

**ASPECTOS DA BIOLOGIA LARVAL DE *Chrysomya*
megacephala (F.) (DIPTERA: CALLIPHORIDAE): CURVA DE
CRESCIMENTO E PERÍODO DE MAIS RÁPIDO
DESENVOLVIMENTO LARVAL**

RODOLFO ANTONIO RUIZ

Orientador: Prof. Dr. CLAUDIO JOSÉ VON ZUBEN

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Ciências Biológicas
(Área de Concentração - Zoologia).

Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Novembro de 2007

“Dedico aos meus pais e a minha família que sempre me apoiaram e são a base da minha força pra vencer meus obstáculos”

Agradecimentos

Primeiramente, não poderia deixar de agradecer a Deus e a Nossa Senhora Aparecida que me acompanharam sempre me dando força nos momentos difíceis que passei durante a fase do meu mestrado, por Eles tenho em meu coração a certeza de uma força que sempre me dá paz, serenidade e muita coragem para enfrentar meus caminhos.

Agradeço de coração aos meus pais, que mesmo nessas horas difíceis estiveram comigo, me apoiando, me dando forças e mais do que nunca acreditando em mim, obrigado mesmo, amo muito vocês!!!!

Não sei o que seria do meu trabalho e da minha dissertação, se não fosse a orientação e o companheirismo de meu orientador Cláudio J. Von Zuben, um ser humano e um exemplo de profissionalismo como poucos no mundo, que soube me entender e respeitar todos os problemas que tive durante os 3 anos de mestrado, também me dando forças para ter chegado até aqui. Obrigado de coração, mesmo.

Agradeço ao programa de Pós-Graduação em ciências biológicas na

Aos meus companheiros de trabalho, Guilherme, Helena, Léo, Rodrigo (Jundiaí), Jordan, amigos e pessoas excepcionais, inteligentes, competentes e acima de tudo humildes, capazes de sempre estarem do meu lado me ajudando quando precisei e a quem também precisasse. Vocês são e vão ser sempre muito especiais para mim.

Não esquecendo do pessoal todo da pós, que também tornaram-se amigos muito importantes e que de uma forma ou de outra sempre me ajudaram e estiveram comigo, André, Cássio (Burns), Gustavo (Tropeço), e aos professores Beto, Abe e Sulene, técnicos da Zoologia e do Jacarezário, Fernando, Nice, Cris, Marcelo, Elizeu, secretária Cinara, obrigado por seu companheirismo e pela amizade.

Agradeço também de coração ao professor Rodney e ao seu orientado Moisés da Unicamp, pelo grande esforço para desenvolver o modelo matemático a ser aplicado aos meus dados, que ainda está em execução.

Uma galerinha a quem eu não poderia deixar de agradecer, foram todos que estiveram comigo nesses 3 anos de mestrado, tanto na pós quanto em Rio Claro, aos meus super amigos irmãos de República Dominicana, Galbieri, Baurusão, Gigante, aos meus eternos amigos de faculdade, Peão, Lye, Sunao, e a quem nesse último ano mais difícil, me acolheu em Rio Claro, me dando abrigo e acabaram tornando minhas amigas de verdade, Graziela (amiga já de muito tempo) e as minhas novas amigas, Raquel, Larissa, Samia e Manu, obrigado de coração a todos vocês pela amizade nesses anos e que ela permaneça para sempre.

Por fim, de coração apertado agradeço a Erika Takagi Nunes por ter sido minha companheira, namorada, amiga fiel na maioria do tempo do meu mestrado, e mesmo não estando juntos hoje, quero que saiba que você foi fundamental para que eu terminasse esse mestrado, sempre me dando força, carinho e atenção, puxando minha orelha demais às vezes, mas tudo bem. Você, mesmo que longe, sempre será especial pra mim.

“OBRIGADO DE CORAÇÃO A TODOS VOCÊS”

ÍNDICE

Resumo.....	2
Abstract.....	3
1. Introdução.....	6
2. Revisão de Literatura.....	17
3. Materiais e Métodos.....	24
3.1 COLETA E MANUTENÇÃO DE ESPÉCIMES EM CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	25
3.2 OBTENÇÃO E ANÁLISE DA CURVA DE CRESCIMENTO.....	27
3.3 FORMAÇÃO DAS DENSIDADES LARVAIS E DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE MAIS RÁPIDO CRESCIMENTO (PMRC)	28
3.4 EXPERIMENTOS COM INTERRUPÇÃO NA ALIMENTAÇÃO LARVAL NO PERÍODO DE MAIS RÁPIDO CRESCIMENTO.....	29
3.5 EXPERIMENTO PARA OBSERVAÇÃO DA PERDA DE PESO DURANTEA INTERRUPÇÃO ALIMENTAR.....	30
3.6 PPPADRONIZAÇÃO DAS HORAS E ANÁLISE DOS PERÍODOS DE INTERRUPÇÃO ALIMENTAR.....	32
4. Resultados.....	35
4.1. DADOS OBTIDOS NO DESENVOLVIMENTO LARVAL NOS TRATAMENTOS DE 3, 11 E 19 HORAS DE INTERRUPÇÃO ALIMENTAR.....	48
4.2. DADOS OBTIDOS NO DESENVOLVIMENTO LARVAL NOS TRATAMENTOS DE 5 E 13 HORAS DE INTERRUPÇÃO ALIMENTAR.....	53
4.3.DADOS OBTIDOS NO DESENVOLVIMENTO LARVAL NOS TRATAMENTOS DE 7 E 15 HORAS DE INTERRUPÇÃO ALIMENTAR.....	57
4.4. DADOS OBTIDOS NO DESENVOLVIMENTO LARVAL NOS TRATAMENTOS DE 9 E 17 HORAS DE INTERRUPÇÃO ALIMENTAR.....	61
5. Discussão.....	69
6. Conclusões Finais.....	75
7. Referências Bibliográficas.....	77

Resumo

Em meados dos anos 70, moscas-varejeiras do gênero *Chrysomya* foram introduzidas acidentalmente no Brasil, sendo as mesmas de considerável importância médico-sanitária, podendo ser vetoras de enteropatógenos, causar miíases facultativas nos animais e no homem, além de poderem ser utilizadas em estudos forenses, na estimativa de intervalo pós morte (IPM) em cadáveres humanos. Nessas moscas, o estágio larval é o principal período em que geralmente ocorre competição do tipo exploratória por recursos alimentares discretos e efêmeros, em ambientes naturais. Após a exaustão dos recursos alimentares, as larvas abandonam o substrato alimentar em busca de um sítio para pupação. O objetivo inicial do presente trabalho foi o de fazer um estudo detalhado do período de mais rápido crescimento larval (PMRC) no desenvolvimento de larvas em dieta artificial em populações experimentais de *Chrysomya megacephala* (F.), atualmente uma das espécies necrófagas mais abundantes em vários estados brasileiros, sendo que, detalhes desse seu período de mais rápido crescimento larval e efeitos de interrupções no mesmo por falta de alimento, não tinham sido ainda devidamente estudados. Posterior à determinação do PMRC, período este com seu início às 48 horas e final às 72 horas do desenvolvimento larval para a espécie *C. megacephala*, foi determinado que o período mais crítico para interrupção da alimentação foi às 60 horas do desenvolvimento larval, sendo este no meio do PMRC. A partir deste resultado, procurou-se estudar detalhadamente diferentes períodos de interrupções alimentares a partir de 60 horas, para se obter dados de desenvolvimento dessa espécie em condições de falta de recursos alimentares por tempos variados, avaliando o que uma inanição alimentar no período mais crítico do desenvolvimento larval acarretaria na seqüência deste desenvolvimento. Assim, foram feitas interrupções alimentares nesse período a partir de um intervalo de inanição de 3 horas, aumentando-se de 2 em 2 horas os períodos de inanição até um intervalo de 19 horas. Após realizados os experimentos com as interrupções alimentares, os resultados com intervalos menores de inanição mostraram que as larvas ao retornarem ao alimento, ainda não buscam compensar acentuadamente a falta de alimento após esses

períodos curtos de inanição, sendo que em períodos de média duração, como 11 e 13 horas de inanição, elas já mostram uma resposta compensatória muito acentuada, sendo que nos períodos com intervalos maiores elas voltam a mostrar uma resposta muito fraca provavelmente por não terem energia suficiente após estes períodos mais longos de inanição. Para melhor compreensão dos resultados após os experimentos com inanição, foi feito um experimento com grupos de larvas para cada intervalo de tempo de inanição, para observar como seria a perda de peso das larvas quando estivessem fora da dieta. A partir dos experimentos, houve a necessidade de se agrupar os tratamentos com os mesmos períodos após o retorno à dieta, para a comparação entre eles. Por fim, foi feito um último experimento para se saber o quanto as larvas agüentariam se retiradas da dieta no início do PMRC (48 horas). Foi observado que elas agüentam até aproximadamente 39 horas sem nenhuma morrer, e as últimas sobrevivendo até 53 horas sem dieta. A compreensão da biologia dessa espécie e do seu principal estágio imaturo, pode auxiliar em estudos de dinâmica de populações, indicar soluções para a aplicação futura de estratégias de controle desta mosca-varejeira, que é considerada uma espécie praga, além de poder ajudar a constituir uma base de dados que permita, futuramente, sua aplicação em medicina legal, no caso da estimativa do IPM, pois esta pode ser feita erroneamente por conta de estimativas não baseadas em possíveis interrupções alimentares causadas por algum fator ambiental ou até pela limitação de alimento para essas larvas por um determinado tempo, em ambientes naturais. Portanto, a partir desses dados de interrupções alimentares, uma estimativa de IPM via interpolação com a idade das larvas encontradas no cadáver, poderá ser feita com maior precisão, quando for o caso.

