celi, Celme e Ecy, a vocês eu agradeço aquele colo e aquele cuidado especial.

Rosário, pelo seu valioso trabalho, suas sábias palavras... Admiro muito seu profissionalismo e tenho por você um enorme carinho e gratidão.

Cintia, a experiência da amizade parece ter suas raízes fora do tempo, na eternidade.

Ricardo, "meu primo" grande companheiro de República, grande amigo... Sem você não seria possível enfrentar todas as dificuldades que surgiram até aqui.

Carlos José, companheiro de República... Obrigada por você sempre estar disposto a ter longas conversas e a me ajudar com o computador.

Fernando Diogo, obrigada pela sua presença e paciência.

Agnes Wânia, grande companheira de República... Sinto-me privilegiada por tê-la como amiga.

Leo, com o amigo não é preciso falar, é alguém cuja simples presença traz alegria, independentemente do que se faça ou diga.

Lucélia, diante de um amigo sabemos que é alguém com quem estivemos desde sempre.

P.A., Zé Ricardo, Gugu, momentos ricos de convivência e amizade com vocês vão sempre me acompanhar. Ah ! Obrigada pelos almoços maravilhosos que só a D. Lúcia sabe preparar.

Sula, Space, Andréia Rodrigues, Andrea Moraes, Cláudia Andréia, Vivienne, Eloíza, Ericka Faria, Vanessa Stefani, Patrícia e Inês Gomide, Uma estória oriental fala de uma árvore solitária que se via no alto da montanha onde os viajantes se sentam sob a sua sombra e descansam. Um amigo é como sua sombra e sua fiel presença torna a nossa solidão uma experiência de comunhão. E alegria maior não pode existir.

Agradeço a Deus por sua infinita presença.

Agradeço a minha mãe Fátima Germanos por ter me dado a vida.

## RESUMO

*Musca domestica* é um díptero com distribuição geográfica mundial que apresenta alto índice de sinantropia e pode transmitir agentes patogênicos ao homem e animais domésticos. O estudo de uma população como um todo requer informações sobre o tamanho do grupo, ciclo de vida, comportamento e também conhecimentos sobre sua fisiologia e padrões genéticos de regulação. A densidade, como mecanismo autorregulador em torno do nível de equilíbrio, envolve complexos e profundos mecanismos de ajustes fisiológicos, como também pode influir na sobrevivência e tamanho dos indivíduos. Larvas de *Musca domestica* foram criadas em dez densidades (100 a 1000 indivíduos em 100 g de substrato) com 3 repetições para cada tratamento, mantidas a uma temperatura constante de  $27^{\circ}\text{C} + 0,5$ . A cada dia de emergência, estes indivíduos foram retirados, contados e classificados quanto ao sexo. Alguns tiveram suas asas destacadas e montadas em lâminas, para análises morfométricas. Não houve diferenças entre os sexos quanto ao número de indivíduos emergentes nos diferentes dias e nas diferentes densidades. Um pico preferencial para emergência dos indivíduos foi observado no 2º dia de emergência em todas as densidades testadas. A curva ajustada de sobrevivência é semelhante a uma hipérbole, com maximização das taxas de sobrevivência em densidades intermediárias. A densidade influenciou o tamanho dos indivíduos, que tendiam ser menores com o aumento do grau de agregação. A assimetria flutuante somente mostrou-se proporcional ao tamanho em 1 dentre as 3 medidas efetuadas, sendo que, menores níveis de FA foram observados em indivíduos menores. *Musca domestica* apresentou grande plasticidade na manifestação de diversos caracteres fenotípicos em resposta à densidade populacional. Acredita-se que tanto a plasticidade fisiológica quanto a morfológica sejam adaptativas visto que contribuem para

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Desenho Experimental.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Análise Estatística.....</b>	<b>7</b>
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>9</b>
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>31</b>

## **1. Introdução**

A família Muscidae possui várias espécies das quais, sob o ponto de vista médico-veterinário, a mais importante é a *Musca domestica* Linnaeus, 1759 (NEVES, 1984). É um díptero de distribuição geográfica mundial com alto índice de sinantropia. LINDSAY & SCULDER (1956) e GREENBERG (1973 a; 1973 b) observaram que a *Musca domestica* pode veicular agentes patogênicos como vírus, protozoários, bactérias e ovos de helmintos. A veiculação mecânica de patógenos pode ocorrer através de distintos mecanismos: ingestão de agentes patogênicos e posterior eliminação dos mesmos em suas fezes ou pela regurgitação e dispersão mecânica de microorganismos, por meio das patas ou outras partes do corpo (GUIMARÃES, 1985). Deste modo, *M. domestica* pode veicular doenças como: desinteria, cólera, febre tifóide, mastite, conjutivite e poliomielite (NEVES, 1984).

Segundo HERMES & JAMES (1961) uma única lata de lixo pode fornecer mais de 20.000 larvas de *M. domestica*, dependendo das condições sanitárias vigentes. Daí a grande importância no serviço de coleta de lixo urbano e tratamento do esterco de animais, pois aumentos nas populações de *M. domestica* podem



consistir em grave risco à saúde de animais domésticos e do homem (CUNHA & LOMÔNACO, 1996).

Uma população pode ser definida como qualquer grupo de organismos da mesma espécie que faz parte de uma comunidade biótica, num dado espaço e numa certa área (ODUM, 1985). O estudo de populações requer informações sobre o tamanho do grupo, duração do ciclo de vida e comportamento dos organismos considerados. Também requer conhecimentos sobre sua fisiologia e padrões genéticos de regulação (SOLOMON, 1980).

Populações tendem a ser controladas biologicamente ou reguladas em função de sua densidade e por isso pode-se considerar a densidade como sendo um mecanismo de auto-regulação. Após atingir certo tamanho, o crescimento populacional torna-se, então, dependente da densidade. Nos modelos de crescimento populacional dependentes da densidade mais utilizados, supõe-se que à medida que a densidade aumenta a taxa de natalidade declina e/ou a taxa de mortalidade aumenta linearmente (FUTUYMA, 1992).

