

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Parasitologia



Dissertação

**Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) sobre período e viabilidade de larvas e pupas, razão sexual e morfometria de adultos, em laboratório**

**Francielly Felchicher**

Pelotas, 2013

Francielly Felchicher

Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) sobre período e viabilidade de larvas e pupas, razão sexual e morfometria de adultos, em laboratório

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Parasitologia, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (área de concentração: Parasitologia).

Orientador: Prof. Dr. Paulo Bretanha Ribeiro  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Élvia Elena Silveira Vianna

Pelotas, 2013

Dados de catalogação na fonte:  
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901  
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

F311e

Felchicher, Francielly

Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) sobre período e viabilidade de larvas e pupas, razão sexual e morfometria de adultos, em laboratório / Francielly Felchicher. – 39f. : il. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Parasitologia. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Departamento de Microbiologia e Parasitologia. Pelotas, 2013. – Orientador Paulo Bretanha Ribeiro ; co-orientador Élvia Elena Silveira Vianna.

1.Parasitologia. 2. Culicídeo.3.Intraespecífica.  
4.Competição. 5.Tamanho. 6.Dieta, I.Ribeiro, Paulo Bretanha.  
II.Vianna, Élvia Elena Silveira. III.Título.

CDD: 614.4323

**Banca examinadora:**

Prof. Dr. Paulo Bretanha Ribeiro

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriane Maria Delgado Menezes

Dr<sup>a</sup>. Cristine Ramos Zimmer

Prof. Dr. Marcos Marreiro Vilella

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, Dejanes e Carlos Felchilcher pelo apoio em todas as etapas, caminhos e escolhas na minha vida. A simplicidade, respeito, força e carinho que demonstram são os exemplos que procuro seguir nas decisões que tomo.

Junior e Bia, brigando a gente se entende, coisa de irmão. Obrigada mais uma vez pela paciência vocês, ouvindo minhas lamúrias e tolices.

Carla, obrigada pelo carinho, incentivo, companheirismo, amizade e toda paciência do mundo que teve comigo durante essa etapa.

Agradeço com carinho muito especial as pessoas que sempre andam me convencendo a seguir, a acontecer, me dando forças quando não me empurrando, para passar por diversas etapas, sem falar no mestrado: Carla, Marcial, Jucelio, Kathleen, Luísa, Bruna, Cristine, Elisa, Junior, Marcela.

Aos orientadores, Bretanha e Élvia obrigada por me orientarem, pelas correções, pelo convívio e amizade.

Marcial, “vai ser um ótimo orientador”, corrigindo, já é um ótimo orientador. Obrigada pela amizade, pela colaboração prática e teórica na realização do trabalho, pela paciência na confusão mental que aturaste.

A Marcela e Jucelio pela colaboração na realização do trabalho, pela parceria no laboratório e amizade. Ao professor Eduardo pelos inúmeros auxílios durante o processo e sugestões para lidar com a UFPel no todo.

Todo o povo que convivo diariamente no laboratório, agregando um pouco as manias de cada um, em meio a um café e outro, obrigada pela convivência.

Aos professores e aos educadores que ensinam muito na UFPel, obrigada por todos exemplos.

Aos funcionários do Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Ademir, Isaias, Maria Antonieta, obrigada pelo convívio amistoso.

Ao Instituto de Biologia agradeço pela disponibilização de laboratórios e equipamentos utilizados durante o experimento.

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Parasitologia agradeço pela formação acadêmica e científica.

Agradeço a CAPES pelo incentivo cedido em forma de bolsa

## Resumo

FELCHICHER, Francielly. **Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) sobre período e viabilidade de larvas e pupas, razão sexual e morfometria de adultos, em laboratório.** 2013. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Parasitologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Os Culicidae possuem importância na saúde humana e de outros animais, pois constituem o grupo com maior capacidade vetorial de patógenos entre os artrópodes hematófagos. Dentre os culicídeos o *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) apresenta elevada sinantropia e em consequência grande relevância em saúde pública, sendo vetor de diversos patógenos, como do vírus Oropouche, de nematódeos como *Wuchereria bancrofti*, *Dirofilaria immitis* e *Brugia malayi*, além do incômodo que causam ao homem, em áreas urbanas. As fêmeas de *C. quinquefasciatus* ovipositam em criadouros ricos em matéria orgânica, como esgotamento sanitário, valas, valetas a céu aberto, com reduzido número de inimigos naturais, daí a elevada população desses indivíduos em áreas urbanas. Com o objetivo de avaliar a influência da densidade de larvas de *C. quinquefasciatus*, foram realizados experimentos mantendo-se fixa a disponibilidade de dieta ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ) e proporcional ao número de larvas ( $1,9\text{mg/larva/L}$ ). Os resultados obtidos demonstram que o período larval de *C. quinquefasciatus* varia de 16,81 a 27,36 dias, para densidades de 200 e 1250 larvas, respectivamente, em tratamento com dieta restrita. O tratamento com dieta proporcional não apresentou variação no período larval. As densidades larvais com dieta restrita e dieta proporcional não influenciaram o período pupal. O período de emergência de adultos variou inversamente proporcional à densidade larval, variando de 17 a 32 dias, a partir da eclosão das larvas, em dieta restrita e 6 a 7 dias em dieta proporcional. Em tratamento com dieta restrita, a viabilidade larval variou inversamente à densidade, com dieta proporcional não houve influência na viabilidade larval, enquanto a viabilidade pupal não foi afetada pelas densidades. A densidade de larvas, com ou sem restrição alimentar, não influenciou no tamanho dos adultos, apresentando somente diferença de tamanho entre os sexos, com as fêmeas maiores que os machos, independente do tratamento. A razão sexual foi influenciada pela densidade de larvas quando disponibilizada dieta restrita, variando inversamente proporcional. A consequência da competição alimentar no estágio de larva reduz a razão sexual sem comprometer o tamanho dos adultos, permitindo supor que na geração seguinte a performance reprodutiva será mantida, mas com redução populacional devido a redução do número de fêmeas.

Palavras-chave: Culicídeo. Intraespecífica. Competição. Tamanho. Dieta.

## Abstract

FELCHICHER, Francielly. **Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) sobre período e viabilidade de larvas e pupas, razão sexual e morfometria de adultos, em laboratório.** 2013. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Parasitologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The Culicidae have importance in human health and other animals, as they constitute the group with higher vectorial capacity of pathogens among hematophagous arthropods. Among the mosquitoes *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) shows high synanthropy and consequently high public health relevance, like vector of various pathogens such as Oropouche virus, nematodes such as *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* and *Dirofilaria immitis*, and the nuisance they cause to man in urban areas. The female of *C. quinquefasciatus* oviposits in breeding high in organic material such as sewage, drains, ditches open, with few natural enemies, as a result the high population of these individuals in urban areas. In order to evaluate the influence of the density of larvae of *C. quinquefasciatus*, experiments were performed with a fixed availability diet ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ) and proportional diet to the number of larvae ( $1.9\text{mg/larvae/L}$ ). The results show that the larval period of *C. quinquefasciatus* varies from 16.81 to 27.36 days to a density of 200 and 1250 larvae, respectively on restricted diet treatment. In the treatment with proportional diet showed no change in the larval period. Larval density with restricted diet and proportional diet did not affect the pupal period. The period of adult emergence was inversely proportional to larval density, ranging from 17 to 32 days, from the larvae hatching in restricted diet and 6-7 days on proportionate diet. On treatment with restricted diet larval viability varied inversely with density, to proportional diet did not show influence in the larval viability, while the pupal viability was not affected by density. The density of larvae, with or without food restriction did not affect the size of the adults, presenting only size difference between the sexes, with females larger than males, regardless of treatment. The sex ratio was influenced by the density of larvae when available restricted diet, varying inversely proportional. The result of food competition in the larva stage reduces the sex ratio without compromising the size of the adults, which may suggest that the next generation the reproductive performance will be maintained, but with population decrease due to reducing the number of females.

Keywords: Culicid. Intraspecific. Competition. Size. Diet.



## Lista de Figuras

Figura 1	Fotografia de morfometria da área de asa e comprimento de tibia de <i>Culex quinquefasciatus</i> , utilizando o programa MShot Digital Imaging System.....	23
Figura 2	Influência da densidade de larvas de <i>Culex quinquefasciatus</i> sobre o período de desenvolvimento de larvas com dieta restrita, 100mg/L <sup>-1</sup> , nas diferentes densidades, em laboratório (± 25° C, UR 70%, fotoperíodo 12:12).....	25
Figura 3	Influência da densidade de larvas de <i>Culex quinquefasciatus</i> sobre o período de desenvolvimento de larvas com a disponibilidade proporcional de dieta (1,9mg/larva), em diferentes densidades, em laboratório (± 25° C, UR 70%, fotoperíodo 12:12).....	26
Figura 4	Frequência média diária de emergência de machos e fêmeas de <i>Culex quinquefasciatus</i> de tratamento com dieta restrita (100mg/L <sup>-1</sup> ) em diferentes densidades larvais, em laboratório. Estando A, B, C, D e E representando, respectivamente, 200, 500, 750, 1000 e 1250 larvas/L.....	27

Figura 5	Frequência média diária de emergência de machos e fêmeas de <i>Culex quinquefasciatus</i> de tratamento com dieta proporcional (1,9mg/larva) em diferentes densidades larvais, em laboratório. Estando A, B, C, D e E representando, respectivamente, 200, 500, 750, 1000 e 1250 larvas/L.....	28
Figura 6	Influência da densidade de larvas de <i>Culex quinquefasciatus</i> sobre a viabilidade, com dieta restrita (100mg/L <sup>-1</sup> ), em laboratório (±25° C, UR 70%, fotoperíodo 12:12).....	29
Figura 7	Influência da densidade de larvas de <i>Culex quinquefasciatus</i> sobre a viabilidade, com dieta proporcional (1,9mg/larva/L), em laboratório (± 25° C, UR 70%, fotoperíodo 12:12).....	30