Abstract

Blowflies of the *Chrysomya* genus were unintentionally introduced into southern Brazilian in the 1970's. These flies have considerable medico-sanitary importance, for they may be vectors of enteropathogens and cause primary and secondary myiasis in man and other animals. Besides that, they may also be used on forensic studies to estimate the post mortem interval (PMI) of human corpses. The larval stage is a critical period, since it is generally during that period that we can observe an exploitative competition for patchily distributed, ephemeral feeding resources on natural environments. After the exhaustion of those resources, the larvae abandon the feeding substrate searching for a pupation site. The initial goal of this work was to study in details the period of most rapid growth (PMRG) during the larval development. It was used an experimental population of *Chrysomya megacephala* (F.) reared on artificial diet. This species is one of the most frequent necrophagous species in many Brazilian states. There are no proper studies on the details of the period of fastest larval growth rate of that species, and neither on the effects of interruptions on this period caused by lack of food supplies. After determining that the PMRG for *C. megacephala* was from 48h to 72h of the larval development, it was concluded that the most critical period for the feeding interruption was on the middle of the PMRG, i.e., at 60h of the larval development. From this result, we tried to cautiously study different periods of feeding interruptions starting at 60h of larval development, in order to gather data on the development of this species when submitted to a condition of lack of feeding resources during different periods of time. With such data, we analyzed the consequences of starvation intervals on that critical period of the larval development. Furthermore, we performed feeding interruptions on the PMRG, starting from a starvation interval of 3 hours and increasing that interval by 2 extra hours up to 19 hours of starvation. After performing the experiments on the feeding interruptions, the data of the shorter starvation intervals showed that

when the larvae return to the feeding activity, they do not try to strongly compensate the lack of food that they went through during the short starvation; however, on medium length periods as 11 and 13 hours of starvation, the larvae presented a very strong compensatory response. On the longer starvation intervals, the larvae once again showed a weak response, the latter being probably due to the larvae lacking enough energy after longer periods of starvation. As to improve the comprehension of the data on the starvation periods, we performed an experiment with groups of larvae for each starvation interval, in order to observe the loss of weight in the larvae during the period that they were not allowed to feed. This experiment showed a necessity of arranging the treatments in groups in order to perform comparisons among the treatments. Those groups were composed of treatments of equal intervals between the return of the larvae to the food resource and the larvae weighting. Finally, we performed a last experiment to verify how long the larvae survive when starved from the beginning of the PMRG (48 hours of development) till they died. We observed the first deaths occurring at approximately 39h of starvation, and the larvae that survived the longest lived up to 53 hours without any food resource. The comprehension of this species biology and of its immature period may assist studies on population dynamics, besides indicating solutions for the future application of control strategies of this blowfly, which is considered as a pest species. Such knowledge may also aid in the constitution of a data basis which will allow the future application of this data in legal medicine, since the PMI estimate may be mistaken when not considering the possible feeding interruptions caused by an environmental factor or even by the restriction of resources to those larvae for some period of time in natural environments. Thus, considering these data on feeding interruptions, a more precise estimative of the PMI can be done through interpolation with the age of the larvae found on the corpse when such proceeding is suitable.

1. Introdução

Nos estudos na área de zoologia aplicada, buscam-se conceitos sobre vários aspectos da biologia dos animais para melhor compreender suas habilidades, adaptações, modos de vida e evolução, para quem sabe utilizá-los em proveito do homem. Levando-se em conta esse preceito, os invertebrados são um grupo de animais muito estudados (RUPPERT *et al.*, 2005; TRIPLEHORN & JOHNSON, 2005). Dentro desse grupo de animais, mais especificamente falando do filo Arthropoda e da classe Insecta, encontra-se a ordem dos dípteros (RUPPERT *et al.*, 2005; TRIPLEHORN & JOHNSON, 2005), animais estes que em geral, despertam grande interesse nos estudos científicos devido ao grande número de espécies descritas, sendo de fácil manutenção sob condições experimentais e rápida produção de grande número de descendentes, além da importância agrícola por causarem danos econômicos à fruticultura (MARCONDES, 2001; STONEHOUSE *et al.*, 2004). O interesse por estudos em relação aos dípteros, também ocorre pela grande importância médico-sanitária e veterinária, pois várias espécies são dispersoras de muitos microorganismos patogênicos aos humanos como enterovírus, enterobactérias, cistos e ovos de protozoários, ovos e larvas de helmintos e fungos (GREENBERG, 1971, 1973; GUIMARÃES *et al.*, 1978,

1979; QUEIROZ *et al.* 1992; MARCONDES, 2001; STONEHOUSE *et al.*, 2004; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006; GOMES, 2006; BOONSRIWONG *et al.*, 2007; CABRAL *et al.*, 2007).

Dentre os dípteros, existem diversos grupos pertinentes para a realização de pesquisas impactantes na sociedade atual, sendo uma família de dípteros muito importantes, os Calliphoridae (MARCONDES, 2001; GOMES *et al.*, 2007; CABRAL *et al.*, 2007). . Esta é uma família de moscas-varejeiras de grande importância ecológica e médico-sanitária, por serem decompositoras de matéria orgânica, com suas larvas geralmente se desenvolvendo em matéria deteriorada de origem animal, decompondo-a e consumindo rapidamente as carcaças, deste modo, removendo possíveis fontes de doenças e reciclando nutrientes, sendo também comuns em fossas contendo fezes humanas, sendo esse contato com matérias orgânicas em putrefação que as fazem vetoras mecânicas de patógenos (ZUMPT, 1965; GREENBERG, 1971, 1973; FURLANETTO *et al.*, 1984; VON ZUBEN *et al.*, 2000; GOMES & VON ZUBEN, 2003; SUKONTASON *et al.*, 2005; CABRAL *et al.*, 2006; GOMES *et al.* ,2007; CABRAL *et al.*, 2007). Quando entram em contato com humanos, algumas espécies usam seus ferimentos abertos para deposição de ovos ou larvas causando miíases e até contaminando seus alimentos com alguns patógenos, como bactérias, vírus e helmintos causadores de doenças, (ZUMPT, 1965; GREENBERG, 1971, 1973; FURLANETTO *et al.*, 1984; VON ZUBEN *et al.*, 2000; GOMES & VON ZUBEN, 2003; SUKONTASON *et al.*, 2005; CABRAL *et al.*, 2006; GOMES *et al.* ,2007; CABRAL *et al.*, 2007).

Do ponto de vista biológico, a família Calliphoridae, assim como as famílias Tachinidae e Muscidae, possui espécies que podem ser polinizadoras

e também fonte de alimento para outros animais (NEVES, 2000; LI & ZHANG, 2007).

Muitas espécies animais utilizam, em seus ambientes naturais, substratos discretos e efêmeros, para sua alimentação e postura de ovos ou larvas (GUIMARÃES *et al.*, 1978; HANSKI, 1987a, b; VON ZUBEN *et al.*, 2000; GOMES & VON ZUBEN, 2003; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006; GOMES *et al.*, 2006). Eles são considerados discretos por constituírem unidades separadas no espaço, e caracterizados como efêmeros em virtude das mudanças sucessivas e rápidas que neles ocorrem (DE JONG, 1979; ATKINSON & SHORROCKS, 1981; SHORROCKS, 1991; VON ZUBEN, 1998; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006; GOMES *et al.*, 2006) havendo na maioria dos casos tempo suficiente para apenas uma geração de cada espécie procriar, antes da completa exaustão dos recursos (ATKINSON & SHORROCKS, 1981; IVES, 1988; VON ZUBEN, 1998; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006; GOMES *et al.*, 2006).

Estes substratos constituem unidades separadas e pequenas, tais como fezes, carcaças, frutos, fungos e vegetais em decomposição (ATKINSON & SHORROCKS, 1981; HANSKI, 1987a; TILMAN & KAREIVA, 1997; VON ZUBEN, 1998; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006), possuindo várias características em comum, pelo fato de serem constituídos principalmente de matéria orgânica em crescente estado de decomposição, e de possuírem uma limitada quantidade de energia, a qual é utilizada pelos membros da comunidade (BEAVER, 1977; GOMES *et al.*, 2006), além de constituírem exemplos de unidades pequenas e separadas de recursos ambientais (KNEIDEL, 1985; GOMES *et al.*, 2006; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006).

Dentre as principais espécies que utilizam estes substratos encontram-se as do gênero *Chrysomya* (Robineau - Desvoidy), como a espécie *Chrysomya megacephala* (Fabricius,1794), que procria principalmente em carcaças e fezes (GUIMARÃES *et al.*, 1978; BAUMGARTNER & GREENBERG, 1984; GUIMARÃES, 1984; GOMES *et al.*, 2006; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006).

Chrysomya megacephala tem uma considerável importância médico-sanitária e epidemiológica podendo ser vetora de microorganismos patogênicos ao homem, tais como poliovírus 1, 2 e 3, vírus *Coxsackie* sp., enterobactérias *Salmonella* sp., *Shigella* sp. e *Escherichia coli*, e alguns protozoários *Entamoeba histolytica*, *Taenia* spp., *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Necator americanus* e *Ancylostoma duodenalis* (FURLANETO *et al.*,1984; WELLS & KURAHASHI, 1994; CABRAL *et al.*, 2007), bem como causar míases facultativas nos animais e no próprio homem (ZUMPT, 1965; GUIMARÃES *et al.*, 1983; LAURENCE, 1986; HALL & WALL, 1995; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006; GOMES *et al.*, 2007; CABRAL *et al.*, 2007; BOONSRIWONG *et al.*, 2007). Portanto, é evidente que sua elevada prevalência, em relação a outras espécies, aumenta os riscos para a saúde pública (VALGODE. *et al.*, 1998),

Os adultos de *C. megacephala* são comumente encontrados em carnes e peixes expostos, matadouros e corpos de animais em decomposição (ESSER, 1991; VON ZUBEN *et al.*, 2001; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006). Em estudos de atratividade desta espécie por iscas, foi constatado que a maioria das fêmeas coletadas, apresentavam desenvolvimento ovariano incompleto, sendo que suas visitas às iscas tinham como principal objetivo a

alimentação com fontes protéicas (AVANCINI & LINHARES, 1988; PARALUPPI & LINHARES, 1995).

Em estudos em Los Angeles, Estados Unidos, OLSEN & SIDEBOTTOM (1990), notaram que era menos freqüente a presença de machos desta espécie em relação às fêmeas, pois os machos teriam uma menor atração pelas matérias em putrefação, lixos e excrementos, utilizando estes locais apenas para a alimentação, sendo que as fêmeas os utilizam para sua oviposição além da alimentação, esta feita de líquidos drenados da carcaça para acúmulo de fonte protéica para o total desenvolvimento de seu oócitos e conseqüentemente, permitir a total formação de seu ciclo ovariano (LINHARES, 1988; ERZINÇLIOGLU, 1996).