A população, à medida que se aproxima do equilíbrio, pode oscilar em seus números ao invés de se manter num valor constante (MAY & OSTER, 1976). A regulação da densidade populacional em torno do equilíbrio envolve complexos e profundos mecanismos de ajustes fisiológicos, ou seja regulação nas taxas reprodutivas, na fecundidade, na velocidade do desenvolvimento e nas taxas metabólicas dos indivíduos da população. Também poderá trazer reflexos em outros parâmetros populacionais, tais como: sobrevivência e tamanho dos indivíduos (LOMÔNACO & PRADO, 1994; RIBEIRO *et al*, 1995). Deste modo, um ambiente específico estabelece uma relação única com o indivíduo, determinando seu fenótipo. A diversidade de respostas aos fatores peculiares de cada ambiente



determina, portanto, o potencial plástico de uma espécie. Plasticidade fenotípica pode ser definida como mudanças na expressão do fenótipo em função do meio, sem que mudanças genéticas sejam necessárias (SCHEINER, 1993).

Um outro tipo de plasticidade, também conhecida por ruído ambiental, reflete o stress ou outros tipos de problemas vivenciados durante o desenvolvimento de um organismo (LEARY & ALLENDORF, 1989 ; CLARKE, 1995 a e b; CLARKE *et al.*, 1992). A simetria perfeita de um organismo, por exemplo, pode não ser expressa no fenótipo por fatores que influenciam no seu desenvolvimento normal. Estes desvios de simetria são definidos como flutuação na simetria bilateral (assimetria flutuante), caracterizada por pequenos desvios da simetria perfeita no caráter de um organismo com simetria bilateral (PALMER & STROBECK, 1986). Deste modo, outros reflexos de altas taxas de densidade de uma população podem ocorrer na expressão do genótipo dos indivíduos.

Este estudo tem como objetivo estimar alguns parâmetros da biologia e morfologia de *Musca domestica* quando criadas em diferentes densidades, para que se possa compreender como a população se auto-regula para manter-se em equilíbrio. Os parâmetros a serem analisados serão:

- percentagem de indivíduos que chega à fase adulta
- perfil de emergência (tempo decorrido entre o primeiro e o último dia de emergência)
- tamanho dos indivíduos
- desvios na simetria bilateral (assimetria flutuante)



## ***2. Material e Métodos***

### ***2.1. Desenho experimental***

As larvas de *Musca domestica* foram obtidas na Fazenda Experimental do Glória (18° 57' S; 48° 12' W), situada no Município de Uberlândia, MG. Estas larvas foram criadas em substrato composto de 100g de farelo de trigo, adicionados a 100ml de água destilada. Foram colocados, aproximadamente, 75g deste substrato dentro de 10 recipientes de vidro de 500ml, previamente autoclavados. As larvas, com idade de um dia foram contadas e distribuídas em dez densidades diferentes: 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 e 1.000 indivíduos por frasco (i/f), com três repetições para cada tratamento.

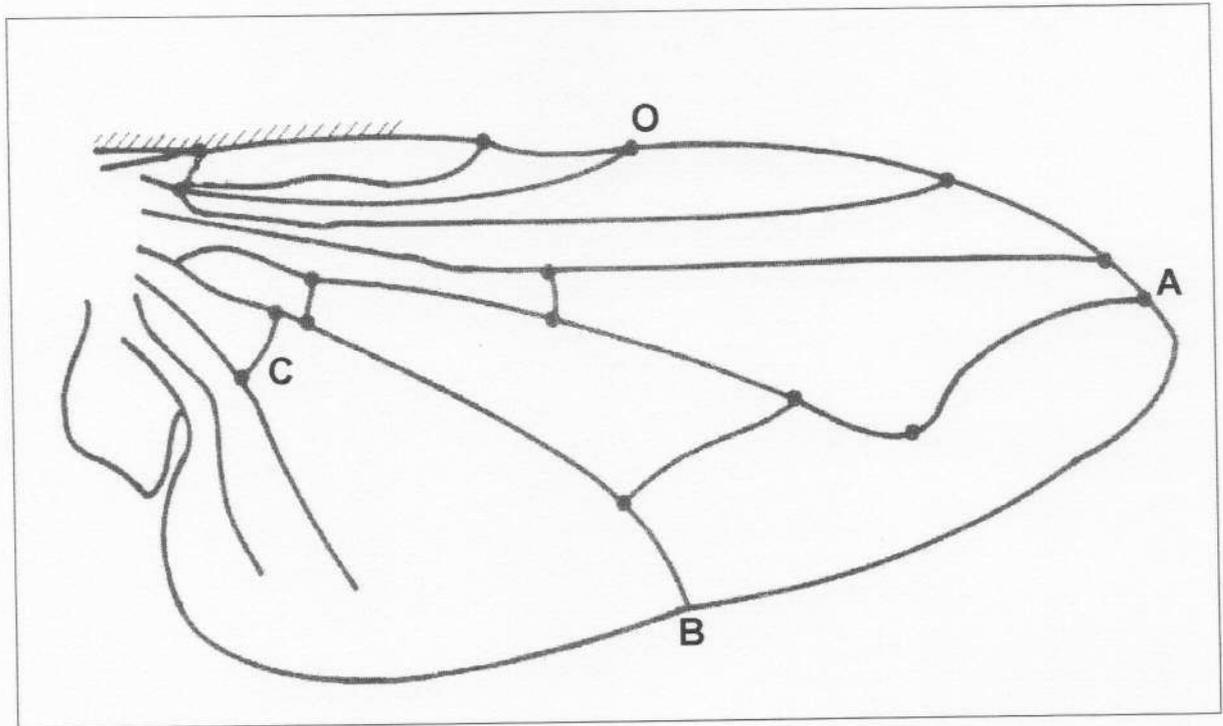
Após a adição das larvas, estes recipientes de vidro foram fechados com organza e mantidos em câmara de germinação a uma temperatura constante de 27°C. Os frascos foram observados diariamente e umedecidos quando necessário, até a empupação das larvas.

Os indivíduos que emergiram a cada 24h, após o primeiro dia de emergência, foram retirados destes frascos e preservados em álcool 70%. Estes indivíduos foram contados e classificados quanto ao sexo. Dez indivíduos de cada sexo e de



cada densidade foram escolhidos ao acaso no segundo dia de emergência e tiveram suas asas (direita e esquerda) destacadas e montadas em lâminas.

Foram escolhidos quatro pontos nas asas para a medição das distâncias: entre o ponto O e os pontos A, B, C, (Figura 1). Estas medições foram feitas sob microscópio óptico (Axioscope, Zeiss), com auxílio de ocular micrométrica, num aumento de 40x.



**FIGURA 1** – Esquema da asa de *Musca domestica* mostrando os pontos a partir dos quais foram feitas as medidas morfométricas.