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Influência da densidade de larvas de <i>Culex quinquefasciatus</i> sobre a área da asa, tamanho da tíbia e razão sexual de adultos, cujas larvas foram mantidas com quantidade restrita de dieta ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ), em laboratório.....	31
Tabela 2	Influência da densidade de larvas <i>Culex quinquefasciatus</i> sobre a área da asa, comprimento da tíbia e razão sexual de adultos cujas larvas foram mantidas com quantidade proporcional de dieta ( $1,9\text{mg/larva}$ ), em laboratório.....	31

## Sumário

1. Introdução.....	11
2. Objetivo geral .....	13
2.1 Objetivos específicos.....	13
3. Revisão da literatura .....	14
3.1 <i>Culex quinquefasciatus</i> Say, 1823 (Diptera, Culicidae) .....	14
3.2 Fase aquática de <i>Culex quinquefasciatus</i> .....	17
4. Metodologia .....	21
4.1 Manutenção da colônia de <i>Culex quinquefasciatus</i> .....	21
4.2 Avaliação da influência da densidade de larvas de <i>Culex quinquefasciatus</i> sobre viabilidade e período de larvas e pupas, razão sexual morfometria de adultos .....	22
4.3 Análise estatística .....	24
5. Resultados .....	25
6. Discussão .....	32
7. Conclusões .....	35
Referências .....	36

## 1 Introdução

Os Culicidae apresentam grande importância na saúde humana e de outros animais, representando o maior número de insetos hematófagos dentre os artrópodes, que atuam como vetores de agentes patogênicos, como arboviroses, filaríases e malária, além de causarem desconforto (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

Em ambiente urbano, constantemente alterado, os mosquitos sinantrópicos ocorrem em altas populações. Estes parecem se beneficiar com as alterações que o homem induz ao ambiente, sendo freqüentemente observada a colonização em ecótopos naturais e artificiais resultantes da atividade humana (GOMES; FORATTINI, 1990).

O mosquito *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) possui distribuição geográfica mundial, ocorrendo em todo o Brasil (FORATTINI et al., 1993; MCCANN et al., 2009), sendo considerado fator de incômodo em áreas urbanas no país, o principal veiculador do vírus Oropouche e eficiente vetor de *Wuchereria bancrofti* (Cobbold, 1877) (Secernentea, Onchocercidae) (NATAL et al., 1991; CONSOLI; OLIVEIRA, 1998; FORATTINI, 2002).

Os culicídeos são insetos holometábolos, diferentes em forma nos estágios imaturos e adultos, podendo viver em habitats variados e possuírem hábitos distintos (FORATTINI, 2002; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011). As larvas de culicídeos são aquáticas, ocorrendo em grande variedade de habitats, potencialmente qualquer coleção de água doce é utilizável por formas imaturas (RIBEIRO et al. 2004).

Existem fatores abióticos e bióticos que podem interferir no desenvolvimento larval, como temperatura, luminosidade, salinidade, oxigênio, movimento da água, densidade larval, presença de patógenos, relação com outros animais (SCRIBER; SLANSKY, 1981; CONSOLI; OLIVEIRA, 1998). Fatores como densidade larval e qualidade de alimentação podem alterar o ciclo evolutivo, modificando duração, o

tamanho das fêmeas e sua fecundidade (LANDRY; DE FOLIART; HOGG, 1988; CLEMENTS, 1992).

A competição intraespecífica reduz os níveis de recurso de modo dependente da densidade, diminuindo a fecundidade e a sobrevivência, quanto mais aglomerada a população mais forte a competição entre os indivíduos (RICKLEFS, 2003). Segundo McCann et al. (2009) o potencial reprodutivo da fêmea é influenciado pelo habitat que as larvas se desenvolvem. O tamanho de culicídeos vetores de doenças possui importância ecológica e epidemiológica, pois reflete em sua longevidade, fecundidade, razão sexual e capacidade hematofágica e vetorial (GAMA, et al., 2005).

## **2 Objetivo geral**

Avaliar a influência da densidade de larvas sobre aspectos bionômicos e morfométricos de *Culex quinquefasciatus*, em laboratório.

### **Objetivos específicos**

- Avaliar a influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* com dieta restrita ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ) ou proporcional ( $1,9\text{mg/larva/L}$ ) sobre o período e viabilidade larval e pupal;
- Avaliar o efeito da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* sobre a emergência, viabilidade e período de adultos;
- Avaliar o uso de diferentes densidades larvais de *Culex quinquefasciatus* com dieta restrita ou proporcional sobre a razão sexual dos adultos;
- Avaliar o efeito da dieta em diferentes densidades de larvas de *Culex quinquefasciatus* sobre a área da asa e comprimento da tíbia de adultos.

### 3 Revisão de literatura

Existem em torno de 2300 espécies de insetos e outros artrópodes que possuem algum status de praga ao redor do mundo, alguns são invasores ocasionais de residências e outras construções, associados à comida, animais e plantas presentes nos ambientes doméstico e peridoméstico (ROBINSON, 2005). Insetos vetores de doenças são representados como ameaça a saúde pública em cidades densamente povoadas, com falta de saneamento básico, por essas áreas apresentarem alta concentração de hospedeiros, facilitando a manutenção de doenças comuns e propagação de novas (ROBINSON, 2005).

A globalização, transporte internacional e intercâmbio econômico permitem certa uniformidade estrutural da área urbana ao redor do mundo, permitindo também maior circulação e intercâmbio de artrópodes para várias regiões, sendo que muitas espécies são capazes de se adaptar ao clima em outras regiões, acabando por consolidar as populações com status de praga (termo usualmente associado a perdas econômicas, risco de transmissão de doenças e também de incômodo persistente) (ROBINSON, 2005).

Os insetos vetores são influenciados por fatores bióticos e abióticos, como condições climáticas, que podem afetar seu crescimento, reprodução e dispersão, competição e inimigos naturais podem limitar a abundância, a disponibilidade de hospedeiro preferencial ou alternativo pode influenciar a persistência em certo habitat ou a dispersão a outros habitats (SPEIGHT, HUNTER, WATT, 2008).

#### 3.1 *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae).

Os Culicidae apresentam um grupo diversificado, com aproximadamente 3,5 mil espécies, o gênero *Culex* possui aproximadamente 750 espécies (GUIMARÃES,



TUCCI E BARROS-BATTESTI, 2001; FORATTINI, 2002). No Rio Grande do Sul são relacionadas 57 espécies de Culicinae e 13 espécies de Anophelinae (CARDOSO; CORSEUIL; BARATA, 2005).

Os Culicidae apresentam grande importância na saúde pública e animal, este grupo de insetos, além de causar incômodo aos hospedeiros, possui uma grande capacidade vetorial de agentes patogênicos, tais como, arboviroses, como a febre-amarela (primatas não-humanos e humanos), dengue, febre de Rift Valley (doença febril em bovinos, ovinos e humanos), Encefalite Equina Venezuelana, (doença potencialmente fatal em cavalos), Encefalite Equina do Leste, Encefalite Equina do Oeste, peste suína e varíola aviária; bactérias como *Eperythotozoon ovis* (ovinos), *Borrellia anserina* (galinhas e gansos); nematódeos como *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) (cães), *Wuchereria bancrofti* (Cobbold, 1877) (humanos), *Brugia malayi* (Buckley & Edeson, 1956) (humanos e gatos); protozoários como *Plasmodium* (humanos e primatas não humanos) (HARWOOD, JAMES, 1979; VIANNA; COSTA; RIBEIRO, 1996; CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

As modificações feitas pelo homem no ambiente, a domesticação de animais, elevada urbanização, acúmulo de matéria orgânica em decomposição, proporcionam aos insetos sinantrópicos condições para sua sobrevivência e reprodução (ROBINSON, 1996). Em ambiente urbano constantemente alterado, os mosquitos sinantrópicos ocorrem em altas populações. Estes são beneficiados com as alterações que o homem induz ao ambiente, sendo freqüentemente observada a colonização em ecótopos naturais e artificiais resultantes da atividade humana (GOMES; FORATTINI, 1990). Apesar da ampla distribuição geográfica de algumas espécies de culicídeos, a sobrevivência de suas populações depende da habilidade, que elas possam apresentar, em conviver com as condições e características do ambiente (FORATTINI, 2002).

O vetor *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) é cosmopolita, bem adaptada ao ambiente urbano, desenvolve-se preferencialmente em pequenas coleções de água estagnada ou de baixa vazão, rica em matéria orgânica, suportando inclusive poluição química ocasionada, muitas vezes, pela deficiência de ações sanitárias efetivas que acompanhem a demanda de urbanização (RIBEIRO et al., 2004). Este culicídeo é o principal vetor de patógenos em ambientes urbanos em todo o mundo, sendo a espécie dominante em as áreas urbanas e industriais de países em desenvolvimento (ROBINSON, 2005).

O mosquito *C. quinquefasciatus* ocorre em todo o Brasil, com distribuição e abundância fortemente influenciadas pela presença do homem (FORATTINI et al., 1993). Encontrado em maior quantidade em aglomerados humanos, dentro de cidades e vilas rurais, inexistindo em locais em que não há presença do homem (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998). Ainda, segundo Consoli & Oliveira (1998), *C. quinquefasciatus* é considerado altamente antropofílico, procurando o homem dentro de habitações para exercer a hematofagia, também apresenta certa ornitofilia e, em condições experimentais, apresenta considerável saurofilia.

Pela sanidade animal, o *C. quinquefasciatus* é considerado como fator de incômodo em diversas áreas urbanizadas no Brasil (NATAL et al., 1991). No país, é também responsável pela veiculação do vírus Oropouche (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998). Segundo Forattini (2002), na região neotropical, *C. quinquefasciatus* é considerado como o mais eficiente vetor de *Wuchereria bancrofti* (filariose bancroftiana) aos humanos, pelos seus hábitos hematófagos noturnos, que estão em consonância com a periodicidade de concentração de microfilárias no sangue circulante do hospedeiro, das 22h às 2h.

Estudos realizados no Rio de Janeiro, Alagoas e Maranhão apontaram *C. quinquefasciatus* como um dos principais vetores de *Dirofilaria immitis* (dirofilariose) para cães (LABARTHE et al., 1998; AHID; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1999; BRITO et al., 1999).