No sudeste asiático, *C. megacephala* é responsável por grande perda de peixes expostos ao sol, sendo que as fêmeas utilizam o peixe salgado para oviposição e para a alimentação (ESSER, 1991). Em estudos na Ásia, África e Estados Unidos, percebeu-se que a espécie *C. megacephala* é sempre umas das primeiras a aparecer nas carcaças e cadáveres (WIJESUNDARA, 1957; GOODBROD & GOFF, 1990; CARVALHO & LINHARES, 2001; GOMES, 2006).

As larvas desta espécie têm sido usadas como indicadoras forenses em estudos de medicina legal (GREENBERG, 1991; WELLS & KURAHASHI, 1994) para estimar o intervalo pós-morte em cadáveres humanos (IPM) (WIJESUNDARA, 1957; LORD, 1990; GREENBERG, 1991; GOFF & FLYNN, 1991; VON ZUBEN *et al.*, 1996; GOMES & VON ZUBEN, 2003; GOMES *et al.*, 2003; AMES & TURNER, 2003; LEFBVERE & PASQUERAUT, 2004; GOMES *et al.*, 2005, 2006), bem como para detectar envenenamentos com organofosfatos nos corpos em putrefação (GUNATILAKE & GOFF, 1989).

Nas moscas-varejeiras, o estágio larval é o principal período em que ocorre competição por recursos alimentares limitados, e esta competição é considerada do tipo exploratória na maioria das espécies (LEVOT *et al.*, 1979; GOODBROD & GOFF, 1990; REIS *et al.*, 1994; GOMES & VON ZUBEN, 2003; GOMES *et al.*, 2006). Neste caso, a competição caracteriza-se pelo fato de cada larva procurar independentemente ingerir o máximo de alimento, no menor intervalo de tempo possível, antes da completa exaustão dos recursos alimentares (BAKKER, 1961; DE JONG, 1976; LEVOT *et al.*, 1979; LOMNICKI, 1988; GOMES & VON ZUBEN, 2003; GOMES *et al.*, 2006).

Desse modo, em situações de competição exploratória entre larvas de *C. megacephala*, podem ser observados processos que ocorrem tanto ao nível individual, como populacional, podendo também estar relacionados entre si. Ao nível individual, podem ser citados, por exemplo, o comportamento de postura das fêmeas e a conseqüente distribuição de imaturos nos substratos alimentares (WIJESUNDARA, 1957; BARTON-BROWNE *et al.*, 1969; HERZOG *et al.*, 1992; VON ZUBEN *et al.*, 2000), a eclosão individual das larvas a partir dos ovos e o objetivo de cada larva em atingir o peso mínimo necessário para empupar no menor tempo possível (KAMAL, 1958; DE JONG, 1976; LEVOT *et al.*, 1979; GOMES *et al.*, 2005, 2006). O resultado da competição exploratória por recursos alimentares também se reflete em parâmetros populacionais, como por exemplo, sobrevivência, fecundidade, peso e tamanho dos adultos resultantes, sendo a variação nestes caracteres bionômicos influenciada pela densidade populacional de imaturos (VON ZUBEN, 1995; VON ZUBEN *et al.*, 2001; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006; GOMES *et al.*, 2005, 2006).

Estudada a nutrição larval de moscas-varejeiras, notou-se a importância de microrganismos como fatores promotores de crescimento no substrato de

alimentação larval, como por exemplo, a flora bacteriana (MACKERRAS, 1933; GOODBROD & GOFF, 1990; VON ZUBEN, 1995; IRELAND & TURNER, 2005). Para estes estudos de nutrição larval e para a manutenção de populações em condições experimentais de moscas-varejeiras, têm sido propostas dietas artificiais para o desenvolvimento larval (TAYLOR & MANGAN, 1987; SCHIMDT & HARRIS, 1989). Estas dietas artificiais, além de apresentarem uma boa relação custo-benefício e odor menos desagradável que carne em putrefação, tem produzido indivíduos adultos em número e tamanho equivalentes àqueles produzidos a partir de alimentação larval em carne, também sob condições experimentais (SCHMIDT & HARRIS, 1989; COELHO, 1994; REIS *et al.*, 1994).

Em muitas espécies de moscas-varejeiras, entre as quais se inclui *C. megacephala*, para a sobrevivência de uma população mínima viável (SOULÉ, 1986, VON ZUBEN, 1995), mesmo em condições ótimas, há a necessidade da existência de um agregado larval mínimo para permitir a eficiência do processo de alimentação, através da produção de secreções de enzimas salivares e proteolíticas (GOODBROD & GOFF, 1990; VON ZUBEN, 1995; IRELAND & TURNER, 2005). Estas enzimas, juntamente com a ação de uma flora bacteriana presente no substrato alimentar (MACKERRAS, 1933; GOODBROD & GOFF, 1990; VON ZUBEN, 1995; IRELAND & TURNER, 2005), são responsáveis pela facilitação do início da degradação do substrato alimentar pelas larvas. Assim sendo, sem a formação de um agregado larval mínimo para uma determinada quantidade de alimento disponível, as larvas de primeiro instar têm dificuldade em iniciar o seu processo de alimentação, sendo que a maioria ou a totalidade delas não prosseguirá no seu desenvolvimento (VON ZUBEN, 1995; REIS *et al.*, 1999; IRELAND & TURNER, 2005).

Após iniciado seu desenvolvimento, a importância passa para a biologia larval da *C. megacephala* e para isso WIJESUNDARA (1957) foi um dos pioneiros a estudar a duração de seus estágios imaturos. LEVOT *et al.* (1979) estudaram sua habilidade competitiva investigando algumas características das curvas de crescimento larval, comparando-as com as de outras seis espécies de Calliphoridae e uma de Sarcophagidae, e perceberam que *C. megacephala* tem uma das mais altas taxas de assimilação de nutrientes, e foi uma das melhor adaptadas para a pupação com pesos larvais baixos.

Em outros estudos com esta mesma espécie, foram investigados efeitos de competição larval sobre a mortalidade e duração dos estágios imaturos (GOODBROD & GOFF, 1990), perdas em biomassa e na fecundidade (VON ZUBEN, 1993; 1995) e estimativa de mortalidade independente da densidade (VON ZUBEN & VON ZUBEN, 1994). Além disso, REIS *et al.* (1994) observaram decréscimo nas estimativas de fecundidade, sobrevivência, peso e tamanho com o aumento da densidade larval, em populações experimentais de *C. megacephala* desenvolvendo-se em quantidade fixa de alimento, enquanto WELLS & KURAHASHI (1994) estudaram para esta mesma espécie, o desenvolvimento dos estágios imaturos e a emergência dos adultos, além de confeccionarem curvas de crescimento, baseadas em comprimento e peso seco das larvas. Aspectos demográficos de *C. megacephala* e suas curvas de sobrevivência também foram investigados e descritos por VON ZUBEN *et al.* (1996), além de algumas características da dinâmica populacional desta espécie que foram estudadas por VON ZUBEN *et al.* (1993).

Além disso, a dinâmica populacional de insetos também tem sido estudada através da descrição detalhada da mortalidade na população, utilizando tabelas de vida ecológica e específicas da idade (CAREY, 1993). O

estudo do padrão de mortalidade de insetos pode ser feito tanto em nível de imaturos como de adultos. As diferentes fases de mortalidade em imaturos determinam o número de indivíduos adultos emergentes, enquanto que em adultos, a esperança de vida da população geralmente depende de fatores de mortalidade que, muitas vezes, atuam independentemente em idades distintas (ELANDT-JOHNSON & JOHNSON, 1980; NAMBOODIRI & SUCHINDRAN, 1987). Estes problemas começaram a ser investigados em *C. megacephala* por VON ZUBEN (1995,1996).

Ainda em estudos da fase mais importante para a vida das moscas, a fase larval, BAKKER (1961) propõe a existência de um período (em horas) durante a alimentação larval, para cada espécie de díptero, chamado de “período crítico de alimentação”. O seu início representaria o limite do tempo de alimentação larval, que marca o momento em que a primeira pupa viável é formada, e o seu término, o momento em que a porcentagem de larvas formando pupas viáveis atingiu seu máximo.

LEVOT *et al.* (1979) realizaram um estudo clássico de crescimento larval considerando algumas espécies de moscas-varejeiras das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae. Estes autores observaram que para todas as espécies há uma curva do tipo sigmóide, quando se considera a variação do peso das larvas em função do tempo decorrido de alimentação. Um período inicial de crescimento lento, pelo fato das larvas ainda estarem se ambientando ao meio, é seguido por um período com grande incremento de peso nas larvas, chamado de período (ou intervalo) de mais rápido crescimento (PMRC), sendo que este é finalizado quando as larvas já atingiram o maior peso fisiológico possível para a espécie, ou quando ocorreu a exaustão do alimento. Em qualquer um destes dois casos, as larvas interrompem a sua alimentação e

começam a gastar energia se movimentando em busca de um sítio de pupação, ou de fonte adicional de alimento (GOMES *et al.*, 2002; GOMES & VON ZUBEN, 2005; REIGADA & GODOY, 2005; GOMES *et al.*, 2006).