## 2.2. Análise estatística

Para se verificar diferenças no número de indivíduos emergentes a cada dia os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA para dois fatores), tomando-se como fatores o sexo (2 níveis) e a densidade (10 níveis).

Dados relativos ao número total de indivíduos sobreviventes em cada densidade foram padronizados na razão de sobrevivência ( $RS = N/D$ ), sendo: N, o número de sobreviventes e D a densidade. Por se tratarem de amostras heteroscedásticas, utilizou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis para se verificar diferenças na razão de sobrevivência em cada densidade. Além disto, foram feitas comparações múltiplas com o teste de Kolmogorov-Smirnov (ZAR, 1982).

Diferenças no tempo de emergência nas diferentes densidades foram testadas por análise de variância (ANOVA para um fator).

As três medidas das asas foram submetidas à análise de componente principal (ACP) para se verificar a natureza e magnitude das variações morfométricas dos indivíduos nas diferentes densidades e obter um índice multivariado de tamanho (MANLY, 1994). Scores do primeiro componente principal (tamanho) foram submetidos à análise de variância (ANOVA para dois fatores), para se verificar diferenças no tamanho dos indivíduos nas diferentes densidades. Os fatores considerados foram sexo e densidade. Comparações múltiplas com o teste de Tukey foram também efetuadas para esta variável.

Para análise da assimetria flutuante (AF) os dados obtidos pela diferença das medidas de asa esquerda pelas medidas da asa direita de *Musca domestica* foram submetidos a Test-t para se verificar se as distribuições eram normais com médias iguais a zero (SWADDLE *et al*, 1994; PALMER e STROBECK, 1986). Além disto, a



análise de variância (ANOVA para dois fatores) foi utilizada para verificar diferenças na assimetria flutuante das medidas morfométricas entre as densidades estudadas. Para analisar a relação entre a média da assimetria flutuante e a média do tamanho por densidade foi utilizado o teste de correlação simples de Pearson. Além disso, os dados foram submetidos aos testes não paramétricos de Kruscal-Wallis e Kolmogorov-Smirnov para se verificar diferenças na razão da assimetria flutuante por tamanho em cada densidade (ZAR, 1984).

Todas as análises foram processadas em computador PC, utilizando-se o programa estatístico SYSTAT for Windows (WILLKINSON, 1986).



### 3. Resultados

Não foram verificadas diferenças significativas no número de indivíduos de *Musca domestica* que emergiram nos diferentes dias entre os sexos e nas diferentes densidades (Tabela 1). Por este motivo, as análises que seguem agrupam os indivíduos independentemente do sexo. A Figura 2 traz a média da razão de sobrevivência nas diferentes densidades. Menores valores foram observados nas densidades iguais a 100, 800, 900 e 1000 i/f, que são os extremos da distribuição. Maiores valores aparecem entre as densidades de 400 a 800 i/f que correspondem às densidades intermediárias testadas. Deste modo, a curva ajustada de sobrevivência é semelhante a uma hipérbole (Figura 3). O teste de Kruskal-Wallis indicou haver diferenças na razão de sobrevivência entre as densidades ( $H = 20,95$ ;  $P = 0,013$ ). Comparações múltiplas feitas com o teste de Kolmogorov-Smirnov indicam que a razão de sobrevivência das densidades de 200, 300, 400, 500, 600 e 700 i/f são significativamente diferentes das razões de sobrevivência das densidades de: 100, 800, 900, 1000 i/f (Tabela 2). Assim, larvas criadas em baixas densidades (100 i/f) ou altas densidades (800, 900 e 1000)

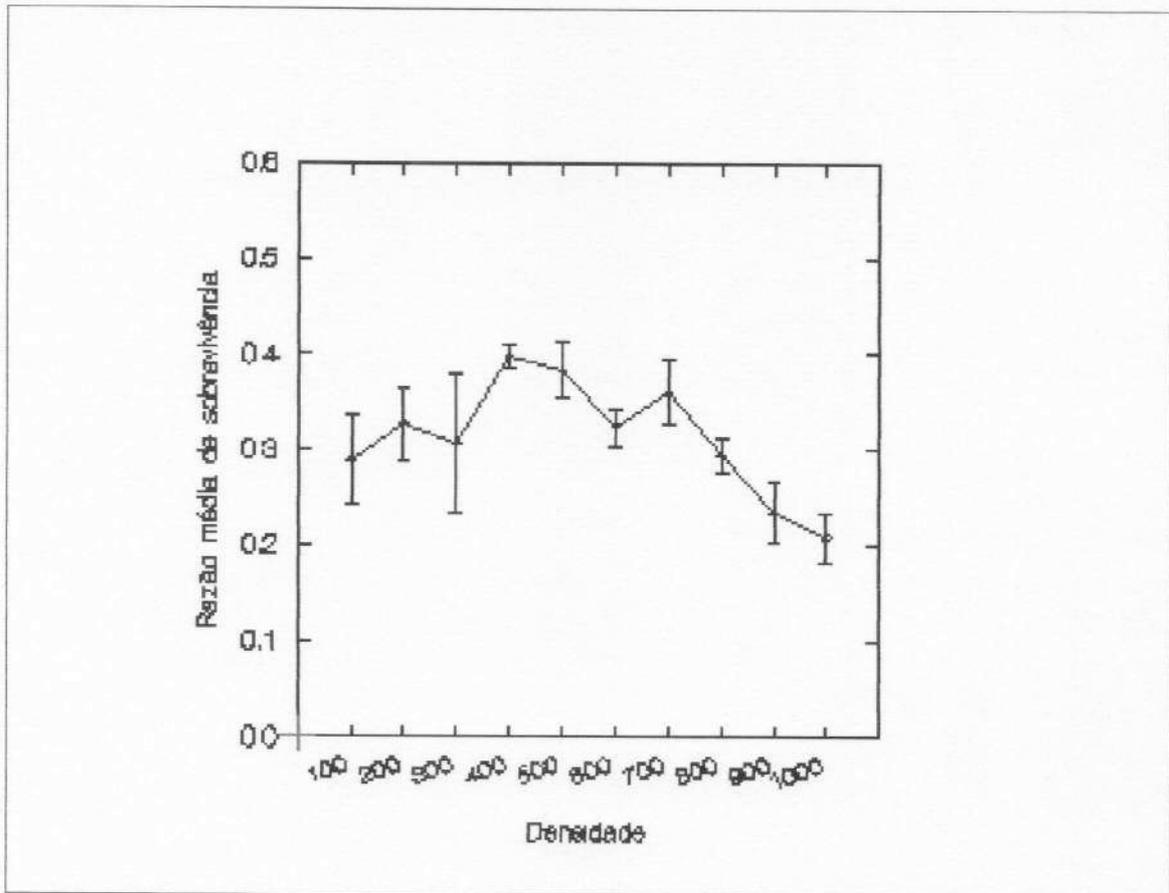


apresentam razões de sobrevivência significativamente menores do que aquelas criadas em densidades intermediárias (400 a 800 i/f).