O *C. quinquefasciatus* é também considerado vetor de arboviroses como poxvírus aviário, vírus da Encefalite de Saint Louis que acomete humanos, Encefalite Equina do Leste, Encefalite Equina do Oeste, Encefalite Equina Venezuelana, protozoários como *Plasmodium cathemerium* Hartman, 1927 em pássaros, de nematóides como *Brugia malayi* em gatos e humanos, *Setaria equina* (Abildgaard, 1789) em cavalos, *Setaria marshalli* (Boulenger 1921) em ovelhas (HARWOOD, JAMES, 1979; VIANNA; COSTA; RIBEIRO, 1996; ARAÚJO; SANTALUCIA, 2011).

Os culicídeos são atraídos pelos hospedeiros por uma combinação de estímulos, visual (silhueta), correntes de convecção (temperatura e umidade), olfativo (ácido láctico, CO<sup>2</sup>), este último é responsável pela atração a longa distância, detectado pelas antenas e palpos maxilares (EIRAS, 2004).

Nos culicídeos adultos tanto as fêmeas quanto machos, se alimentam de substâncias açucaradas, porém somente as fêmeas são hematófagas, pois o repasto sanguíneo está ligado ao desenvolvimento de ovos, uma vez que estes

normalmente não se desenvolveriam sem os produtos resultantes da digestão do sangue ingerido, os nutrientes são convertidos em substâncias protéicas integrantes do vitelo (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998; FORATTINI, 2002).

Os culicídeos são insetos holometábolos, ou que sofrem metamorfose completa, geralmente são muito diferentes em forma nos estágios imaturos e adultos, podendo viver em habitats diferentes e possuírem hábitos distintos (FORATTINI, 2002; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

A seleção realizada pelas fêmeas de locais para ovipositar é o fator responsável pela distribuição dos culicídeos nos criadouros e apresenta grande relevância para a distribuição das espécies, a oviposição é realizada na superfície da água, em conjuntos ou jangadas (FORATTINI, 2002). Nos ovos que formam jangadas pode-se observar a secreção da gotícula apical que aparece na extremidade posterior dos ovos (EIRAS, 2001; FORATTINI, 2002). Na gotícula apical é exalado um feromônio de oviposição ((5R, 6S) 6-acetoxi-5-hexadecanlide), um infoquímico mediador de interações intraespecíficas, que atrai outras fêmeas de *C. quinquefasciatus* a ovipositarem nos mesmos criadouros (HWANG et al., 1987; CLEMENTS, 1999; VILELA; DELLA LUCIA, 2001).

### **3.2 Fase aquática de *Culex quinquefasciatus***

As larvas de culicídeos são aquáticas, ocorrendo em grande variedade de habitats, potencialmente qualquer coleção de água doce é utilizável por formas imaturas, margens de lagos e rios, buracos de árvores, axilas de plantas, conchas de moluscos, águas salobras, pequenas coleções de água rica em matéria orgânica, poças, latrinas, com algumas espécies sobrevivendo inclusive à poluição química presente na água (GUIMARÃES, TUCCI E BARROS-BATTESTI, 2001; FORATTINI, 2002; RIBEIRO et al. 2004).

Ainda que aquáticas, as larvas de mosquitos respiram o oxigênio do ar, necessitando chegar à superfície da água, o tempo que as larvas suportam longe da superfície varia conforme a espécie, as larvas de *C. quinquefasciatus*, quando mantidas em água corrente, não sobrevivem nem um dia longe da superfície (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

As larvas de culicídeos se alimentam, sem distinção, de microplâncton presente em seus habitats, qualquer partícula de matéria orgânica presente, como algas, rotíferos, bactérias, fungos (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998). A filtração constitui a forma mais comum de alimentação nas larvas de mosquitos, o movimento das escovas orais faz a água flutuar na direção da cabeça, trazendo as partículas de alimento (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

O desenvolvimento das larvas passa por quatro estádios evolutivos, L1, L2, L3 e L4, que são aquáticos e de vida livre, dotados de grande mobilidade (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998; FORATTINI, 2002). Geralmente as larvas que originam machos apresentam, em média, desenvolvimento mais rápido que as fêmeas (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998). O período larval de *C. quinquefasciatus* em laboratório, com temperatura de 25° C, varia de 7 a 19 dias (RIBEIRO et al. 2004). Já em condições ambientais, o período larval varia de 6 a 31 dias, tendo um período médio de 10 dias quando a temperatura se demonstra superior a 18 ° C (VIANNA; COSTA; RIBEIRO, 1996).

Na fase de pupa ocorrem transformações que resultam na formação do adulto e mudança do meio hídrico para o meio terrestre. Ao longo dessa fase dá-se a eliminação de certos órgãos larvais e formação de outros da fase adulta, esse processo dura cerca de dois dias em condições normais, até a eclosão do adulto (FORATTINI, 2002). Em condições de laboratório, a 25° C o período pupal de *C. quinquefasciatus* varia de 1 a 3 dias, com média de 1,4 dias (RIBEIRO et al. 2004).

Durante a fase pupal o inseto não se alimenta, e no caso dos culicídeos, as pupas são muito ativas, realizam trocas gasosas na superfície da água, pelo espiráculo mesotorácico, órgão em número par, localizado na região dorsal do cefalotórax e denominado trompa respiratória (FORATTINI, 1996; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

Entre os principais fatores abióticos e bióticos que interferem no desenvolvimento larval pode-se citar temperatura, luminosidade, salinidade, oxigênio, movimento da água, densidade larval, presença de patógenos, relação com outros animais, relação com plantas aquáticas e não aquáticas (SCRIBER; SLANSKY, 1981; CONSOLI; OLIVEIRA, 1998). Fatores como densidade larval e qualidade de alimentação podem alterar o ciclo evolutivo, modificando duração, o tamanho das fêmeas e sua fecundidade (LANDRY; DE FOLIART; HOGG, 1988; CLEMENTS, 1992).

A competição entre indivíduos da mesma espécie reduz os níveis de recurso de modo dependente da densidade, diminuindo a fecundidade e a sobrevivência, quanto mais aglomerada a população mais forte a competição entre os indivíduos (RICKLEFS, 2003). Alimento e espaço regulam a competição entre larvas de mosquitos, o desenvolvimento larval em mosquitos é fator de controle de adultos, na sua sobrevivência, fecundidade e capacidade vetorial (JANNAT; ROITBERG, 2013).

Embora a dieta dos insetos possa ser pouco restritiva, esta proporciona toda gama de substâncias químicas essenciais para o metabolismo, assim a nutrição diz respeito ao processamento de alimentos necessários para prover as necessidades para crescimento e desenvolvimento, envolvendo comportamento alimentar e digestão (GULLAN; CRANSTON, 2007).

A quantidade e qualidade de alimento consumido na fase larval afetam taxa de crescimento, tempo de desenvolvimento, peso do corpo, sobrevivência, a fecundidade, a longevidade, a movimentação e capacidade de competição de adultos, assim, larvas alimentadas inadequadamente levam a pupas e adultos de má qualidade (PARRA; PANIZZI, HADDAD, 2009).

Em laboratório Gama et al. (2005) observam que em condições de alta densidade larvária e carência de alimentação, ocorre uma redução no tamanho dos adultos e aumento na taxa de mortalidade de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera, Culicidae). Ao verificarem o efeito da densidade larval em *Aedes (Stegomyia) aegypti*, Beserra, Fernandes e Ribeiro (2009) utilizando dieta restrita por densidade, observam que o ciclo de vida foi significativamente afetado, com aumento do período larval, diminuição do número de ovos/fêmea e diminuição do comprimento alar, quando utilizaram dieta proporcional ao número de larvas não detectaram diferenças entre estas variáveis.

A competição no ambiente larval pode indiretamente regular populações de *Anopheles gambiae* Giles, 1926 (Diptera, Culicidae), por reduzir o tamanho do corpo do adulto, que por sua vez pode reduzir a sobrevivência e fecundidade (GIMNIG, et al. 2002).

Interações entre densidade larval e nutrientes foram significativos na sobrevivência, tamanho e tempo de desenvolvimento de *Culex pipiens* L., 1758 (Diptera, Culicidae), o aumento da densidade larval foi associado à diminuição da sobrevivência do culicídeo (ALTO; MUTURI; LAMPMAN, 2012).

Em competição intraespecífica pelo aumento da densidade de larvas, a *Muscina stabulans* (Fallén, 1817) (Diptera, Muscidae) apresenta redução da viabilidade de larvas, aumento do período de desenvolvimento larval, e também redução da emergência, fecundidade e investimento reprodutivo (ZIMMER, et al., 2006). Em *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera, Calliphoridae) foi observado que o desenvolvimento e a performance reprodutiva são influenciados pela dieta utilizada durante a fase larval (PIRES, et al., 2009).

O tamanho corporal das fêmeas de mosquitos parece estar relacionado a vários fatores de importância ecológica e epidemiológica, tais como: longevidade, número de ovos por postura e capacidade vetorial (GAMA, et al., 2005). Quanto maior o tamanho corporal maior a probabilidade de sobrevivência e do sucesso na alimentação sangüínea e em algumas espécies é observado também um aumento na razão de paridade e da capacidade vetorial (KITTHAWEE; EDMAN; UPATHAM, 1992). Segundo McCann et al. (2009) o potencial reprodutivo da fêmea é influenciado pelo habitat que as larvas se desenvolvem.

## **4 Metodologia**

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia de Insetos, do Departamento de Microbiologia e Parasitologia do Instituto de Biologia, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), RS.

### **4.1 Manutenção da colônia de *Culex quinquefasciatus***

Os espécimes de *Culex quinquefasciatus* foram obtidos através da coleta de larvas em criadouros da área urbana de Pelotas - RS. Em laboratório os espécimes foram mantidos em gaiolas teladas medindo 30x30x30cm, em sala climatizada ( $\pm$  25° C, UR 70%, fotoperíodo 12:12).

Os indivíduos adultos foram alimentados com hidromel 10% (9 partes de água destilada e 1 parte de mel). Para o repasto sanguíneo das fêmeas foram colocadas, duas vezes por semana, durante o período da noite (12 horas), uma codorna (*Coturnix coturnix japonica* (Linnaeus, 1758) (Galliformes, Phasianidae)), devidamente contida.