Em seu trabalho, LEVOT *et al.* (1979) sugerem que este período de mais rápido crescimento larval é uma fase de fundamental importância no ciclo de vida das moscas-varejeiras, sendo que qualquer limitação de alimento durante este período pode produzir um efeito considerável no tamanho dos adultos resultantes. Em ambiente natural, é muito comum ocorrer exaustão dos recursos alimentares, já que normalmente os substratos alimentares encontram-se saturados de indivíduos de uma ou mais espécies, caracterizando uma competição intensa por recursos alimentares (HANSKI, 1987a, b). Esta competição é geralmente do tipo exploratória (LEVOT *et al.*, 1979; GOODBROD & GOFF, 1990; REIS *et al.*, 1994, 1999; GOMES & VON ZUBEN, 2003; GOMES *et al.*, 2006), como dito anteriormente, sendo ela caracterizada por cada larva procurar ingerir o máximo de alimento possível, antes da completa exaustão dos recursos, sem haver interferência direta de um competidor sobre os demais (BAKKER, 1961; DE JONG, 1976; LEVOT *et al.*, 1979; LOMINICKI, 1988; VON ZUBEN *et al.*, 2000, 2001; GOMES & VON ZUBEN, 2003; GOMES *et al.*, 2006)

Apesar da importância deste período de mais rápido crescimento (PMRC), praticamente nenhum estudo mais detalhado sobre o mesmo foi feito após o trabalho de LEVOT *et al.* (1979). Por exemplo, não se sabe em qual etapa deste período, se no início, meio ou fim, uma interrupção na alimentação vai ter efeitos mais marcantes sobre a sobrevivência e tamanho dos adultos de moscas-varejeiras resultantes. Também se desconhece quanto tempo uma larva pode ficar sem alimento, e mesmo assim consegue atingir o estágio

adulto, caso uma fonte adicional de alimento lhe seja fornecida após o período de inanição. Em GOMES *et al.* (2002), foi provado que as larvas de *C. megacephala* e *C. albiceps* ao saírem do substrato para procurarem um sítio para pupação, ficando assim sem alimento, podem localizar novas fontes alimentares nas redondezas do substrato que abandonaram, principalmente considerando larvas que não atingiram um peso ótimo para a pupação, e voltar a se alimentar dessa fonte adicional, mas em períodos curtos, não se sabendo o quanto elas agüentariam até acharem esta fonte adicional. Estes são aspectos extremamente importantes para se conhecer melhor a habilidade das espécies em fazer frente a limitações de alimento em ambiente natural, durante o seu estágio larval.

Levando-se em conta estes estudos citados anteriormente, nota-se que um dos aspectos mais importantes da biologia de *C. megacephala* a serem analisados é o desenvolvimento larval no substrato alimentar, diretamente responsável pela sobrevivência, fecundidade e tamanho dos adultos resultantes após o processo de competição por alimento (LEVOT *et al.*, 1979).

No presente projeto, o objetivo foi determinar este período de mais rápido crescimento larval (PMRC) em dieta artificial, para as larvas de *C. megacephala*, para posterior estudo detalhado desse, observando períodos de interrupções alimentares, para se obter dados de desenvolvimento dessa espécie em condições de falta de recursos alimentares por tempos variados, avaliando o que uma inanição alimentar no PMRC acarretaria em seu posterior desenvolvimento. Após obtidos estes dados, o objetivo seguinte foi observar o crescimento dessas larvas após o retorno das mesmas para a fonte de alimento, buscando assim investigar se ocorre algum tipo de resposta compensatória por parte das larvas para obter em menor tempo, a energia

necessária para alcançar o peso ideal para pupação após um período em que ficaram sem alimentação, comparando assim com um controle desse desenvolvimento sem uma interrupção alimentar, atentando para possíveis estratégias por parte de *C.megacephala* para fazer frente à situações críticas de alimentação.

2. Revisão de Literatura

O gênero *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy, 1830) encontrava-se em meados dos anos setenta, restrito ao Velho Mundo e Australásia. Pertencente à família Calliphoridae e subfamília Chrysomyinae, este gênero é muito abundante nestas regiões e um dos mais economicamente importante entre moscas-varejeiras, constituído de cerca de 30 espécies (GUIMARÃES et al., 1978; BAUMGARTNER & GREENBERG, 1984; DEAR, 1985; GIÃO & GODOY, 2007).

Quatro espécies desse gênero foram introduzidas acidentalmente nas Américas por volta de 1975: *C. megacephala* (Fabricius), *C. albiceps* (Wiedemann), *C. putoria* (Wiedemann) e *C. rufifacies* (Macquart) (GUIMARÃES et al. 1978, 1979; BAUMGARTNER & GREENBERG, 1984; VON ZUBEN et al., 2001; SILVA et al., 2003; REIGADA & GODOY, 2005, 2006; GOMES et al., 2005, 2007; GIÃO & GODOY, 2007). As três primeiras dispersaram-se rapidamente pelo continente sul-americano, causando um declínio significativo em populações locais de *Cochliomyia macellaria* e de *Lucilia eximia*, espécies de califorídeos nativas do continente (GUIMARÃES et al., 1978; GREENBERG

& SZYSKA, 1984; WELLS & GREENBERG, 1992; MADEIRA *et al.*, 1989; VON ZUBEN *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2003; GOMES & VON ZUBEN, 2005).

Entre essas quatro espécies citadas do gênero *Chrysomya* que foram introduzidas nas Américas, *C. megacephala* é a mais altamente distribuída e a mosca-varejeira mais comum nas regiões Oriental e Australásia (GUIMARÃES *et al.*, 1978; ZUMPT, 1965; SMITH, 1976; GOODBROD & GOFF, 1990; REIGADA & GODOY, 2005, 2006), sendo também encontrada em ilhas do Pacífico, especialmente Havaí (GOODBROD & GOFF, 1990). Esta tem ampliado sua distribuição sobre áreas tropicais e subtropicais no mundo (WELLS, 1991; VON ZUBEN *et al.*, 2001), invadindo várias localidades do Novo Mundo, sendo que além de sua introdução no Brasil por volta de 1975 (GUIMARÃES *et al.*, 1978), foi registrada sua presença na África do Sul, (LAURENCE, 1986; REIGADA & GODOY, 2005, 2006), Estados Unidos (REIGADA & GODOY, 2005, 2006; GOMES *et al.*, 2007) e é também considerada a mosca-varejeira mais comum no Egito (GABRE, 1994; GABRE *et al.*, 2005).

A introdução desta espécie na África deu-se por navios, sendo que desta maneira também provavelmente ocorreu a vinda de *C. megacephala*, *C. putoria* e *C. albiceps* para o Brasil, em navios de refugiados vindos de Angola e Moçambique (GUIMARÃES *et al.*, 1978, 1979; LAURENCE, 1981). Ainda nas Américas, *C. megacephala* foi registrada também nas Ilhas Canárias (ESSER, 1991), Peru, Colômbia, Bolívia, Argentina e México (GREENBERG, 1988), Venezuela (BAUMGARTNER, 1988), Equador (OLSEN *et al.*, 1992) e Estados Unidos na Califórnia (DOWELL & GILL, 1989; OLSEN & SIDEBOTTOM, 1990), Texas (WELLS, 1991) e nas ilhas do Havaí (GOODBROD & GOFF, 1990).

Chrysomya megacephala, mesmo sendo introduzida há cerca de 30 anos no Brasil (GUIMARÃES *et al.*, 1978; LAURENCE, 1981; DE CARVALHO *et al.*, 2005), já há alguns anos encontra-se amplamente distribuída por todo o país, sendo considerada uma das espécies mais freqüentes nos centros urbanos (GUIMARÃES *et al.*, 1979; VALGODE. *et al.*, 1998), sendo inicialmente localizada em muitos municípios paulistas (GUIMARÃES *et al.*, 1979), criando-se e sendo atraída por carcaças, fezes e peixe, na região metropolitana de São Paulo-SP, Santos-SP e Curitiba-PR (GUIMARÃES *et al.*, 1979; LAURENCE, 1981; SOUZA, 1999), sendo também junto com a *Musca domestica* (Linnaeus, 1758), as mais abundantes na cidade do Rio de Janeiro (OLIVEIRA *et al.*, 1999, 2002, 2006). Já há alguns anos esta espécie é considerada predominante dentro do gênero *Chrysomya* em áreas urbanas, de vários estados brasileiros, (D'ALMEIDA 1993; MENDES & LINHARES, 1993) e também em algumas áreas de floresta (D'ALMEIDA, 1994). Para se ter uma idéia de como esta espécie colonizou uma grande parte do país, em Manaus, AM, *C. megacephala* é a mosca-varejeira mais abundante nas áreas urbanas, rurais e de mata (PARALUPPI & CASTELÓN, 1994), e em Corumbá, MS, é a espécie predominante nas áreas urbanas (CAMPOS & BARROS, 1995). No Rio Grande do Norte, é a espécie mais numerosa entre as moscas encontradas naquela região (ANDRADE *et al.*, 2005).

O estudo da distribuição, comportamento e biologia dessas moscas-varejeiras vai além da importância médico-sanitária e veterinária atribuída a esses dípteros, como a *C. megacephala* e outros califorídeos. Algumas espécies desses califorídeos, em alguns casos, a exemplo de outras moscas-varejeiras, são consideradas como polinizadoras em áreas controladas de agricultura (SMITH & JACKSON., 1976; CURRAH & OCKENDON, 1984;

ZOTOV *et al.*, 1991; GABRE *et al.*, 2005), e um exemplo claro disso, é a espécie *C. megacephala* ser considerada um importante polinizador de mangas em fazendas na Austrália (ANDERSON *et al.*, 1982; GABRE *et al.*, 2005). Em Taiwan, alguns fazendeiros até introduzem *C. megacephala* em seus pomares, para que estas polinizem suas mangueiras (HU *et al.*, 1995; GABRE *et al.*, 2005).

Além desses aspectos comportamentais e de distribuição, vários estudos morfológicos também foram feitos com *C. megacephala*. Em estudos de relacionamentos filogenéticos e padrões de distribuição feitos com essa espécie na Região Indo-Australiana, incluindo ilhas do Sul do Pacífico, foram observados dois tipos morfológicos em suas populações, sendo uma forma de florestas nativas, desde o Arquipélago Bismarck até Samoa Ocidental (com facetas dos olhos uniformes nos dois sexos) e uma forma sinantrópica (com facetas maiores nos dois terços superiores do olho nos machos, quando comparadas às do inferior), sendo esta forma provavelmente originada na Nova Guiné (VAN HATEREN *et al.* 1989). Este dimorfismo nas facetas dos olhos dos machos da forma sinantrópica de *C. megacephala* foi relacionado com uma maior percepção luminosa e maior capacidade de localização de objetos em movimento, sendo este último fator, associado a uma maior facilidade de localização das fêmeas em movimento por parte dos machos, antecedendo o processo de acasalamento e reprodução (VAN HATEREN *et al.* 1989).