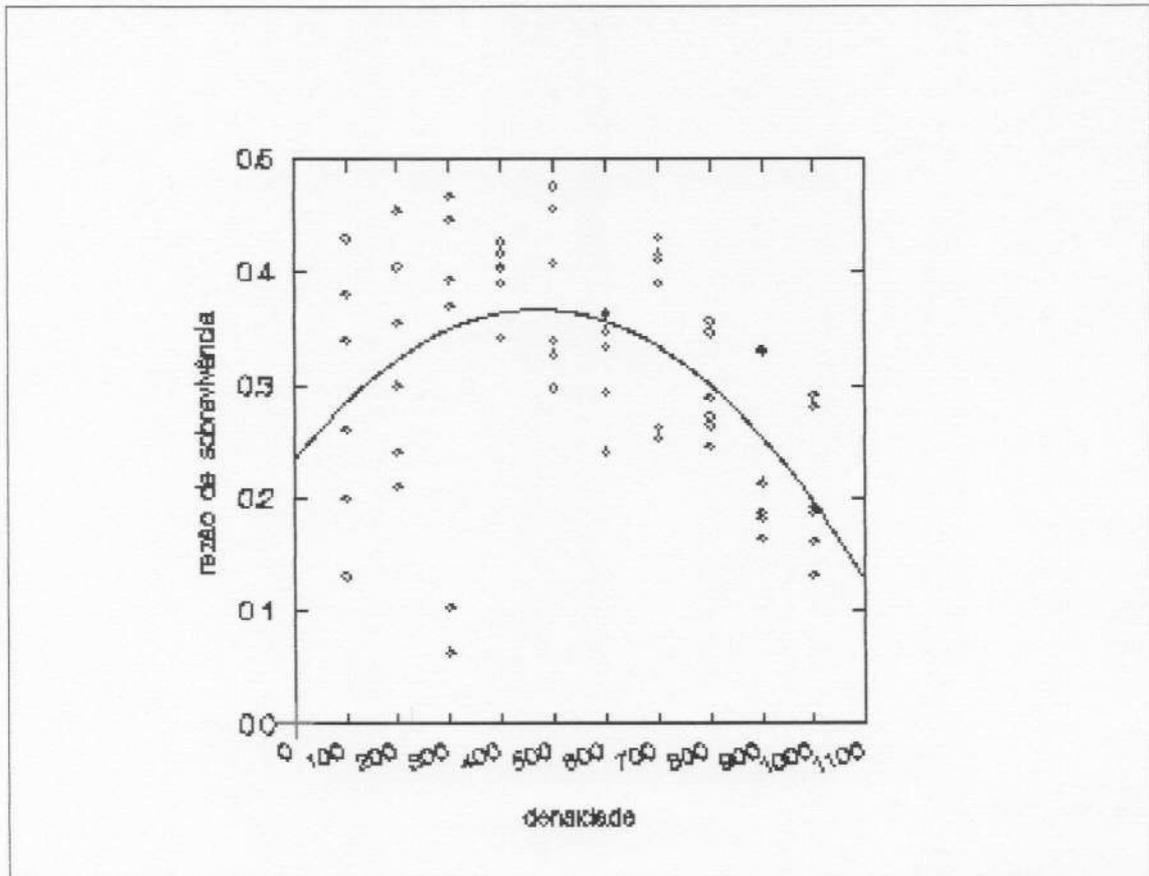


**TABELA 1** - Análise de variância (ANOVA para dois fatores: sexo e densidade) relativa ao número de indivíduos de *Musca domestica*, emergidas nos diferentes dias, durante o período de emergência.

ANOVA					
Fonte	SQ	GL	MQ	F	P
Sexo	51,153	1	51,153	0,119	0,731
Densidade	3899,837	9	433,315	1,005	0,435
S * D	339,586	9	37,732	0,087	1,000
Erro	185428,177	430	431,228		



**FIGURA 2** – Razão média de sobrevivência ( $\pm$  erro padrão) de *Musca domestica* criadas em diferentes densidades.



**FIGURA 3** – Curva ajustada para valores de razão de sobrevivência de *Musca domestica* criadas em diferentes densidades.



**TABELA 2** – Média da razão de sobrevivência de *Musca domestica* ( $\pm$  erro padrão e tamanho da amostra ) em diferentes densidades.

Densidade	$\bar{X}$	S	n
100	0,290	0,114	6 a
200	0,328	0,095	6 b
300	0,307	0,117	6 b
400	0,395	0,030	6 b
500	0,384	0,073	6 b
600	0,324	0,048	6 b
700	0,361	0,081	6 b
800	0,296	0,045	6 a
900	0,235	0,076	6 a
1000	0,208	0,065	6 a

\*As medidas dos grupos formados por a e b não diferem significativamente a nível de 5% por comparação múltipla de Kolmogorov-Smirnov.



O tempo gasto para emergência dos indivíduos difere nas diferentes densidades (Tabela 3). À medida que a densidade aumenta, o tempo gasto para emergência dos adultos também aumenta. Entretanto, o segundo dia do período total de emergência parece ser o dia em que o maior número de indivíduos emerge em todas as densidades (Figura 4).

Os primeiros componentes principais da matriz de correlação entre medidas das asas de *Musca domestica* criadas em dez densidades diferentes (Tabela 4) mostram que 93% das variações podem ser explicadas pelo tamanho, e que os remanescentes 7% podem ser explicados por variações na forma dos indivíduos.