Para a obtenção das posturas foi colocado, em gaiolas contendo fêmeas ingurgitadas, um frasco contendo água decolorada, o qual era revisado diariamente para coleta de ovos. Estes foram colocados em recipientes maiores com água decolorada, e após a eclosão, as larvas foram alimentadas com ração triturada para peixe (Alcon<sup>®</sup>, Goldfish) até completarem o desenvolvimento, sendo assim transferidos para a gaiola de adultos.

## 4.2 Avaliação da influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* sobre viabilidade e período de larvas e pupas, razão sexual morfometria de adultos

Os tratamentos foram desenvolvidos em sala climatizada, com temperatura, umidade relativa e fotoperíodo controlados ( $\pm 25^\circ \text{C}$ , UR 70%, fotoperíodo 12:12).

A obtenção dos ovos foi realizada pela coleta de jangadas providas de colônias de criação. As jangadas foram individualizadas em recipientes contendo água decolorada e levadas a estufa B.O.D. Eletrolab ( $T=25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , UR=70%, fotoperíodo 12:12) até a eclosão dos ovos. Para as montagens dos tratamentos eram utilizadas larvas L1, recém eclodidas, as mesmas foram alimentadas com dieta de ração triturada para peixe (Alcon<sup>®</sup>, Goldfish).

Estabeleceram-se dois experimentos com variação da densidade de larvas, em que em um primeiro experimento manteve-se fixa a disponibilidade de recurso ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ), promovendo competição intraespecífica em diferentes níveis. Num segundo experimento a variação das densidades de larvas foram mantidas na mesma proporção do primeiro experimento, mas a disponibilidade de recurso variou proporcionalmente ao número de larvas ( $1,9\text{mg/larva/L}$ ).

Para verificar o efeito da disponibilidade de dieta fixa em  $100 \text{ mg/L}^{-1}$  foram utilizadas as densidades de 200, 500, 750, 1000 e 1250 larvas/L de água decolorada, com quatro repetições por densidade. As larvas recém eclodidas foram coletadas e contadas com auxílio de pipeta de Pasteur e transferidas para bandejas de plástico ( $44 \times 28,5 \times 8,2 \text{ cm}$ ) contendo um litro de água decolorada. A proporção dieta/larva no tratamento foi de 0,5; 0,2; 0,133; 0,1 e  $0,08 \text{ mg}$  de ração, da menor para a maior densidade larval, respectivamente. A dieta foi adicionada a cada 3 dias, no mesmo período era feita a troca de água da bandeja. As réplicas foram revisadas diariamente para verificação da presença de pupas, quando presentes as mesmas eram contadas e transferidas para recipientes de vidro, contendo 50ml de água decolorada, fechados com organza e atilho, com objetivo de reter os adultos após emergência. Imediatamente após emergência, os adultos foram sexados, sacrificados e contidos em potes, com fundo de papel e naftaleno.

Com o objetivo de estimar os caracteres morfométricos dos indivíduos adultos, em que as larvas foram mantidas com dieta restrita, foram selecionados ao acaso 10 casais em cada uma das quatro repetições, com 80 indivíduos medidos



por densidade e total de 400 indivíduos medidos no experimento. Foi realizada a montagem da asa direita e tibia do terceiro par de pernas, também do lado direito, entre lâmina e lamínula, para estimar as medidas de área da asa (não considerando a área da calíptera, álula e da franja) e o comprimento da tibia, da base até a extremidade da mesma (Fig. 1). Realizou-se a morfometria com o auxílio do programa MShot Digital Imaging System, utilizando estereomicroscópio Olympus SZ4, com aumento de 25x.

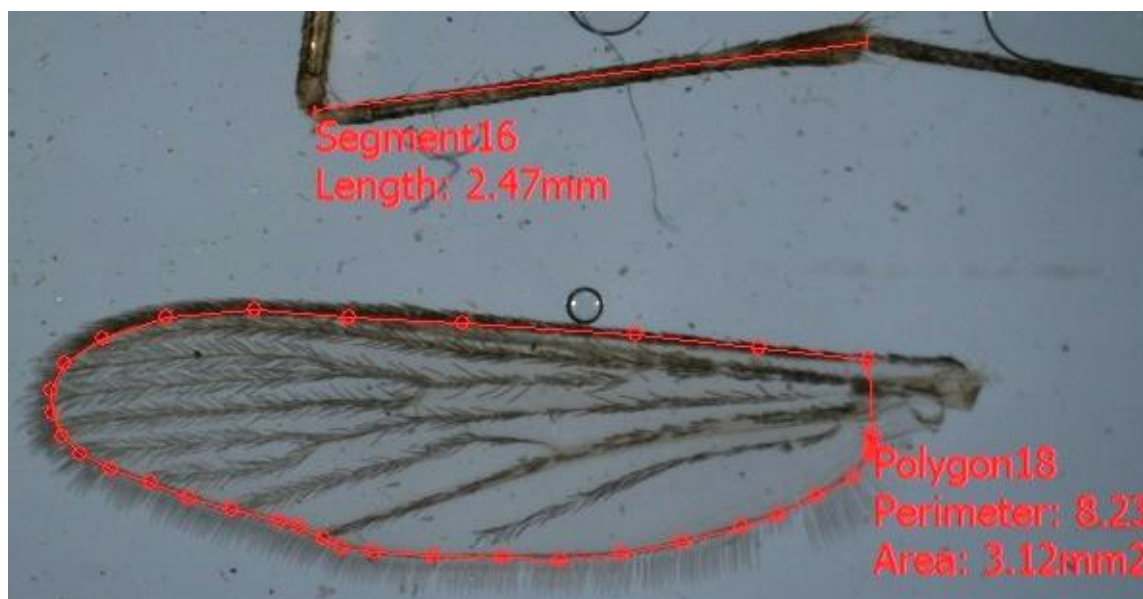


Figura 1- Fotografia de morfometria da área de asa e comprimento de tibia de *Culex quinquefasciatus*, utilizando o programa MShot Digital Imaging System.

Foram realizadas avaliações diárias para obtenção de registro de período de desenvolvimento e viabilidade de larvas e pupas, emergência de adultos, morfometria de tibia e asa e razão sexual de adultos de *Culex quinquefasciatus*.

No segundo experimento a metodologia empregada em todo período experimental, foi semelhante ao primeiro experimento, a variação das densidades de larvas/L foi mantida na mesma proporção, diferindo a quantidade ofertada de dieta proporcional ao número de larvas (1,9mg/larva/L). Estimando-se período de desenvolvimento e sobrevivência de larvas e pupas, emergência de adultos, morfometria de tibia e asa e razão sexual de adultos de *C. quinquefasciatus*.

### 4.3 Análise estatística

O período larval foi considerado da data de montagem dos experimentos até a pupariação dos indivíduos. Para avaliação do período pupal diariamente foram montados grupos e observados até a emergência dos adultos, que foram sacrificados e sexados. A viabilidade larval foi estimada pela proporção de larvas que chegaram a pupariação. A viabilidade pupal levou-se em consideração o número de adultos que emergiu pelo número de pupas. A frequência média de emergência de fêmeas e machos foi obtida a partir do primeiro dia em que houve emergência até o último dia em que emergiram adultos. A razão sexual foi feita pelo número de fêmeas dividido pelo número total de indivíduos.

Os resultados dos parâmetros: viabilidade larval e pupal, razão sexual, área da asa e comprimento da tíbia, foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Para avaliar a influência da densidade no período de desenvolvimento larval e pupal de ambos os tratamentos, dieta restrita e dieta proporcional, foram feitas análises de regressão linear ( $y=ax+b$ ).

## 5 Resultados

O período larval de *Culex quinquefasciatus* aumentou significativamente em função do aumento das densidades no tratamento com quantidade de dieta restrita por densidade ( $F_{4,16}=69,59$ ;  $GL=4$ ;  $p<0,001$ ), gerando o modelo matemático  $y=0,01002.x+15,6848$  ( $R^2=0,7945$ ) (Fig. 2). A média do período larval variou de 16,81 a 27,46 dias para as densidades de 200 larvas e 1250 larvas, respectivamente (Fig. 2). No tratamento com dieta proporcional à densidade o período larval variou de 8,06 a 8,54 dias não demonstrando variação significativa nas diferentes densidades ( $F_{4,16}=3,38$ ;  $GL=4$ ;  $p=0,0826$ ) (Fig. 3), comportamento este que gerou o modelo matemático  $y=3,782.10^{-4}.x+7,93910$  ( $R^2=0,1580$ ).

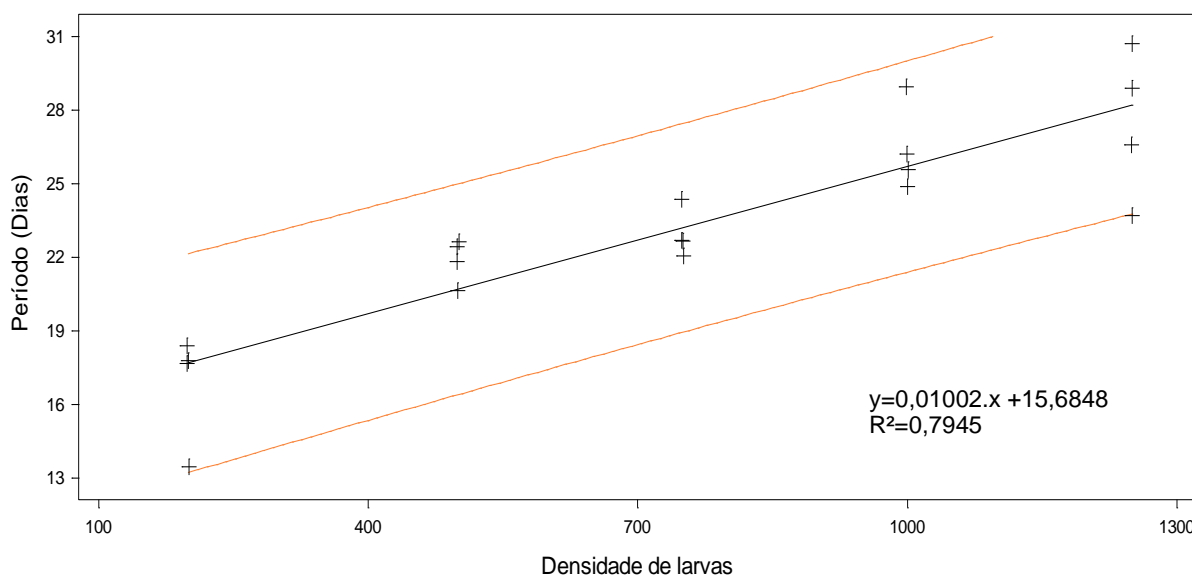


Figura 2 – Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* sobre o período de desenvolvimento de larvas com dieta restrita,  $100\text{mg/L}^{-1}$ , nas diferentes densidades, em laboratório ( $\pm 25^\circ\text{C}$ , UR 70%, fotoperíodo 12:12).