Através de pesquisas em reprodução, importantes estudos para observação do ciclo de vida dessa espécie têm sido feitos. Estudos histoquímicos do ovário em *C. megacephala* e de indução química de esterilidade (DEEPAK & CHAUDHRY, 1979 a), foram analisados, analisando assim o desenvolvimento ovariano desta espécie. O tipo de ciclo gonotrófico e

sua duração, foram observados em *C. megacephala* por LINHARES (1988), que estipulou em 192 ± 32 horas o tempo médio de desenvolvimento do primeiro ciclo para esta espécie.

ESSER (1991) observou que os oócitos de *C. megacephala* podem atingir a maturidade em uma semana. Em *C. megacephala* e *C. putoria*, a formação do segundo ciclo ovariano pode ocorrer, mesmo sem que a postura dos ovos do primeiro ciclo tenha ocorrido (AVANCINI & PRADO, 1986; LINHARES, 1988). Para LINHARES (1988), o desenvolvimento folicular de *C. megacephala* é sincrônico, com todos os folículos desenvolvendo-se em uma mesma taxa, e o ciclo gonotrófico é dividido em dez fases, de acordo com o estágio de desenvolvimento folicular, sendo a primeira delas característica de fêmeas adultas recém emergidas, e a décima pela completa formação dos ovos. Esta espécie possui dois ovários do tipo politrófico meroístico, e é anautógena, necessitando de fontes protéicas exógenas para o total desenvolvimento de seus ciclos gonotróficos (LINHARES, 1988; ERZINÇLIOĞLU, 1996). No entanto, algumas espécies de *Chrysomya* são autógenas (ERZINÇLIOĞLU, 1996).

Por ser uma espécie anautógena, e necessitar de fontes protéicas exógenas, não só para se alimentar mas também para completar seu ciclo ovariano, *C. megacephala* é uma espécie que pode apresentar grande nível de competição por alimento também no estágio adulto, além da que ocorre via agregação de imaturos nos substratos alimentares pelo padrão de postura das fêmeas, e de seus efeitos sobre parâmetros demográficos que são importantes para a dinâmica populacional da espécie em questão (DE JONG, 1979, 1982; IVES & MAY, 1985; ROSEWELL *et al.*, 1990; AGUIAR-COELHO & MILWARD-AZEVEDO, 1998). Essa agregação de imaturos nos substratos alimentares

pode ser tanto intra como interespecífica (ATKINSON & SHORROCKS, 1981; HANSKI, 1987b).

A agregação interespecífica tem sido muito estudada em insetos que procriam em substratos alimentares discretos e efêmeros, em que se relaciona principalmente a agregação das espécies competidoras e sua possibilidade de coexistência (ATKINSON & SHORROCKS, 1981; HANSKI, 1987a ; IVES, 1991; GOMES & VON ZUBEN, 2003; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006; GOMES *et al.*, 2006), podendo a agregação de uma espécie estar variando independentemente da agregação de outra. Esta agregação independente facilita a coexistência de diferentes espécies porque amplifica a competição intraespecífica e não a interespecífica (HANSKI, 1987a). A agregação intraespecífica, também constitui-se em um fenômeno bem documentado em animais em geral (VON ZUBEN, 1995) e, em particular, para insetos que se desenvolvem em substratos orgânicos em decomposição (HANSKI, 1987a; IVES, 1991; CARVALHO & VON ZUBEN, 2006).

Outro aspecto importante para a dinâmica populacional de moscas-varejeiras é o seu comportamento de dispersão larval pós-alimentar. Esta fase acontece após o final da alimentação do estágio larval nas moscas-varejeiras, principal período em que ocorre competição por recursos alimentares limitados, sendo esta competição considerada do tipo exploratória na maioria das espécies (LEVOT *et al.*, 1979; GOODBROD & GOFF, 1990; REIS *et al.*, 1994; GOMES & VON ZUBEN, 2003; GOMES *et al.*, 2006), O padrão resultante da distribuição espacial de pupas através do comportamento de dispersão larval, pode ser responsável por uma maior ou menor susceptibilidade das mesmas ao ataque de predadores e parasitóides (GOMES *et al.*, 2007)

Estes estudos de dinâmica populacional e dispersão larval pós-alimentar, deram embasamento para outro estudo envolvendo a biologia de moscas-varejeiras. Por exemplo, as moscas-varejeiras do gênero *Chrysomya* têm grande importância na entomologia forense por serem indicadoras de tempo de decomposição de cadáveres humanos (cálculo de IPM) (WELLS & GREENBERG, 1992; VON ZUBEN *et al.*, 1996; GOMES *et al.*, 2003; AMES & TURNER, 2003; LEFBVERE & PASQUERAUT, 2004; GOMES & VON ZUBEN, 2004; GOMES *et al.*, 2005, 2006; GOMES, 2006).

Um exemplo desse gênero, a espécie *C. megacephala*, apresenta uma grande importância nos estudos forenses, por ser uma das espécies que primeiro chega aos corpos em decomposição (GUIMARÃES *et al.*, 1978; CARVALHO & LINHARES, 2001; GOMES *et al.*, 2006) e também por se alimentar dos mesmos durante seu estágio larval. (GOFF & LORD, 1994; MILLER *et al.*, 1994; GOMES *et al.*, 2003; CAMPOBASSO *et al.*, 2004; GOMES, 2006), Não inteiramente relacionado a este presente estudo mas dentro dos estudos forenses têm-se evoluído a área de entomotoxicologia, ciência que procura quantificar e analisar o efeito de diferentes drogas sobre os insetos e também na taxa de desenvolvimento larval (GOFF & LORD, 1994; INTRONA *et al.*, 2001; GOMES *et al.*, 2006), que pode ser de grande importância numa estimativa mais precisa do intervalo pós-morte (IPM).

3. Material e Métodos

No presente estudo, foram analisados aspectos da biologia larval utilizando populações experimentais de *C. megacephala*. Isto porque sob condições experimentais, é possível controlar determinados fatores como temperatura, umidade, fotoperíodo, além da possibilidade de manipular diferentes densidades larvais em estudos de competição. Além disso, a utilização de populações experimentais permite que se chegue a uma padronização do processo de alimentação dos insetos, tendo como reflexo uma maior uniformidade nos estágios de desenvolvimento ovariano, o que facilita a formação de gerações subseqüentes. Para cumprir os objetivos do presente projeto foram realizadas as etapas a seguir:

3.1. COLETA E MANUTENÇÃO DOS ESPÉCIMES EM CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Exemplares de *C. megacephala* (Figura 1) foram coletados nas proximidades do Departamento de Zoologia (Jacarezário), do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, em Rio Claro, SP. Foram utilizadas como iscas, matéria orgânica de origem animal em decomposição,

como carcaças de roedores e peixes. Os adultos de ambos os sexos de *C. megacephala* foram coletados com auxílio de puçá com 40 cm de diâmetro, foram identificados e para isso os indivíduos coletados foram anestesiados em freezer com temperatura de

-18°C, por 30 segundos aproximadamente. acondicionados em gaiolas com armação de ferro (30x30x48cm) e tela de náilon. As gaiolas foram mantidas em sala com temperatura controlada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$), umidade relativa (UR) de 60% e fotoperíodo de 12 horas.



Figura 1: Vista lateral de um exemplar de *Chrysomya megacephala*

Foram fornecidos separadamente água e açúcar *ad libitum* aos insetos coletados, sendo estes considerados geração parental do presente estudo. Para o desenvolvimento gonotrófico das fêmeas, acrescentou-se fígado bovino fresco macerado como fonte protéica junto com a dieta de água e açúcar. O processo de alimentação com fontes protéicas exógenas, como o fígado, faz-se necessária para espécies anautógenas como *C. megacephala*, para a complementação do seu ciclo gonotrófico (LINHARES, 1988). Para a geração F1, fígado foi fornecido por oito horas no terceiro e quarto dias após a emergência dos adultos, e por quatro horas no quinto e sexto dias, para

obtenção mais rápida e mais eficiente da geração F₂, a qual foi usada para os experimentos.

Este período, suficiente para possibilitar um completo desenvolvimento ovariano das fêmeas, ao mesmo tempo, evita uma alimentação excessiva de proteínas, a qual poderia permitir o início de desenvolvimento do segundo ciclo ovariano sem que os ovos do primeiro ciclo tenham sido depositados (LINHARES, 1988). Para a formação da geração seguinte de *C. megacephala*, posturas foram obtidas com a colocação de pequenos frascos plásticos com carne bovina moída putrefata nas gaiolas, como estímulo à oviposição.

Uma dieta artificial, desenvolvida por LEAL *et al.* (1982), foi utilizada como substrato de alimentação larval. A dieta era constituída de: para cada 1 litro de água destilada, 100 g de leite em pó, 100 g de levedura de cerveja, 8 g de ágar, 5 g de caseína e 2 g do fungistático nypagin.

3.2. OBTENÇÃO E ANÁLISE DA CURVA DE CRESCIMENTO

Para a realização dos experimentos de taxa de desenvolvimento larval em função do tempo, utilizaram-se larvas da geração F₂ de *C. megacephala*. Estes espécimes desenvolveram-se em frascos de vidro (8 cm de altura X 7cm de diâmetro) contendo 50g da dieta artificial.

A geração F₂ foi utilizada basicamente por uma razão biológica e outra experimental. Do ponto de vista biológico, tem-se que as fêmeas coletadas no campo apresentam diferentes estágios de desenvolvimento ovariano, ou seja, algumas visitam a carcaça com o desenvolvimento ovariano completo e pronto para postura dos ovos, ao passo que outras visitam a carcaça com o objetivo

de alimentação, apresentando neste caso, desenvolvimento ovariano incompleto.

Esta característica biológica implica que, do ponto de vista experimental, é necessário obter fêmeas do mesmo estágio de desenvolvimento ovariano, para a produção, ao mesmo tempo, de um número elevado de ovos que permita a formação de altas densidades de imaturos. Isto só é possível com a padronização do processo de alimentação de fontes protéicas pelos adultos. Além disso, exemplares da geração F_2 são progênie de uma geração que completou todo o seu ciclo de vida em laboratório.