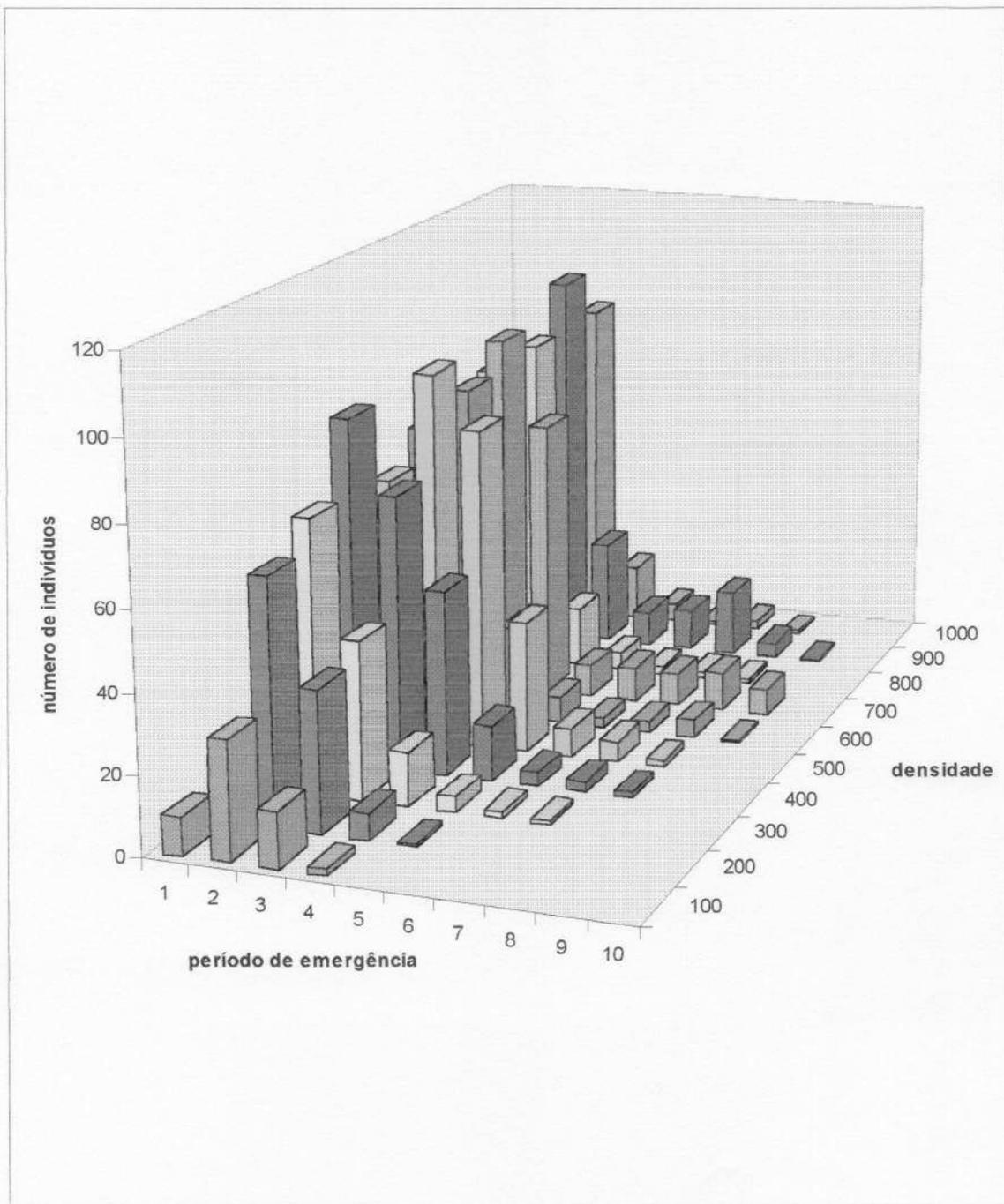
Os efeitos do sexo e da densidade ocorrem de modo independente, ou seja, não há interação entre estes dois fatores sobre os escores do primeiro componente principal de tamanho. Observa-se que há diferença entre as densidades e entre os sexos nas medidas morfométricas de asa de *Musca domestica*. Fêmeas são significativamente maiores que os machos (Tabela 5). A Figura 5 apresenta o tamanho dos indivíduos de *Musca domestica* nas dez densidades estudadas, mostrando que maiores indivíduos estão nas menores densidades e indicando ser o tamanho inversamente proporcional ao aumento da densidade.

O teste de Tukey (Tabela 6) agrupa os indivíduos em dois grupos segundo suas diferenças de tamanho. Um grupo cujo o tamanho dos indivíduos é maior (100 – 500 i/f) e outro grupo cujo tamanho dos indivíduos é menor (600 – 1000 i/f).



**TABELA 3** - Análise de variância (ANOVA para um fator) relativa ao número de indivíduos emergentes de *Musca domestica* a cada dia durante o período total de emergência.

ANOVA					
Fonte	SQ	GL	MQ	F	P
Tempo	76842,030	8	9605,254	37,529	0,0001
Erro	112871,650	441	255,945		



**FIGURA 4** – Número de indivíduos de *Musca domestica* que emergiram a cada dia nas dez densidades durante o período de emergência.