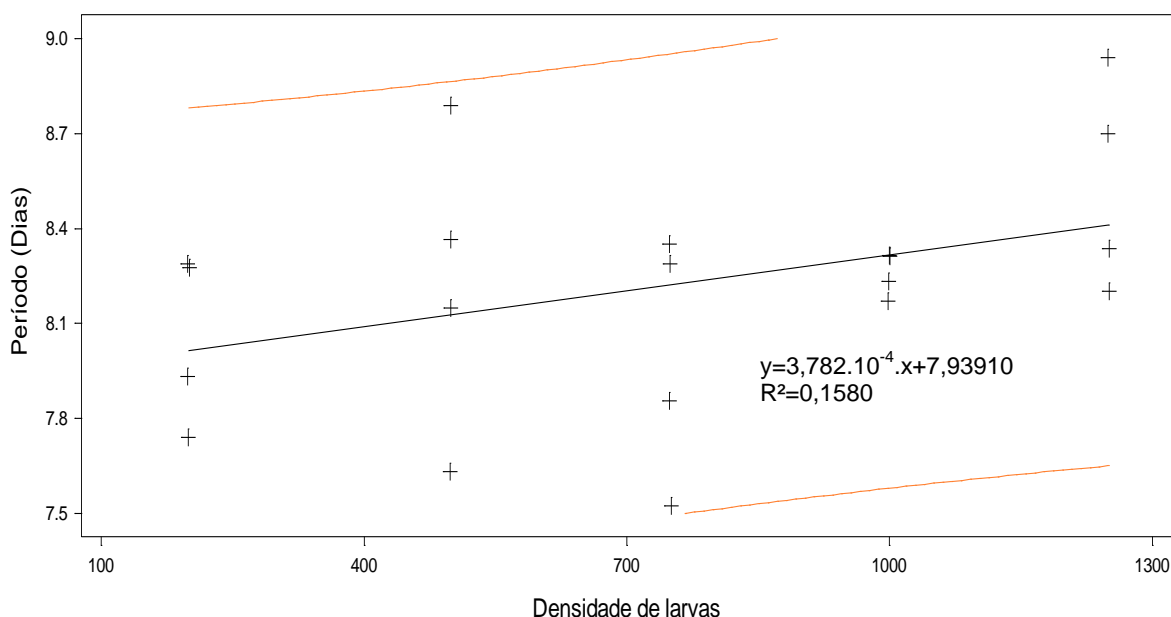


Figura 3 – Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* sobre o período de desenvolvimento de larvas com a disponibilidade proporcional de dieta (1,9mg/larva), nas diferentes densidades, em laboratório ( $\pm 25^{\circ} \text{C}$ , UR 70%, fotoperíodo 12:12).

Em ambos os tratamentos, com dieta restrita e dieta proporcional, o período pupal variou de 1,66 a 2,02 dias e 2,04 a 2,23 dias, respectivamente, não apresentando diferença significativamente nas densidades de larvas testadas ( $F_{4,16}=2,02$ ; GL=4;  $p=0,1722$ ) ( $F_{4,16}=4,46$ ; GL=4;  $p=0,0489$ ).

A frequência de emergência de *C. quinquefasciatus* apresentou similaridade nas densidades testadas em ambos os tratamentos. O período de emergência variou de 17 a 32 dias quando foi disponibilizada dieta restrita por densidade e de 6 a 7 dias quando a dieta oferecida era proporcional a densidade larval. Com a emergência dos machos ocorrendo em período anterior à emergência das fêmeas (Fig. 4 e 5), esta diferença se deve pela variação do período larval, já que não houve diferença no período pupal.

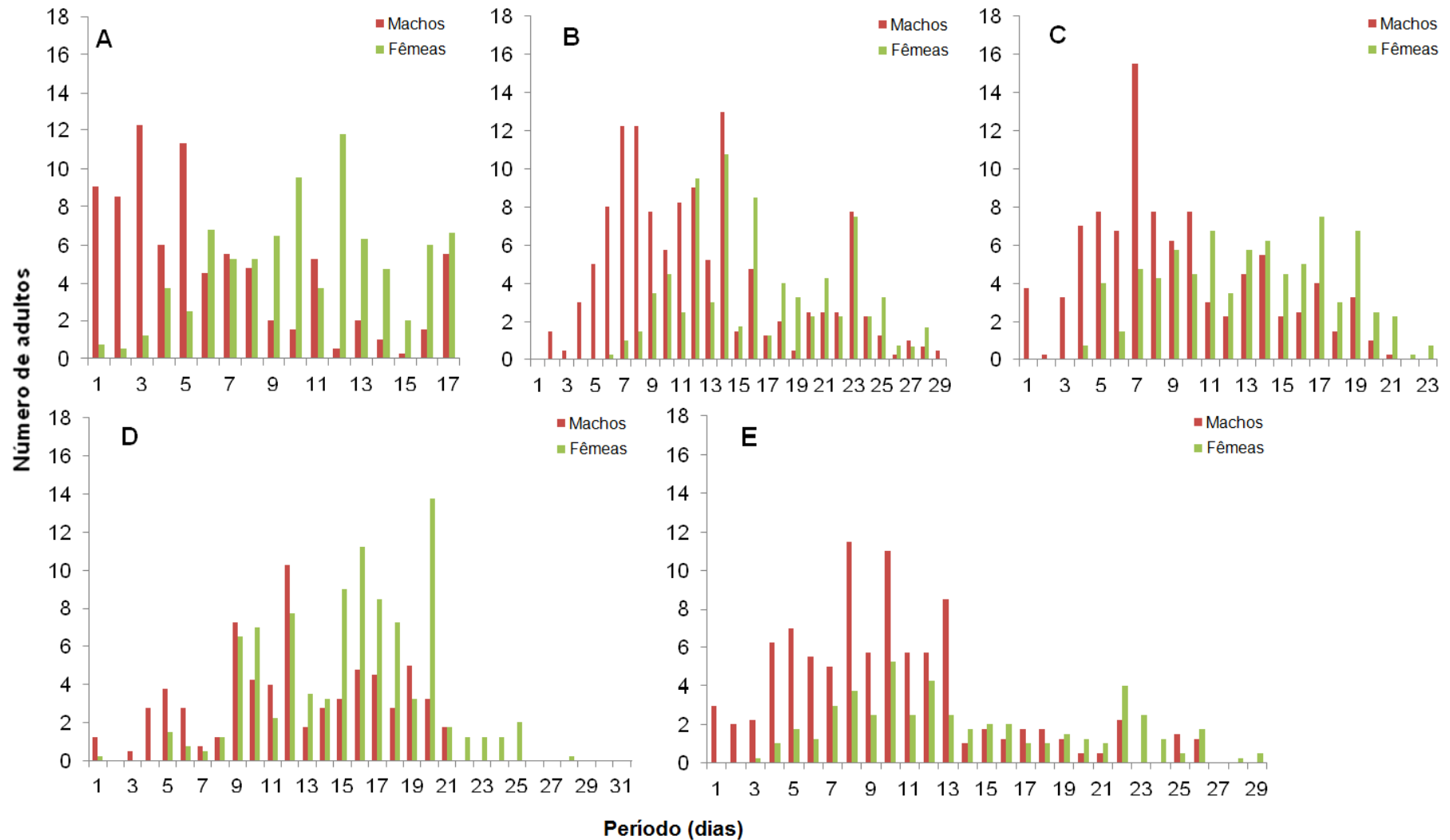


Figura 4 - Frequência média diária de emergência de machos e fêmeas de *Culex quinquefasciatus* de tratamento com dieta restrita ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ) em diferentes densidades larvais, em laboratório. Estando A, B, C, D e E representando, respectivamente, 200, 500, 750, 1000 e 1250 larvas/L.