Os frascos com as larvas foram cobertos com organza e mantidos em câmara climática, com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12 horas e 60% de UR. Foram feitas pesagens coletivas de um grupo de 30 larvas escolhidas aleatoriamente por frasco, em intervalos de oito horas, considerando como tempo inicial ($t = \text{zero hora}$) o momento de eclosão de larvas a partir dos ovos, com a imediata formação das densidades larvais. A cada intervalo de oito horas, trinta larvas eram lavadas em água destilada e, posteriormente, era estimado o peso do conjunto de trinta larvas, para a confecção da curva de crescimento em função do tempo, sendo estas, imediatamente após a pesagem, devolvidas aos frascos com dieta. O peso larval do conjunto de trintas larvas em cada intervalo de tempo foram utilizados para as análise subsequentes. O tempo final de observação do desenvolvimento considerado para o presente trabalho foi de 88 horas após a eclosão, obtido nos primeiros experimentos testes, em que as primeiras larvas de terceiro instar, começaram a sair do substrato em busca de sítios de pupação.

3.3. FORMAÇÃO DAS DENSIDADES LARVAIS E DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE MAIS RÁPIDO CRESCIMENTO (PMRC)

Foram formadas três densidades larvais (200, 400 e 600, com um frasco teste e outro replicata para cada densidade) desenvolvendo-se em 50, 100 e 150 gramas de dieta artificial, respectivamente, para manter a proporção de 4gramas por larva. A partir de pesagens, feitas a intervalos de 8 horas, de 30 larvas coletadas aleatoriamente e posteriormente devolvidas aos frascos, foram confeccionados gráficos ilustrando o crescimento em peso dessas em função do tempo.

Após a análise das curvas de crescimento obtidas, curvas estas com característica sigmoidal, foi observado um período em cada uma dessas curvas em que o ganho de massa era maior por unidade de tempo, caracterizando um crescimento exponencial em relação ao tempo. Dessa forma, foi determinado assim o período de mais rápido crescimento larval (PMRC), começando para esses experimentos a partir das 48 horas do início do desenvolvimento larval após a eclosão dessas larvas e terminando após 72 horas deste mesmo início de desenvolvimento, sendo determinado também para fins dessa pesquisa o meio desse período, fixado em 60 horas do início desse desenvolvimento larval. Após a determinação do PMRC, foram formadas novas densidades larvais para os experimentos subseqüentes.

3.4. EXPERIMENTOS COM INTERRUPTÃO DA ALIMENTAÇÃO LARVAL NO PERÍODO DE MAIS RÁPIDO CRESCIMENTO (PMRC)

Foi analisado o efeito de interrupções alimentares durante o período de mais rápido crescimento larval (PMRC), sobre o desenvolvimento larval. Este

período foi dividido em três partes, determinando onde seria respectivamente o seu início, meio e fim, utilizando-se cada uma dessas partes para testes de interrupção alimentar. Para tanto, foram montados seis frascos com a densidade de 200 larvas de *C. megacephala* desenvolvendo-se em 50g de dieta artificial, sendo dois frascos (teste e replicata) para análise de cada parte desse PMRC. Em dois desses frascos, a alimentação das larvas foi interrompida por 3 horas no início do PMRC determinado às 48 horas a partir do início do desenvolvimento larval (situação A), em outros dois, a interrupção foi de 3 horas no final do PMRC, determinado em 72 horas do início desse desenvolvimento larval (situação B) e por fim em mais dois, a alimentação foi interrompida por 3 horas no meio do PMRC, determinado em 60 horas também do início do desenvolvimento larval (situação C). Nestes seis frascos, todas as larvas foram removidas e lavadas sendo colocadas posteriormente em outros frascos sem alimento. Nas três situações, a alimentação das larvas foi retomada depois destas três horas, sendo as mesmas devolvidas aos respectivos frascos.

Dentre as situações A, B e C, o período de três horas de interrupção alimentar que mais interferiu no desenvolvimento larval foi ampliado para 5 (situação D), 7 (situação E), 9 (situação F), 11 horas (situação G), 13 horas (situação H), 15 horas (situação I), 17 horas (situação J) e 19 horas (situação K), para avaliar o efeito da variação no intervalo de interrupção da alimentação sobre o desenvolvimento larval. Portanto, foram montados dois frascos com 200 larvas em 50g de dieta para cada uma das situações D a K. As larvas, a exemplo do que já foi citado anteriormente, foram removidas e depois devolvidas aos frascos após passado o período de inanição.

3.5. EXPERIMENTO PARA OBSERVAÇÃO DA PERDA DE PESO DURANTE A INTERRUPÇÃO ALIMENTAR

Esta etapa da metodologia foi necessária para observar se existe uma perda de peso durante a interrupção alimentar, e quantificá-la. Para isso, foram preparados dois frascos (teste e replicata) com densidades iguais de 200 larvas de *C. megacephala*, desenvolvendo-se em 50 gramas de dieta artificial. Assim que se determinou que o intervalo de interrupção da alimentação durante o PMRC com efeitos mais significativos no retardo de ganho de peso larval era a partir de 60 horas de desenvolvimento, retirou-se de cada frasco inicial (teste e replicata) contendo as 200 larvas, 10 larvas para cada intervalo que se faria a interrupção alimentar (3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 e 19 horas), totalizando portanto 20 larvas, 10 do frasco teste e 10 do frasco replicata para cada um desses períodos de interrupção, sendo colocadas em dois frascos menores, um controle e uma replicata, somando-se assim 18 frascos. Após isso, as larvas dos 18 frascos menores fora da dieta inicial, foram pesadas a cada duas horas, a partir do primeiro intervalo de interrupção alimentar (3 horas), sendo pesadas inicialmente às zero hora, obtendo-se o peso do conjunto de 10 larvas. Cada conjunto de dois frascos menores (controle e replicata) para cada intervalo de tempo de interrupção alimentar, foi pesado somente até o tempo de interrupção alimentar correspondente. Por exemplo, os frascos contendo 10 larvas cada, fora da dieta, correspondente à interrupção alimentar de 3 horas, foram pesados no início, às zero hora do período de inanição alimentar, e às 3 horas onde se encerrava o seu respectivo período de inanição, sendo os frascos, com 10 larvas cada, separados para o intervalo de inanição de 5 horas, pesados às zero hora, às 3 horas e encerrando sua pesagem às 5 horas de interrupção alimentar, assim sendo feito respectivamente para todos os outros

tempos de interrupção alimentar, pesados em todos horários e encerrando suas pesagens no tempo correspondente à sua interrupção, com isso mostrando dados de perda de massa para todos os tempos de interrupção alimentar usados nos experimentos nesse trabalho.

Esse procedimento para avaliar a perda de peso das larvas durante o intervalo de interrupção alimentar, foi necessário para observar se esta possível perda de peso poderia estar levando a algum erro de procedimento na coleta dos dados.

3.6. PADRONIZAÇÃO DAS HORAS E ANÁLISE DOS PERÍODOS DE INTERRUPTÃO ALIMENTAR

Para a observação e possível comparação entre os resultados, foi necessária uma padronização de horários a partir de 60 horas de desenvolvimento, tempo este em que se iniciaram as interrupções alimentares, pois depois de iniciada a interrupção alimentar em qualquer um dos tratamentos, não seria viável a comparação dos horários normais de obtenção de dados do controle (sem interrupção alimentar) com os horários dos tratamentos que estariam sem se alimentar, sendo que no controle com certeza as larvas estariam ganhando peso, enquanto nos tratamentos com interrupção alimentar elas nem estariam se alimentando.

Baseando-se no objetivo de analisar o que ocorria após o período de interrupção alimentar nos tratamentos, observando uma eventual resposta compensatória por parte das larvas após o período de inanição, foi preciso agrupar alguns tratamentos e padronizar os horários de todos eles em função

do controle, para que fosse possível uma comparação entre episódios equivalentes.

Para isso, foram separados os tratamentos com tempo iguais de pesagens após o retorno à dieta, obtendo assim comparações em intervalos onde ocorrem situações equivalentes, como mostra a Tabela I a seguir.

Tabela I: Tratamentos agrupados em cores de acordo com o retorno à dieta

		Intervalos de tempo onde se obteve as medidas				
		60	64	72	80	88
Tratamentos	Tempo de retorno à dieta					
			Horas após retorno à dieta			
	3	3	61	69	77	85
	5	5	4	67	75	83
	7	7	4	65	73	81
	9	9	4	63	71	79
	11	11	4	61	69	77
	13	13	4	12	67	75
	15	15	4	12	65	73
	17	17	4	12	63	71
19	19	4	12	61	69	
Horas sem contato dieta						
Tempo padronizado de desenvolvimento larval nos diferentes tratamentos (horas)						
Controle		56	64	72	80	88
Tratamentos	3	56	61	69	77	85
	5	56	60	127	135	143
	7	56	60	125	133	141
	9	56	60	123	131	139
	11	56	60	121	129	137
	13	56	60	72	127	135
	15	56	60	72	125	133
	17	56	60	72	123	131
	19	56	60	72	121	129

Foram agrupados para posteriores análises, os tratamentos com intervalos de interrupções alimentares de 3, 11 e 19 horas, que foram pesados

após uma hora de retorno à dieta, os tratamentos com 5 e 13 horas de interrupções alimentares, pesados 7 horas depois do retorno à dieta, os tratamentos com 7 e 15 horas de interrupções alimentares, com pesagens após 5 horas dos respectivos retornos à dieta, e por fim, foram agrupados os intervalos de interrupção alimentar de 9 e 17 horas, que tiveram a pesagem seguinte após o retorno à dieta em 3 horas.

Assim que foram separados os dados por grupos de horários semelhantes de pesagens após o retorno à dieta, foi necessária também uma padronização nos horários atribuídos para as respectivas pesagens, pois se estaria sendo incoerente ao se comparar horários de pesagem do tratamento controle (sem interrupção alimentar), com os mesmos horários dos tratamentos, onde na maioria deles, as larvas nem estariam se alimentando ainda.