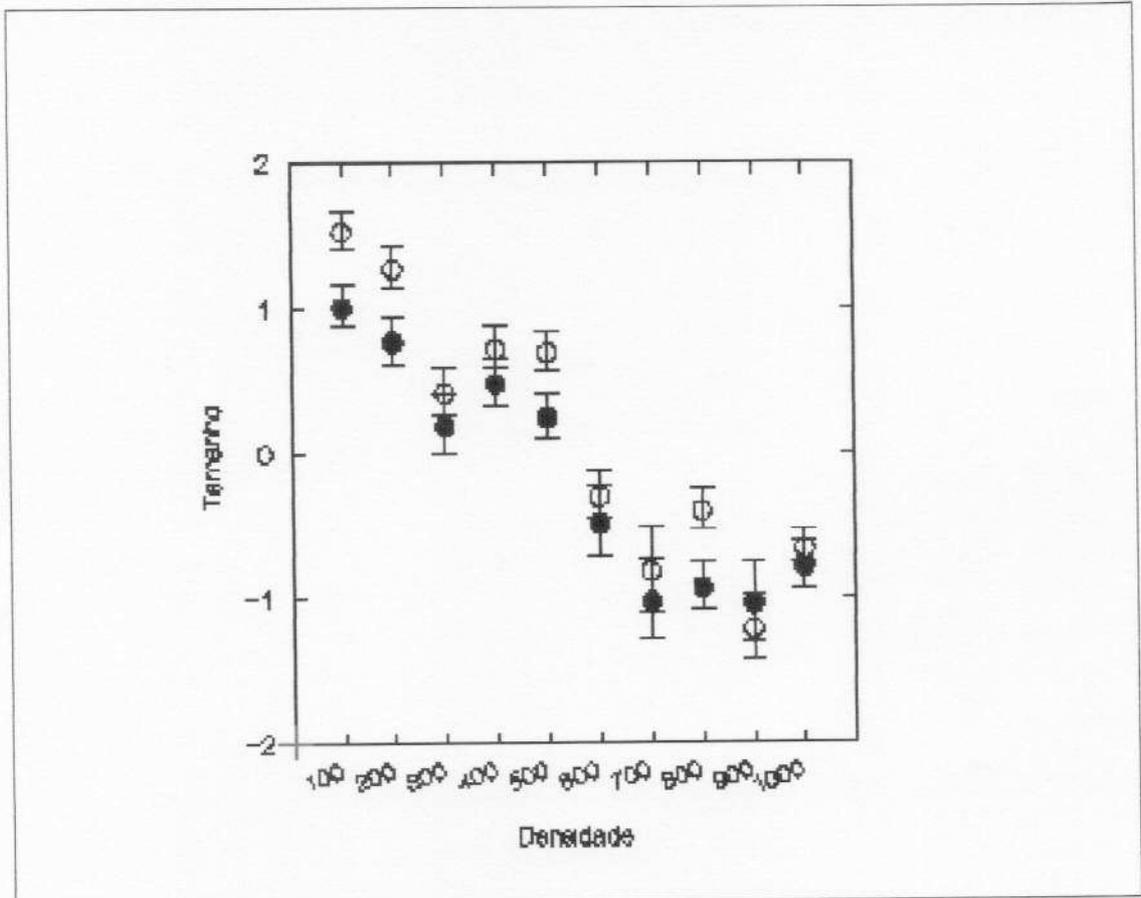
**TABELA 4** - Primeiros componentes principais da matriz de correlação entre medidas de asa de *Musca domestica* criadas em diferentes densidades. A percentagem de variação explicada por cada componente está na base da tabela.

Medidas	Componentes Principais		
	1	2	3
A	0,984	0,089	-0,512
B	0,966	0,231	0,116
C	0,944	-0,329	0,040
Variância Explicadas pelos componentes			
	2,793	0,169	0,038
Percentagem total de variância explicada (%)			
	93,089	5,642	1,269



**TABELA 5** - Análise de variância (ANOVA para dois fatores: sexo e densidade) relativa aos escores do primeiro componente principal de medidas morfométricas de asa de *Musca domestica*.

ANOVA					
Fonte	SQ	GL	MQ	F	P
Densidade	130,897	9	14,544	42,258	0,0001
Sexo	3,393	1	3,939	11,446	0,0010
D * S	2,205	9	0,245	0,712	0,6890
Erro	61,951	180	0,344		



**FIGURA 5** – Médias  $\pm$  erros padrões obtidos do primeiro componente principal, relativos às medidas de asa de *Musca domestica*, por densidade e segundo o sexo ( ● macho; ○ fêmea).



**TABELA 6** – Média do tamanho de indivíduos (índice multivariado de tamanho) de *Musca domestica* ( $\pm$  desvio-padrão) em diferentes densidades.

Densidade	$\bar{X}$	S
100	1,283	0,493 a
200	1,036	0,523 a
300	0,318	0,572 a
400	0,616	0,493 a
500	0,487	0,480 a
600	-0,374	0,642 b
700	-0,903	0,882 b
800	-0,645	0,548 b
900	-1,112	0,774 b
1000	-0,706	0,423 b

\* As medidas dos grupos formados por a e b não diferem significativamente a nível de 5% pelo teste de Tukey.



Os testes-t para uma amostra (Tabela 7) apontam que as medidas  $\overline{OA}$  e  $\overline{OB}$  tem distribuição normal com médias iguais a zero, o que não ocorreu com a medida  $\overline{OC}$ . Assim a análise de assimetria flutuante foi feita apenas para as medidas  $\overline{OA}$  e  $\overline{OB}$ .

A análise de variância (ANOVA) relativa à AF da medida  $\overline{OA}$  (Tabela 8) não apresenta diferenças significativas entre os sexos e nas diferentes densidades estudadas. Já a análise de variância (ANOVA) para a flutuação da medida  $\overline{OB}$  indica haver diferenças significativas entre as densidades, embora não haja diferenças entre os sexos nem interação entre estes dois fatores (Tabela 9).

A correlação simples de Pearson indicou não haver relação entre a AF da medida  $\overline{OA}$  e o tamanho dos indivíduos ( $r = -0,419$ ;  $P = 0,229$ ;  $n = 10$ ). No entanto houve correlação significativa entre a AF da medida  $\overline{OB}$  e o tamanho dos indivíduos ( $r = 0,673$ ;  $P = 0,033$ ;  $n = 10$ ). Uma vez que a AF mostrou-se proporcional ao tamanho, os valores na AF da medida  $\overline{OB}$  foram divididos pelos escores dos tamanhos dos indivíduos (ACP) em cada densidade. As razões obtidas nesta divisão quando submetidas ao teste de Kruskal-Wallis foram consideradas significativamente diferentes entre si ( $H = 56,872$ ;  $P < 0,001$ ). Comparações múltiplas feitas com o teste de Kolmogorov-Smirnov indicaram a ocorrência de dois grupos. As densidades de 100, 200, 300, 400, 500 i/f possuem indivíduos com maiores desvios na simetria bilateral do que as densidades de 600, 700, 800, 900, 1000 i/f (Figura 6).



**TABELA 7** – Test-t para uma amostra relativa a distribuição das diferenças das medidas  $\overline{OA}$ ,  $\overline{OB}$ ,  $\overline{OC}$  de asa de *Musca domestica* (direita menos esquerda).