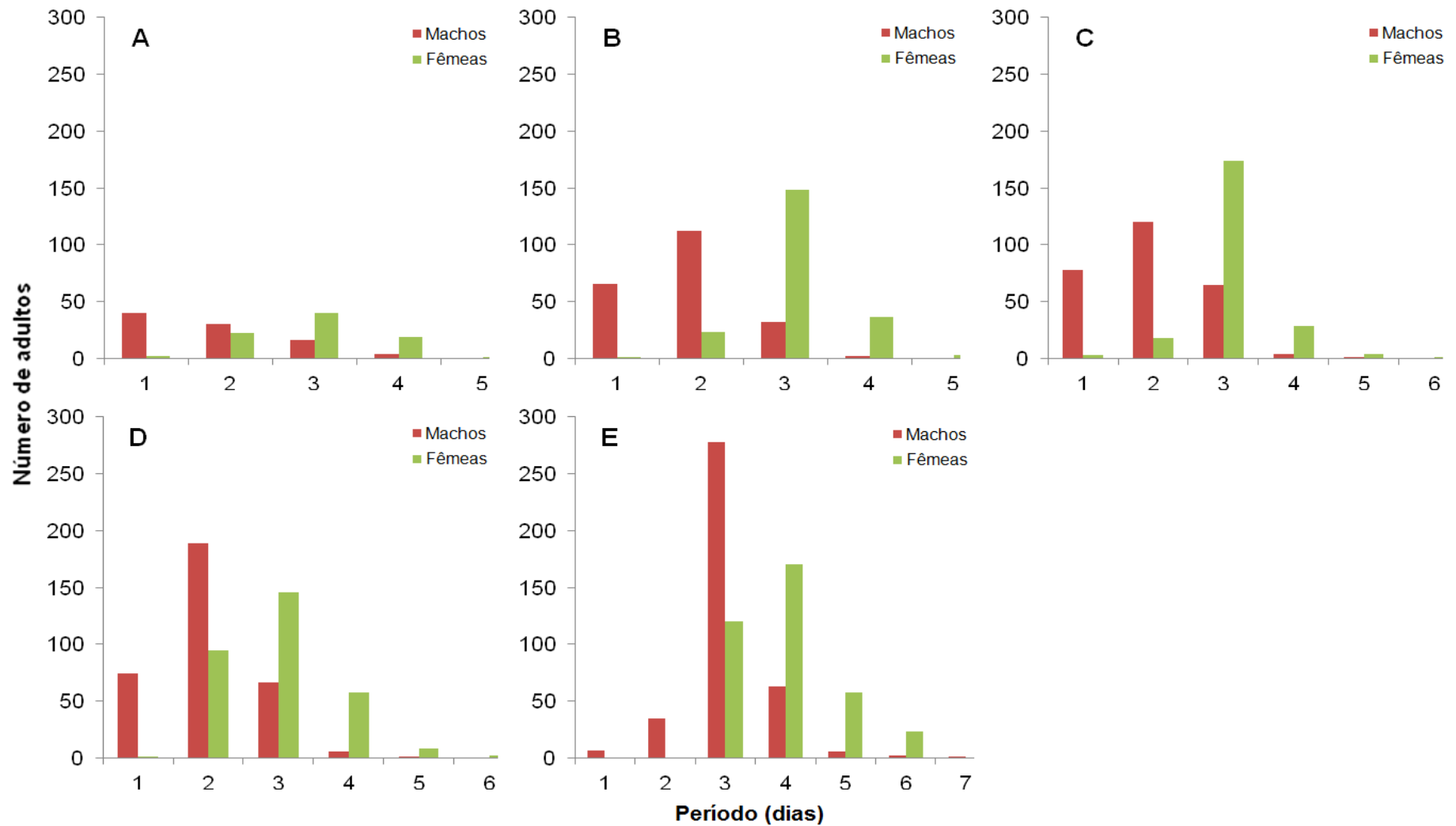


Figura 5 - Frequência média diária de emergência de machos e fêmeas de *Culex quinquefasciatus* de tratamento com dieta proporcional (1,9mg/larva) em diferentes densidades larvais, em laboratório. Estando A, B, C, D e E representando, respectivamente, 200, 500, 750, 1000 e 1250 larvas/L.

A viabilidade de larvas de *C. quinquefasciatus* reduz significativamente conforme o aumento da densidade, quando estas são submetidas à dieta restrita ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ) ( $F_{4,16}=96,75$ ;  $GL=4$ ;  $p<0,001$ ), variando, em média, de 84,75% a 12,44%, para a menor e maior densidades respectivamente (Fig. 6). A relação entre as densidades de larvas e a viabilidade das mesmas está representada pela equação linear  $y=-0,000663x+0,85593$  ( $R^2=0,8276$ ) (Fig. 6). Já o tratamento com dieta proporcional à densidade de larvas não influenciou a viabilidade das mesmas ( $F_{4,16}=5,87$ ;  $GL=4$ ;  $p=0,0048$ ), variando de 93,2% a 64,28% para a densidade de 500 e 1250 larvas respectivamente (Fig. 7). A relação entre as densidades e viabilidade de larvas pode ser representada pela equação linear  $y=-0,0002699x+0,97023$  ( $R^2=0,4586$ ) (Fig. 7).

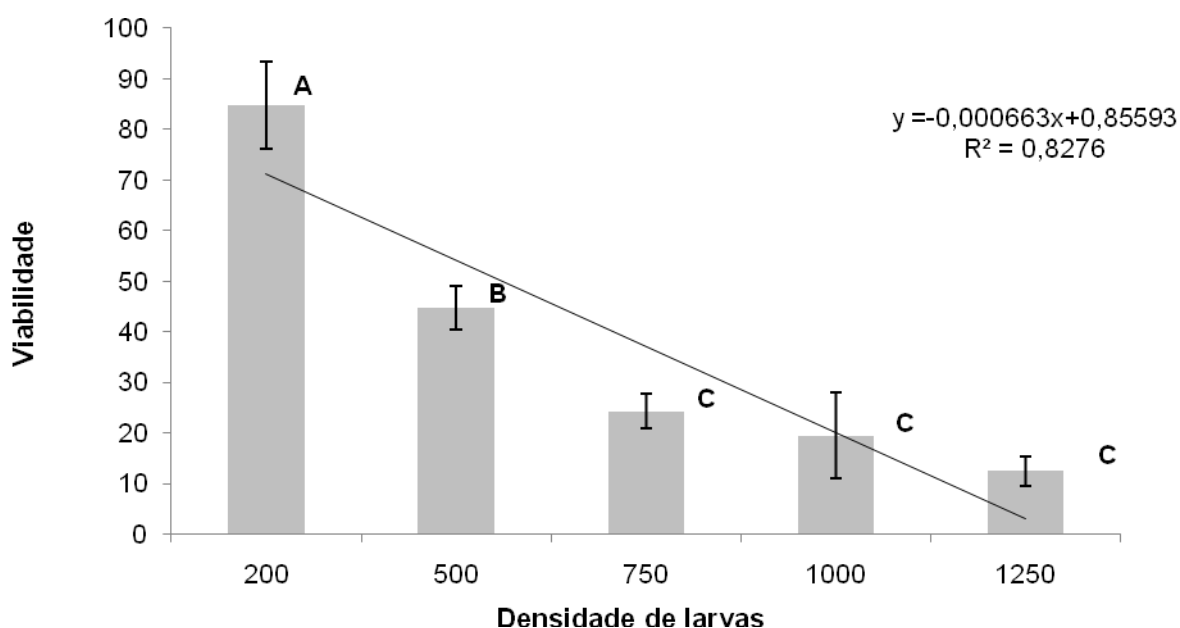


Figura 6 - Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* sobre a viabilidade larval, com dieta restrita ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ), em laboratório ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ , UR 70%, fotoperíodo 12:12).

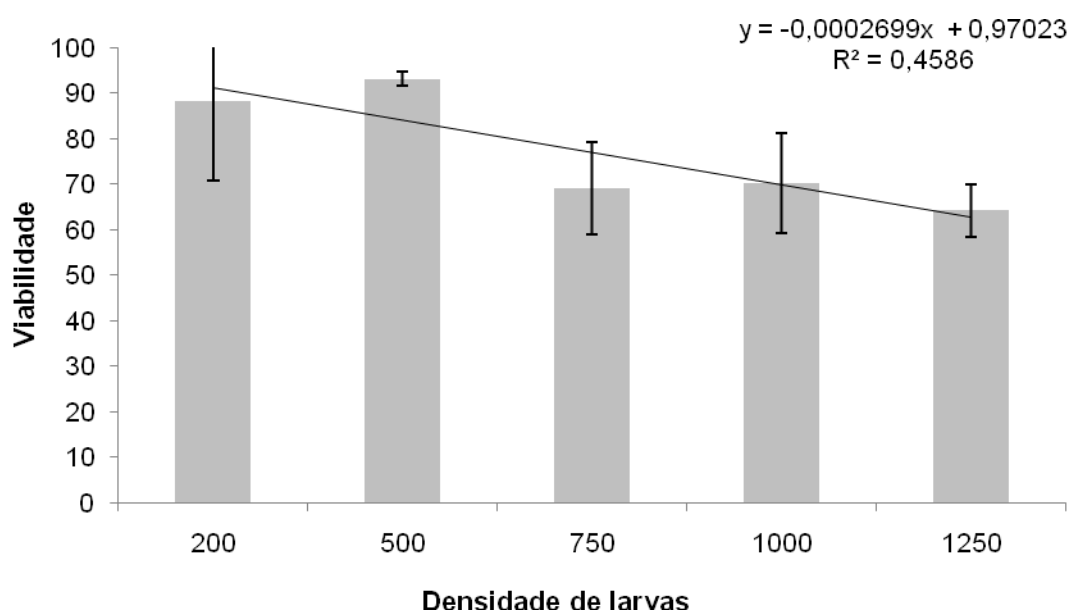


Figura 7 - Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* sobre a viabilidade, com dieta proporcional (1,9mg/larva), em laboratório ( $\pm 25^{\circ}$  C, UR 70%, fotoperíodo 12:12).

As pupas oriundas das diferentes densidades de larvas, em tratamento com dieta restrita, não apresentaram diferença significativa na sua viabilidade ( $F_{4,16}=1,77$ ; GL=4;  $p=0,1876$ ) o mesmo ocorre com a viabilidade de pupas originadas das densidades de larvas com dieta proporcional ( $F_{4,16}=0,96$ ; GL=4;  $p=0,4584$ ).

O sexo dos indivíduos adultos de *C. quinquefasciatus*, em tratamento com dieta restrita, é um fator determinante em relação aos caracteres morfométricos, sendo eles significativamente maiores nas fêmeas que nos machos, área da asa e comprimento da tíbia ( $F_{1,39}=364,42$ ; GL=1;  $p<0,001$ ) ( $F_{1,39}=197,49$ ; GL=1;  $p<0,001$ ) (Tab. 1). O mesmo ocorre na dieta proporcional, havendo diferença entre fêmeas e machos, com as fêmeas apresentando tamanho maior na área da asa ( $F_{1,39}=748,33$ ; GL=1;  $p<0,001$ ) e comprimento da tíbia ( $F_{1,39}=192,70$ ; GL=1;  $p<0,001$ ) (Tab. 2).