Portando, foram adicionados os novos horários de pesagens dentro dos grupos cujos tratamentos tinham o mesmo tempo de pesagem após retorno a dieta, como citados anteriormente, para se “anular” hipoteticamente a fase de inanição, e obter uma comparação agora sim correta, apenas dos intervalos onde as larvas estão se alimentando, para observar o efeito pós-inanição, que é o objetivo principal do presente trabalho, e não o que ocorre também com as larvas enquanto estão sem se alimentar. Por exemplo, no grupo onde os tratamentos com interrupção alimentar foram de 3, 11 e 19 horas, em que as larvas foram pesadas após uma hora do retorno à dieta, respectivamente a cada um desses tratamentos nos horários de pesagens 64 horas (pesagem 1 hora após o retorno do tratamento com inanição de 3 horas), 72 horas (pesagem 1 hora após o retorno do tratamento com inanição de 11 horas) e 80 horas (pesagem 1 hora após o retorno do tratamento com inanição de 19

horas), foi desconsiderado o tempo de inanição, sendo considerado o tempo de 60 horas (horário de interrupção alimentar), tornando viável a comparação desses tratamentos, sendo o próximo horário de pesagem já padronizado neste grupo para os três tratamentos, 61 horas, que substitui na padronização, os horários de pesagens de 64 horas (no tratamento com inanição de 3 horas), 72 horas (no tratamento com inanição de 11 horas) e 80 horas (no tratamento com inanição de 19 horas), ficando assim omitido o intervalo de inanição, mostrando assim o efeito em cada tratamento pós-retorno a dieta, sendo os próximos horários nesses tratamentos, a soma de 8 horas sucessivamente para cada horário até o final do desenvolvimento para os tempos de pesagens que ainda restavam.

Após a adaptação das horas e para melhor visualizar os efeitos da interrupção alimentar logo após o retorno das larvas à dieta, foram feitas regressões lineares em cada experimento de inanição para observação e comparação de possíveis respostas compensatórias.

4. Resultados

Para se iniciar o presente estudo, foram necessários obtenções e observações de curvas de crescimentos larvais em três diferentes densidades (200, 400 e 600 larvas de *C. megacephala*) em quantidades de dietas artificiais desenvolvidas por LEAL *et al.* (1982), na proporção de 1 grama de dieta para cada 4 larvas, para fins de comparações e escolha da densidade com melhores resultados e melhores facilidades operacionais.

As curvas de crescimento foram obtidas através de pesos larvais de amostras de 30 indivíduos, a intervalos de oito horas e estão apresentados na Tabela II e Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Tabela II: Dados de peso larval com relação ao tempo em *C. megacephala*

	200 C	200 R	400 C	400 R	600 C	600 R
hora	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)
0	0.0034	0.003	0,0045	0,0036	0,0032	0,0036
8	0.0062	0.0058	0,0069	0,0071	0,0081	0,0097
16	0.0105	0.0151	0,012	0,0118	0,0161	0,0298
24	0.0298	0.0453	0,0231	0,0255	0,0323	0,0422
32	0.053	0.0788	0,0636	0,0688	0,0815	0,1117
40	0.1436	0.1399	0,1248	0,1476	0,1927	0,2441
48	0.2398	0.215	0,2629	0,2889	0,3162	0,4164
56	0.5303	0.4278	0,5806	0,6047	0,5245	0,8455
64	0.8351	0.7472	0,7476	1,0681	1,0451	1,5109
72	1.361	0.972	1,265	1,2511	1,605	2,1527
80	1.571	1.3166	1,7104	1,9061	1,8909	2,1619
88	1.7695	1.5608	1,9867	2,0372	2,1491	2,1688

200 C - Densidade de 200 larvas controle

400 C - Densidade de 400 larvas controle

600 C - Densidade de 600 larvas controle

200 R - Densidade de 200 larvas réplica

400 R - Densidade de 400 larvas réplica

600 R - Densidade de 600 larvas réplica

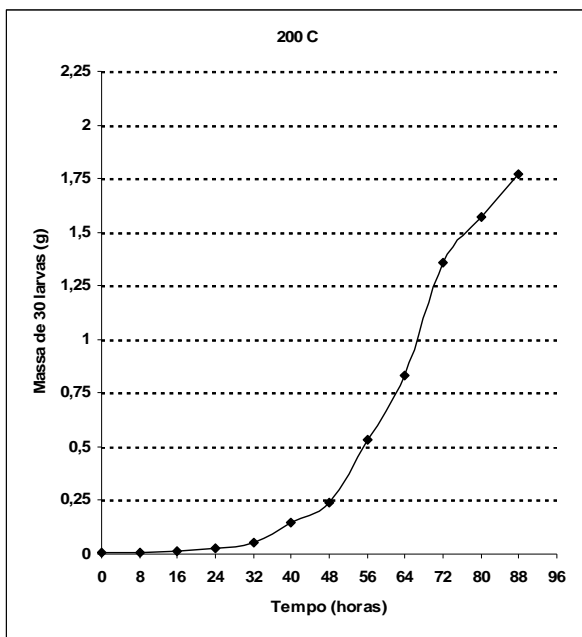


Figura 1: Curva de crescimento larval para a densidade de 200 larvas de *C. megacephala* (Teste)

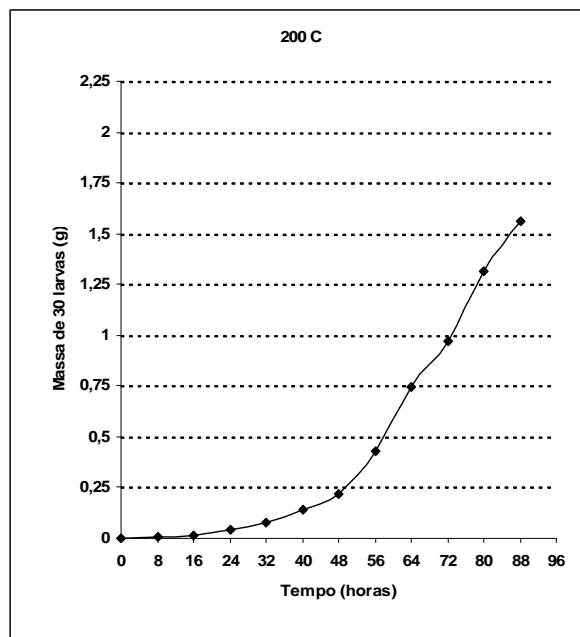


Figura 2: Curva de crescimento larval para a densidade de 200 larvas de *C. megacephala* (Replicata)

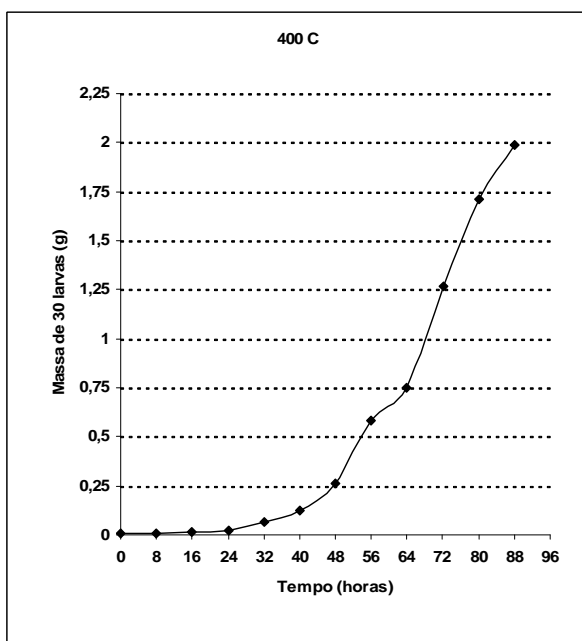


Figura 3: Curva de crescimento larval para a densidade de 400 larvas de *C. megacephala* (Teste)

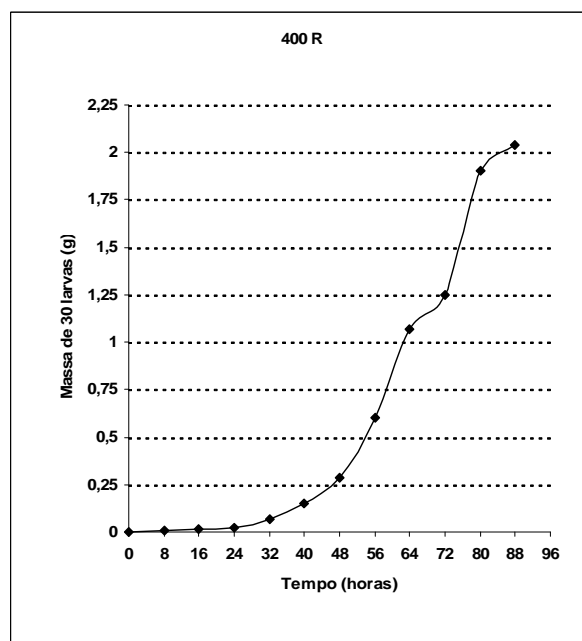


Figura 4: Curva de crescimento larval para a densidade de 400 larvas de *C. megacephala* (Replicata)

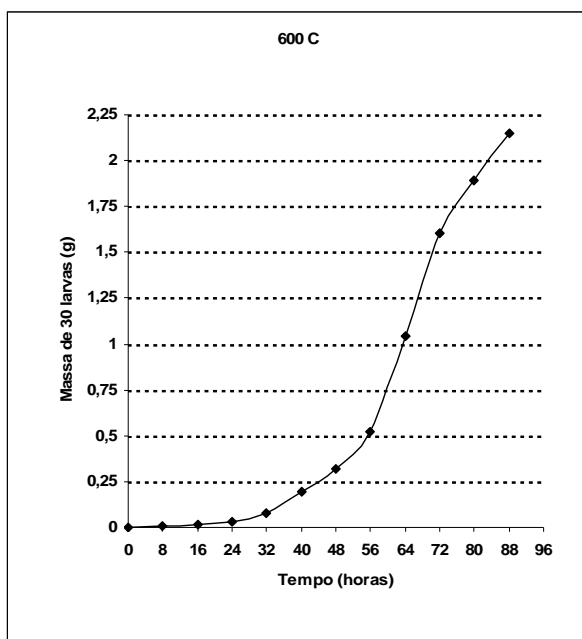


Figura 5: Curva de crescimento larval para a densidade de 600 larvas de *C. megacephala* (Teste)