Distribuição	t	P
$\overline{OA}$	-0,490	0,625
$\overline{OB}$	-0,000	1,000
$\overline{OC}$	-4,467	0,000



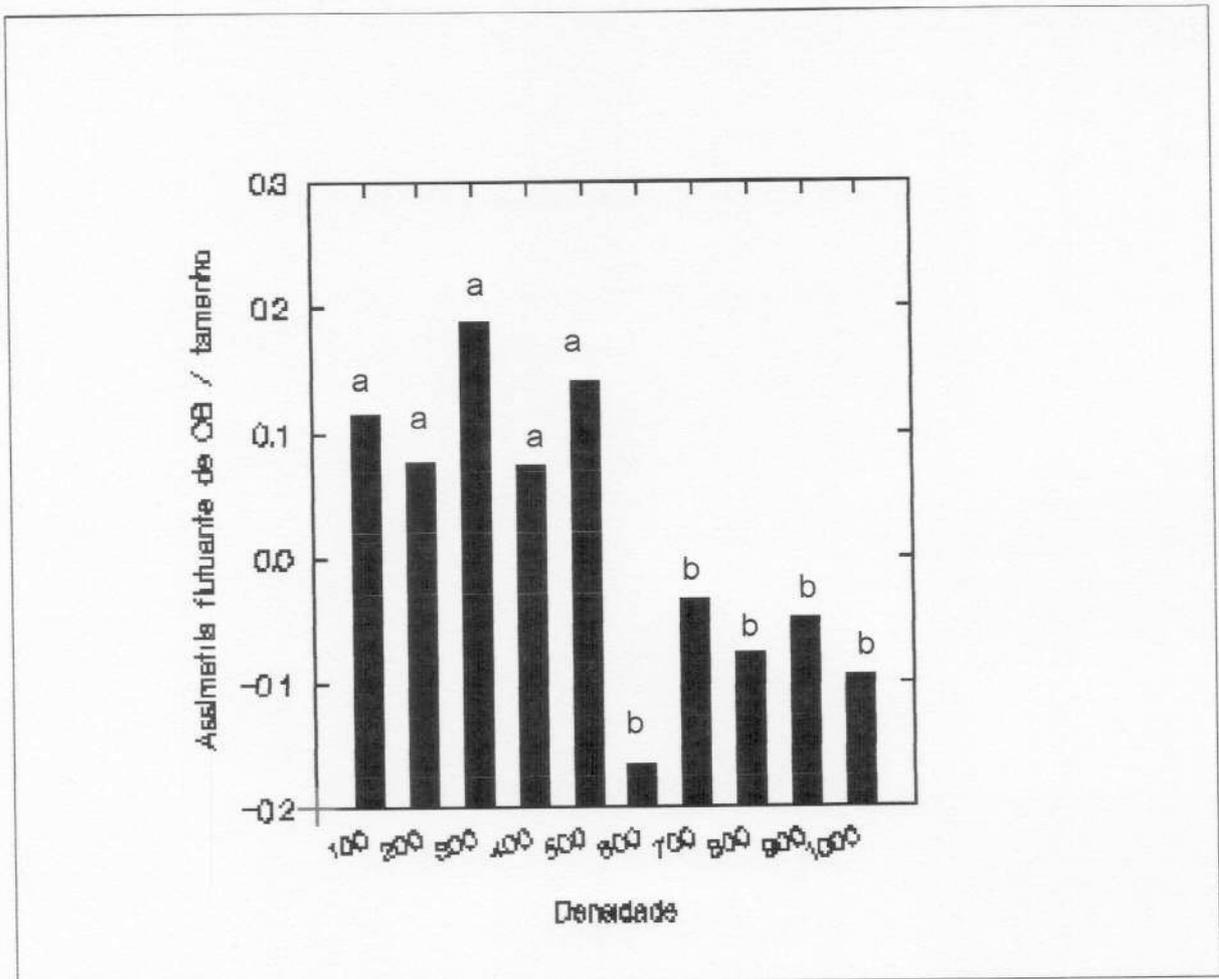
**TABELA 8** – Análise de Variância (ANOVA para 2 fatores: sexo e densidade) relativa a assimetria flutuante da medida  $\overline{OA}$  de asa de *Musca domestica* criadas em dez densidades diferentes.

ANOVA					
Fonte	SQ	GL	MQ	F	P
Densidade	0,124	9	0,014	1,359	0,210
Sexo	0,0009	1	0,009	0,868	0,353
D * S	0,100	9	0,011	1,100	0,365
Erro	0,818	180	0,010		



**TABELA 9** – Análise de variância (ANOVA para dois fatores: sexo e densidade) relativa à assimetria flutuante da medida  $\overline{OB}$  de asa de *Musca domestica* criada em dez densidades diferentes.

ANOVA					
Fonte	SQ	GL	MQ	F	P
Densidade	0,173	9	0,019	2,536	0,009
Sexo	0,001	1	0,001	0,145	0,704
D * S	0,028	9	0,003	0,404	0,932
Erro	1,367	180	0,008		



**FIGURA 6** – Média da Assimetria Flutuante de  $\overline{OB}$  dividida pela média do tamanho dos indivíduos de *Musca domestica* por densidades. \* As medidas dos grupos formados por a e b não diferem estatisticamente a nível de 5% por comparação múltipla de Kolmogorov-Smirnov.



## 4. Discussão

A densidade populacional é um fator limitante à sobrevivência do grupo. Baixas densidades populacionais bem como densidades elevadas (numa mesma quantidade de substrato) foram desfavoráveis para o desenvolvimento dos indivíduos de *Musca domestica*. KENCE & JDEIDI (1997) trabalhando com quatro densidades diferentes (450, 900, 1800, 3600 indivíduos por quantidade de substrato) obtiveram um padrão similar de sobrevivência. Variações nas taxas de sobrevivência do grupo podem, portanto, estar associadas a alterações fisiológicas que são observadas em grupos muito pequenos assim como em grandes agregações.

Baixas densidades podem exercer notável influência sobre a sobrevivência, período de desenvolvimento e caracteres morfofuncionais de insetos criados em culturas (PETERS & BARBOSA, 1977). Este autor observou que em algumas espécies de lepidópteros, altas taxas de mortalidade de ovos e aumento do período de desenvolvimento das larvas associavam-se a baixas densidades.

Densidades elevadas também retardam o desenvolvimento e subseqüentemente prolongam o desenvolvimento larval (KENCE & JDEIDI, 1997).



Este fenômeno foi observado em outras espécies de insetos incluindo: *Culex pipiens* (ISHII, 1963 *apud* PETERS & BARBOSA, 1977), *Aedes polynesiensis* (INGRAN, 1954 *apud* PETERS & BARBOSA, 1977), *Aedes aegypti* (BARBOSA & PETERS, 1972 *apud* PETERS & BARBOSA, 1977).