Porém indivíduos do mesmo sexo não apresentam variação morfométrica em função das densidades testadas com dieta restrita, como demonstrado na área da asa e comprimento da tíbia de fêmeas ( $F_{4,16}=3,8$ ; GL=4;  $p=0,0233$ ) ( $F_{4,16}=0,35$ ; GL=4;  $p=0,8383$ ) e área da asa e comprimento da tíbia de machos ( $F_{4,16}=6,01$ ; GL=4;  $p=0,0043$ ) ( $F_{4,16}=0,77$ ; GL=4;  $p=0,5613$ ) (Tab. 1). No tratamento com dieta proporcional os indivíduos não demonstraram variação nas densidades testadas, como é representada na análise da área da asa e comprimento da tíbia de fêmeas



( $F_{4,16}=6,33$ ;  $GL=4$ ;  $p=0,0034$ ) ( $F_{4,16}=2,14$ ;  $GL=4$ ;  $p=0,1259$ ) e área da asa e comprimento da tibia de machos ( $F_{4,16}=6,19$ ;  $GL=4$ ;  $p=0,0038$ ) ( $F_{4,16}=3,24$ ;  $GL=4$ ;  $p=0,0419$ ) (Tab. 2).

Em tratamento com dieta restrita as densidades influenciaram significativamente na razão sexual, obtendo-se maior número de fêmeas, cerca de 50%, nas densidades com menor número de larvas, já para a maior densidade de larvas ocorreu cerca de 30% de fêmeas sobre o total de adultos ( $F_{4,16}=5,78$ ;  $GL=4$ ;  $p<0,001$ ) (Tab. 1). Diferentemente do descrito anteriormente, quando utilizada dieta proporcional não houve variação significativa entre as diferentes densidades ( $F_{4,16}=0,70$ ;  $GL=4$ ;  $p=0,6049$ ) (Tab. 2).

Tabela 1 – Influência da densidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* sobre a área da asa, tamanho da tibia e razão sexual de adultos, cujas larvas foram mantidas com quantidade restrita de dieta ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ), em laboratório.

Densidade (larvas/L)	Área da asa ( $\text{mm}^2$ ) $\pm$ DP		Tamanho da tibia (mm) $\pm$ DP		Razão sexual $\pm$ DP
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	
200	3,095 $\pm$ 0,163 Aa	2,059 $\pm$ 0,017 Ab	2,437 $\pm$ 0,052 Aa	2,157 $\pm$ 0,052 Ab	0,5009 $\pm$ 0,031 A
500	2,923 $\pm$ 0,166 Aa	1,914 $\pm$ 0,099 Ab	2,387 $\pm$ 0,098 Aa	2,118 $\pm$ 0,057 Ab	0,4140 $\pm$ 0,045 AB
750	2,776 $\pm$ 0,052 Aa	1,827 $\pm$ 0,054 Ab	2,406 $\pm$ 0,035 Aa	2,118 $\pm$ 0,057 Ab	0,4131 $\pm$ 0,050 AB
1000	3,052 $\pm$ 0,082 Aa	2,103 $\pm$ 0,082 Ab	2,417 $\pm$ 0,038 Aa	2,162 $\pm$ 0,050 Ab	0,3931 $\pm$ 0,047 AB
1250	3,024 $\pm$ 0,141 Aa	2,141 $\pm$ 0,198 Ab	2,414 $\pm$ 0,062 Aa	2,180 $\pm$ 0,092 Ab	0,3081 $\pm$ 0,088 B

As letras maiúsculas e minúsculas ao lado das médias, entre as colunas e as linhas respectivamente, indicam subconjunto de valores que diferem significativamente entre si, através do Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores correspondem à Média  $\pm$  Desvio Padrão.

Tabela 2 – Influência da densidade de larvas *Culex quinquefasciatus* sobre a área da asa, comprimento da tibia e razão sexual de adultos cujas larvas foram mantidas com quantidade proporcional de dieta ( $1,9\text{mg/larva}$ ), em laboratório.

Densidade (larvas/L)	Área da asa ( $\text{mm}^2$ ) $\pm$ DP		Tamanho da tibia (mm) $\pm$ DP		Razão sexual $\pm$ DP
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	
200	4,867 $\pm$ 0,221 Aa	2,957 $\pm$ 0,063 Ab	2,976 $\pm$ 0,022 Aa	2,584 $\pm$ 0,014 Ab	0,4827 $\pm$ 0,036 A
500	5,050 $\pm$ 0,142 Aa	3,056 $\pm$ 0,037 Ab	3,058 $\pm$ 0,095 Aa	2,722 $\pm$ 0,126 Ab	0,4976 $\pm$ 0,047 A
750	5,010 $\pm$ 0,171 Aa	3,192 $\pm$ 0,111 Ab	3,078 $\pm$ 0,046 Aa	2,685 $\pm$ 0,030 Ab	0,4532 $\pm$ 0,055 A
1000	5,081 $\pm$ 0,177 Aa	3,226 $\pm$ 0,216 Ab	3,080 $\pm$ 0,079 Aa	2,703 $\pm$ 0,105 Ab	0,4811 $\pm$ 0,032 A
1250	4,580 $\pm$ 0,148 Aa	2,884 $\pm$ 0,076 Ab	2,982 $\pm$ 0,084 Aa	2,572 $\pm$ 0,049 Ab	0,4918 $\pm$ 0,028 A

As letras maiúsculas e minúsculas ao lado das médias, entre as colunas e as linhas respectivamente, indicam subconjunto de valores que diferem significativamente entre si, através do Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores correspondem à Média  $\pm$  Desvio Padrão.

## 6 Discussão

Quando utilizado tratamento com dieta restrita o período larval de *Culex quinquefasciatus* aumenta conforme o aumento da densidade de larvas, quase dobra, se compararmos a densidade de 200 e 1250 larvas, isso indica que a competição intraespecífica por alimento e espaço interfere no desenvolvimento das larvas em maior densidade. O mesmo ocorre com *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera, Culicidae), quando ofertada 100mg de ração, tem seu desenvolvimento larval afetado significativamente pela densidade larval utilizada, ocorrendo aumento no período larval de 8,3 para 37,9 dias quando comparadas densidades de 200 e 1250 larvas/L, respectivamente (BESERRA, FERNANDES, RIBEIRO 2009).

A variação da densidade de larvas com dieta restrita e com dieta proporcional não afetou a viabilidade e período de pupa. O que pode caracterizar que a larva, independente da densidade ou quantidade de alimento ofertado, para atingir a pupariação, precisa atingir um determinado tamanho. Considerando também que a pupa possui metabolismo fechado, dependendo somente de fatores abióticos, como temperatura e umidade (FORATTINI, 2002).

A emergência de adultos em ambos os tratamentos, ou seja, nas diferentes densidades com dieta reduzida e com dieta proporcional ao número de larvas demonstrou-se semelhante. Incidindo uma maior quantidade de machos nos primeiros dias de emergência, geralmente seguido da diminuição da quantidade de machos e aumento da quantidade de fêmeas no decorrer do período de emergência. A emergência de machos anterior a de fêmeas, está de acordo com Consoli e Oliveira (1998), que mencionam que larvas que originam machos geralmente se desenvolvem mais rápido que as larvas que originam fêmeas, reduzindo a probabilidade de acasalamento entre irmãos e possibilitando a troca gênica.

A variação nos períodos de emergência, em dieta restrita e dieta proporcional, reflete a capacidade de adaptação das larvas de *Culex quinquefasciatus*, aumentando o período de desenvolvimento, para obterem nutrientes necessários e

passarem por todos os estágios até a pupariação. Segundo Neto et al. (1976), o alimento presente no ambiente é de extrema importância para os insetos, afetando seus processos biológicos, como velocidade de desenvolvimento e comportamento.

Em experimento com dieta reduzida, conforme se aumenta a densidade de larvas ocorre uma redução da viabilidade de larvas de *C. quinquefasciatus*, já a dieta proporcional ao número de larvas não influencia a viabilidade com o aumento da densidade. Estando de acordo com Jannat e Roitberg (2013) que reportaram que alimento e espaço são considerados como reguladores da competição entre larvas de mosquitos.

Quanto à variação da morfometria de *C. quinquefasciatus* através do tamanho da tíbia e área da asa, em tratamento com dieta restrita e sem dieta restrita em diferentes densidades de larvas, constatou-se que a densidade de larvas não influenciou o tamanho dos indivíduos do mesmo sexo, todavia houve diferenças entre os sexos, com as fêmeas apresentando tamanho maior que os machos. Já Gama et al. (2005), em experimento com larvas de *A. aegypti* em densidades diferentes (150, 500 e 1200 larvas/L) alimentadas com dieta restrita, obteve uma relação inversamente proporcional entre densidade larval e tamanho dos adultos, com redução no tamanho de fêmeas e machos de *A. aegypti* em condições de laboratório.

Ao avaliar a razão sexual de *C. quinquefasciatus* no experimento com restrição alimentar devido ao aumento da densidade de larvas houve uma redução da razão sexual, ou seja, redução do número de fêmeas, o que não ocorre com o aumento da densidade de larvas em que a dieta disponibilizada foi proporcional ao número de larvas. Já Beserra, Fernandes e Ribeiro (2009) utilizando dieta restrita ( $100\text{mg/L}^{-1}$ ) e dieta proporcional ( $1,9\text{mg/larva}$ ) em densidades diferentes de larvas (200, 500, 750, 1000 E 1250) de *A. aegypti* obteve resultados semelhantes, reduzindo significativamente a razão sexual, 0,46 a 0,39, da menor para a maior densidade, quando utilizada dieta restrita e na dieta proporcional apresentou influência de diminuição da razão sexual, de 0,52 a 0,34, mas sem significância estatística. Essa relação pode ocorrer devido ao *A. aegypti* estar mais adaptado a criadouros efêmeros com restrição alimentar ou por outro lado *C. quinquefasciatus* estar mais adaptado a criadouros com abundância de matéria orgânica e alta densidade larval. Corroborado ainda a esta estratégia comportamental está o fato das fêmeas de *C. quinquefasciatus* serem atraídas pelo feromônio de oviposição ((5R, 6S) 6-acetoxi-5-

hexadecanolide), exalado pelas gotículas apicais dos ovos nos criadouros (HWANG et al., 1987; CLEMENTS, 1999). Esta estratégia na qual fêmeas grávidas de *C. quinquefasciatus* são atraídas para sítios de oviposição promove o aumento da densidade populacional de larvas, constituindo um comportamento natural da espécie.

Desta forma permite-se inferir que larvas de *C. quinquefasciatus* quando entram em competição prolonga-se o período de desenvolvimento, mantendo-se o tamanho dos adultos, mas reduz drasticamente a razão sexual, ou seja, aumenta o número de machos e reduz o de fêmeas. Demonstrando que populações de larvas de *C. quinquefasciatus*, com restrição alimentar, refletem numa menor densidade populacional de adultos, subentendendo-se que fêmeas em menor número, mantêm o tamanho, assegurando a performance reprodutiva. Some-se a isso que a manutenção no percentual de machos, em condições ambientais, permite a troca gênica, garantindo desta forma a variabilidade genética da população. Neste contexto o comportamento desta espécie possivelmente explique a grande capacidade de adaptação dos culicídeos a criadouros efêmeros e/ou com pouca disponibilidade de recursos.

## 7 Conclusões

Nas condições deste experimento as conclusões são:

- *Culex quinquefasciatus* quando aumentada sua densidade larval em dieta restrita eleva a competição entre estas e conseqüentemente o período de crescimento;
- A densidade larval de *C. quinquefasciatus* com ou sem restrição alimentar não influencia o período e a viabilidade de pupas;
- A competição alimentar de larvas de *C. quinquefasciatus* por aumento de densidade, prolonga o período de emergência em razão do aumento do período de crescimento;
- A densidade larval com dieta restrita, com competição, influencia na viabilidade de larvas de *C. quinquefasciatus*, já a densidade com dieta proporcional não influencia a viabilidade;
- A densidade de larvas de *C. quinquefasciatus* com ou sem competição alimentar não influi no tamanho dos adultos;
- Fêmeas e machos de *C. quinquefasciatus* apresentam diferença de tamanho, independente da densidade larval, com ou sem competição alimentar;
- A razão sexual de *C. quinquefasciatus* é influenciada pela densidade de larvas em decorrência da competição alimentar.

## Referências

- AHID, S. M. M.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA; Mosquitos vetores de dirofilariose canina na Região Nordeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.33, n.6, p.560-565, 1999.
- ARAÚJO, Francisco A. A. A.; SANTALUCIA, Marcelo. **Guia de vigilância do *Culex quinquefasciatus***. Ministério da Saúde, Secretaria da Vigilância em Saúde. 3. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2011. 76p.
- ALTO, B. W.; MUTURI, E. J. LAMPMAN, R. L. Effects of nutrition and density in *Culex pipiens*. **Medical and Veterinary Entomology**, v.26, n.4, p.396-406, 2012.
- BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M; RIBEIRO, P. S. Relação entre densidade larval e ciclo de vida, tamanho e fecundidade de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera, Culicidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**. v.38, n.6, p.847-852, 2009.
- BRITO, A. C.; FONTES, G.; ROCHA, D. A. M.; REGIS, L. Development of *Dirofilaria immitis* (Leidy) in *Aedes aegypti* (L.) and *Culex quinquefasciatus* (Say) from Maceió, Alagoas, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.94, n.4, p.575-576, 1999.
- CARDOSO, J. C.; CORSEUIL, E.; BARATA, J. M. S. Culicinae (Diptera, Culicidae) ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.49, n.2, p.285-287, jun. 2005.
- CLEMENTS, Alan N. **The biology of mosquitoes**. Vol. 1 - Development, Nutrition and Reproduction. London: Chapman & Hall, 1992, 509p.
- CLEMENTS, Alan N. **The biology of mosquitoes**. Vol. 2 - Sensory Reception and Behaviour. London: Chapman & Hall, 1999, 740p.
- CONSOLI, Rotraut A. G. B.; OLIVEIRA, Ricardo L. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1998. 224p.
- EIRAS, Álvaro Eduardo. Mediadores químicos entra hospedeiros e insetos vetores de doenças médico-veterinárias. In: **Feromônios de insetos: Biologia, química e manejo de pragas**. 2. ed. São Paulo: Holos, 2001. p.99-112.
- EIRAS, Álvaro Eduardo. Culicidae. In: **Parasitologia humana**. 11. ed. São Paulo: Atheneu, 2004. p.355-367.

FORATTINI, O. P.; KAKITANI, I.; MASSAD, E.; MARUCCI, D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 2 - Immature stages research at a rice irrigation system location in South-Eastern Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v.27, p.227-236, 1993.

FORATTINI, Oswaldo P. **Culicidologia Médica**. v.1. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996. 548p.

FORATTINI, Oswaldo P. **Culicidologia Médica**. v.2. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 860p.

GAMA, R. A.; ALVES, K. C.; MARTINS, R. F.; EIRAS, A. E.; RESENDE, M. C. Efeito da densidade larval no tamanho de adultos de *Aedes aegypti* criado sem condições de laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.38, n.1, p.64-66, 2005.

GIMNIG, J. E.; OMBOK, M.; OTIENO, S.; KAUFMAN, M. G.; VULULE, J. M.; WALKER, E. D. Density-dependent development of *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) larvae in artificial habitats. **Journal of Medical Entomology**, v.39, n.1, p.162-172, 2002.

GOMES, A. C.; FORATTINI, O. P. Abrigos de mosquitos *Culex* (*Culex*) em zona rural (Diptera: Culicidae). **Revista de Saúde Pública**. v.24, n.5, p.394-397, 1990.

GUIMARÃES, José H.; TUCCI, Edna C.; BARROS-BATTESTI, Darci M. **Ectoparasitas de importância veterinária**. São Paulo, Plêiade/FAPESP, p.105-153, 2001.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**.3. ed. São Paulo: Roca, 2007. 440p.

HARWOOD, R. F.; JAMES, M. T. **Entomology in human and animal health**. New York, Macmillan, 1979. 548p.

HWANG, Y-S.; MULLA, M. S.; CHANEY, J. D.; LIN, G-G.; XU, H-H. Attractancy and species specificity of 6-acetoxy-5-hexadecanolide, a mosquito oviposition attractant pheromone. **Journal of Chemical Ecology**, v.13, n.2, p.245-252, 1987.

JANNAT, K. N.; ROITBERG, B. D. Effects of larval and feeding rates on larval life history traits in *Anopheles gambiae* s.s. (Diptera, Culicidae). **Journal of Vector Ecology**, Canada, v.38, n.1, p.120-126, 2013.

KITTHAWEE, S.; EDMAN, J. D.; UPATHAM, E. S. Relationship between female *Anopheles dirus* (Diptera: Culicidae) body size and parity in a biting population. **Journal of Medical Entomology**, v.29, n.6, p.921-926, 1992.

LABARTHE, N.; SERRÃO, M. L. MELO, Y. F.; OLIVEIRA, S. J. de; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Potential Vectors of *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) in Itacoatiara, Oceanic Region of Niterói Municipality, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.93, n.4, p.425-432, 1998.

LANDRY, S. V.; DE FOLIART, G. R.; HOGG, D. B. Adult body size and survivorship in a field population of *Aedes triseriatus*, **Journal of the American Mosquito Control Association**, Thailand, v.4, p.121-128, 1988.

MCCANN, S.; DAY, J. F.; ALLAN, S.; LORD, C. C. Age modifies the effect of body size on fecundity in *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). **Journal of Vector Ecology**, Corona, CA, v.34, n.2, p.174-181, 2009.

NATAL, D.; PAGANELLI, C. H.; SANTOS, J. L. H. Composição da população adulta de *Culex (Culex) quinquefasciatus* Say, 1823 em ecótopos próximos à represa Edgard de Souza, no município de Santana do Parnaíba, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.35, p.539-543, 1991.

NETO, Sinval S.; NAKANO, Octávio; BARBIN, Décio; NOVA, Nilson A. V. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres LTDA, 1976. 419p.

PARRA, José, R. P.; PANIZZI, Antônio R.; HADDAD, Marinéia L. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. In: **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.37-90.

PIRES, S. M.; CÁRCAMO, M. C.; ZIMMER, C. R.; RIBEIRO, P. B. Influência da dieta no desenvolvimento e investimento reprodutivo de *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera, Calliphoridae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.1, p.41-47, 2009.

RIBEIRO, P. B.; COSTA, P. R.; LOECK, A. E.; VIANNA, E. E. S.; SILVEIRA, P. J. Exigências térmicas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, v.94, p.177-180, 2004.

RICKLEFS, Robert E. **A economia da natureza**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2003. 503p.

ROBINSON, William H. **Urban entomology**. Londres:Chapman & Hall, 1996. 430p.

ROBINSON, William H. **Urban insects and arachnids – a handbook of urban entomology**. Cambridge University Press, 2005. 472p.

SCRIBER, J. M.; SLANSKY, F. J. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology**, Wisconsin, v.26, p.183-211, 1981.

SPEIGHT, Martin R.; HUNTER, Mark D.; WATT, Allan D. **Ecology of insects**: concepts and applications. 2.ed. Reino Unido: Wiley-Blackwell, 2008. 628p.

STATISTIX 8. Statistix user's manual. Analytical software. Tallahassee, FL. 2003.

TRIPLEHORN, Charles A.; JOHNSON, Norman F. **Estudo dos insetos**. 7. Ed. São Paulo: Cengage learning, 2011. 809p.



VIANNA, E. E. S.; COSTA, P. R. P.; RIBEIRO, P. B. Oviposição e longevidade de adultos de *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera: Culicidae) em condições ambientais, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.5, p.47-52, 1996.

VILELA, Evaldo F.; DELLA LUCIA, Terezinha M. C. Introdução aos semioquímicos e terminologia. In: **Feromônios de insetos**: Biologia, química e manejo de pragas. 2. ed. São Paulo: Holos, 2001. p.9-12.

ZIMMER, C. R.; PIRES, S. M.; CÁRCAMO, M. C.; RIBEIRO, P. B. Efeitos da competição larval intra-específica sobre caracteres biométricos de *Muscina stabulans* (Fallén, 1817) (Diptera, Muscidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.2, p.203-209, abr./jun., 2006.