A curva de sobrevivência descreveu uma parábola, com baixos valores nos extremos da distribuição, demonstrando um efeito não linear da densidade na sobrevivência, independente do sexo. Pode-se portanto associar uma maior razão de sobrevivência a densidades intermediárias, na qual esta é otimizada (IMAI, 1984). Tal fenômeno é descrito pelo Princípio de Allee, em que certo grau de agregação (tamanho ótimo do grupo) pode aumentar a sobrevivência individual (ODUM, 1985).

Um outro efeito da densidade na dinâmica populacional de *Musca domestica* foi a alteração do período compreendido entre o primeiro e o último dia de emergência. Este período aumentou juntamente com o aumento da densidade. Isto provavelmente ocorreu em decorrência da competição por recursos que é geralmente maior em densidades elevadas. Assim alguns indivíduos gastaram maior tempo para conseguir uma quantidade de biomassa suficiente para empupação. KENCE & JDEIDI (1997) também observaram que o período de emergência aumentou em média de 12 a 13 dias com o aumento da densidade de 450 para 3600 indivíduos por quantidade de substrato de *Musca domestica*, num experimento feito a 25° C.

Larvas, com cerca de 24 horas de idade, podem apresentar os ínstaes lavais 1 e 2 (NEVES, 1984). Uma vez que tais ínstaes não foram identificados, considerou-se que a variabilidade provocada por este efeito tivesse sido pequena. Além disto, a influência da idade inicial dos indivíduos estaria sendo feita



simultaneamente em todos os níveis de ambos os fatores considerados nas análises.

Outro mecanismo de resposta à densidade populacional foi a variação no tamanho dos indivíduos. Alterações na qualidade ou quantidade de recursos alimentares gerando variações no tamanho das moscas, por meio de mecanismos dependentes da densidade, já foram observados por LOMÔNACO & PRADO (1994). Com menor quantidade de alimento disponível, larvas tendem ao empupamento com menor biomassa, resultando em adultos menores (RIBEIRO, *et al* 1995). A densidade larval é um importante fator influenciando na determinação do tamanho de adultos (BLACK IV & KRAFSUR, 1986). Uma vez que a determinação do tamanho tenta maximizar a sobrevivência, a plasticidade morfológica pode ser considerada como um caráter adaptativo (SCHEINER, 1996).

Assimetria Flutuante (AF) não foi encontrada em todas as medidas efetuadas, pois apenas uma delas apresenta desvios na simetria bilateral como resposta ao stress vivido pelos indivíduos durante o período de desenvolvimento.

PALMER & STROBECK (1986) e PARSONS, (1990) já haviam verificado que AF é específica para o caráter ou seja: níveis de AF em um caráter são independentes dos níveis de AF para outro caráter no mesmo indivíduo. Freqüentemente AF parece ser dependente do tamanho (PALMER & STROBECK, 1986; PARSONS, 1990; 1991; MOLLER & POMIANKOWSKI, 1993; UENO, 1994; MOLLER, 1995).

No caso de *Musca domestica* houve correlação positiva entre tamanho e níveis de AF, indicando que indivíduos maiores também apresentavam maiores valores de AF. Assim o aumento de densidade provocou tanto redução no tamanho quanto nos níveis de AF. Uma vez que o indivíduo ajustou seu tamanho



adaptando-se a quantidade de recursos disponíveis, problemas no desenvolvimento ou níveis de stress foram também minimizados.

*Musca domestica* apresentou plasticidade na expressão de diversos caracteres quando criada em condições adversas. Como resposta ao aumento na densidade populacional apresentou alterações no período total de emergência, no tamanho, na taxa de sobrevivência e nos níveis de assimetria flutuante dos indivíduos. Essas alterações visaram não somente tamponar ou minimizar dificuldades ocorridas durante o desenvolvimento, mas sobretudo garantir a sobrevivência de um maior número de indivíduos. Ajustes desta natureza descrevem o potencial plástico da espécie, que pode ser considerado adaptativo, visto que apresenta vantagens seletivas.



## 5. Referências Bibliográficas

- BLACK IV, W.C. & KRAFSUR, E.S. 1986. Geografic variation in house fly size: adaptative or larval crowding ? *Evolution* 40(1): 204-206.
- CLARKE, G.M., OLDROYD, B.P. & HUNT, P. 1992. The genetic basis of developmental stability in *Apis mellifera*: heterozeigosity versus genic balance. *Evolution* 46 (3): 753-762.
- CLARKE, G.M. 1995 a. The genetic basis of developmental stability II. Asymmetry of extreme phenotypes revisited. *Am. Nat.* 146(5):708-725.
- CLARKE, G.M. 1995 b. Relationship between developmental stability and fitness: application for conservation biology. *Conserv. Biol.* 9:18-24.
- CUNHA, C.L. & LOMÔNACO, C. 1996. Monitorização de impacto ambiental provocado por dispersão de moscas em bairros adjacentes a uma granja avícola. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 25(1):1-12.



FUTUYMA, D. J. 1992. *Biologia evolutiva*. Ed. SBE/CNPq. Ribeirão Preto

GREENBERG, G.B. 1973a. *Flies and disease, vol.1. Ecology, classification and biotic associations*. Univ. Press, Princeton, N.J. 856pp.

GREENBERG, G.B. 1973b. *Flies and Diseases, vol 2. Biology and disease transmission*. Univ. Press, Princeton, N.J. 447pp.

GUIMARÃES, J.H. 1985. Moscas: biologia, ecologia e controle. *Ver. Agroquím.-CIBA-GEIGY* 21:20-26.

HERMS, W.B. & JAMES. M.T. 1961. *Medical entomology*. Macmillan Comp., New York. 616pp.

IMAI, C. 1984. Population dynamics of house flies, *Musca domestica*, on experimentally accumulated refuse. *Res. Pop. Ecol.* 26 (2):353-362.

KENCE, M. & JDEIDI, T. 1997. Effect malation on larval competition in house fly (DIPTERA: MUSCIDAE) populations. *J. of Econ. Entomol.* 90 (1):59-65.

LEARY, R.F. & ALLENDORF, F.W. 1989. Fluctuating asymmetry as na indication of stress: implications for conservation biology. *TREE* 4(7):214:216.

MULLER, A.P. & POMANKOWSKI, A. 1963. Fluctuating asymmetry and sexual selection. *Genética* 85 267-279

MULLER, A.P. 1964. *Musca domestica* e *Stomoxys calcitrans*. *Biologia e controle*. Rev. Inst. Entomol. 14-16

OLIVEIRA, J.P. 1995. *Genética Interamericana*. Rio de Janeiro: RJ



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

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

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