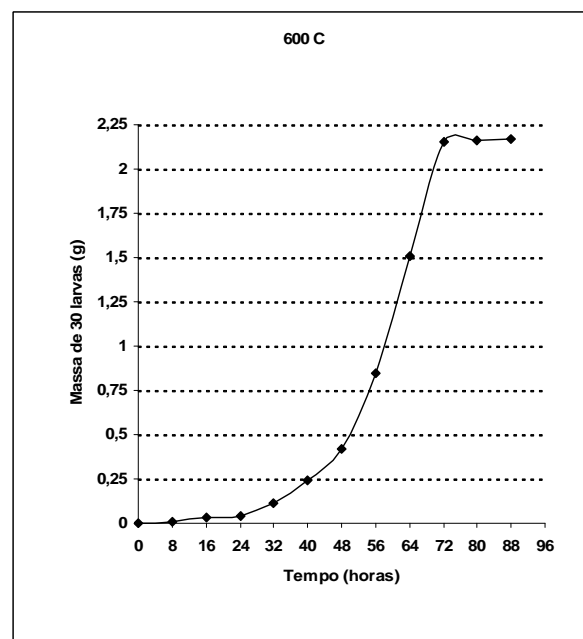


Figura 6: Curva de crescimento larval para a densidade de 600 larvas de *C. megacephala* (Replicata)

Assim que foram obtidas as curvas de crescimento para *C. megacephala*, foi observado que aquelas para a densidade de 200 larvas mostraram resultados mais uniformes e estáveis para os dois frascos em relação ao padrão de curva sigmóide clássico de crescimento larval. Por outro lado, as densidades de 400 e 600 larvas, mesmo tendo apresentado resultados de maior crescimento e com isso demonstrando um melhor nível do agregado larval para o desenvolvimento das larvas (vide valores de 88 horas de na Tabela II), apresentaram maior instabilidade nos resultados e isso representou uma maior dificuldade operacional para a realização de todos os próximos experimentos, não compensando suas melhores taxas de crescimento em relação à facilidade de se trabalhar com a densidade de 200 larvas, sendo esta densidade a escolhida para a seqüência do presente trabalho. Por observações destas curvas de crescimento larval, constatou que o PMRC, teve seu início à 48 horas do início do desenvolvimento larval e seu final à 72 horas do início do mesmo desenvolvimento larval. Assim que encontrado o período de mais rápido crescimento larval, foram feitas interrupções alimentares de 3 horas durante o início (48 horas do início do desenvolvimento larval), o meio (60 horas do início do desenvolvimento larval) e o fim deste período (72 horas

do início do desenvolvimento larval), para averiguação dos efeitos no desenvolvimento larval nestas três curtas interrupções alimentares, com o objetivo de encontrar dentro do PMRC, qual o período de interrupção mais prejudicial ao período posterior do desenvolvimento larval.

Assim, o meio do PMRC (60 horas do início do desenvolvimento larval) foi o primeiro a ser testado com a interrupção alimentar de 3 horas, e os dados desse teste são mostrados na Tabela III e Figuras 7 e 8.

Tabela III: Dados de desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 3 horas no meio do período de mais rápido crescimento larval (PMRC) :

	200 iM	200 iM R
hora	massa (g)	massa (g)
0	0.003	0.0035
8	0.006	0.0065
16	0.0194	0.0179
24	0.0465	0.0598
32	0.0865	0.0918
40	0.1486	0.1515
48	0.2456	0.2316
56	0.4364	0.4652
64	0.4636	0.4886
72	0.7746	0.8636
80	1.112	1.2044
88	1.3353	1.3861

200 iM - Densidade 200 larvas com interrupção alimentar de 3 horas no meio do PMRC
 200 iM R - Réplica com densidade de 200 larvas com interrupção alimentar de 3 horas no meio do PMRC

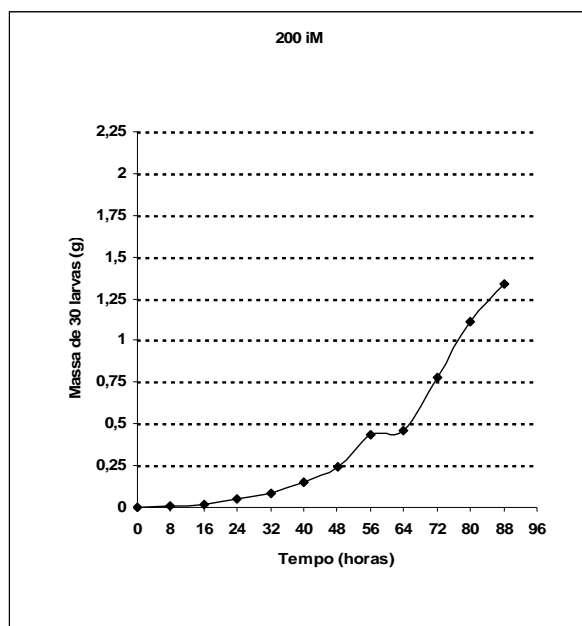


Figura 7: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 3 horas no meio do PMRC (Teste)

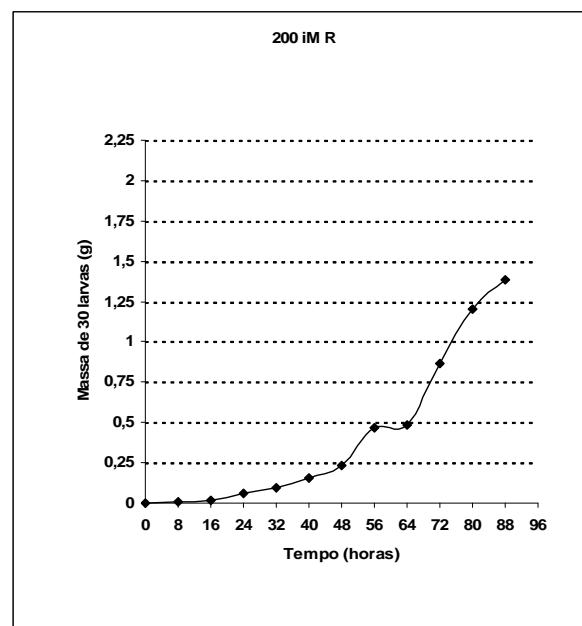


Figura 8: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 3 horas no meio do PMRC (Replicata)

Coletados e analisados os dados referentes ao desenvolvimento larval com interrupção alimentar no meio do PMRC, foram testados o início (48 horas do início do desenvolvimento larval) e o final do PMRC (72 horas do início do desenvolvimento larval) também com a interrupção alimentar de 3 horas. Os dados desses testes são mostrados na Tabela IV e Figuras 9, 10, 11 e 12.

Tabela IV: Dados de desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 3 horas no início e no final do período de mais rápido crescimento larval (PMRC)

	200 iI	200 iI R	200 iF	200 iF R
hora	massa (g)	massa	massa	massa
0	0.0036	0.0034	0.0034	0.0033
8	0.0164	0.0102	0.0107	0.0098
16	0.0244	0.0224	0.0213	0.03
24	0.0388	0.0462	0.0397	0.0507
32	0.0838	0.0857	0.0763	0.1048
40	0.1617	0.1795	0.1302	0.2051
48	0.2815	0.2989	0.2529	0.343
56	0.3988	0.3818	0.5821	0.5807
64	0.5111	0.5201	0.7933	0.9602
72	1.1363	0.9683	1.1042	1.2148
80	1.3887	1.2361	1.4015	1.5288
88	1.5367	1.4469	1.562	1.622

200 Cii/ Cii R - Densidade 200 larvas com interrupção alimentar de 3 hs no início do PMRC / Replicata

200 CiF/ CiF R - Densidade 200 larvas com interrupção alimentar de 3 hs no final do PMRC / Replicata

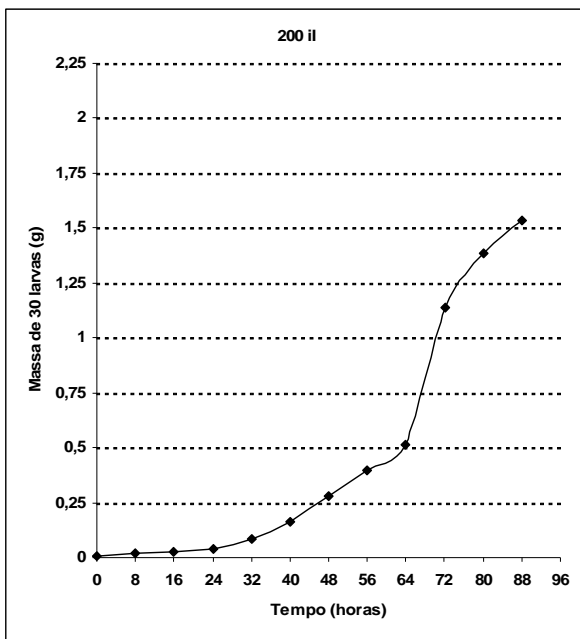


Figura 9: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 3 horas no início do PMRC (Teste)

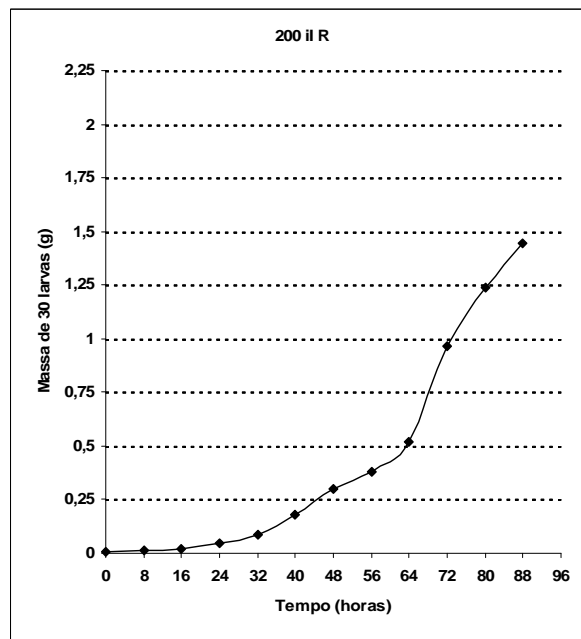


Figura 10: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 3 horas no início do PMRC (Replicata)

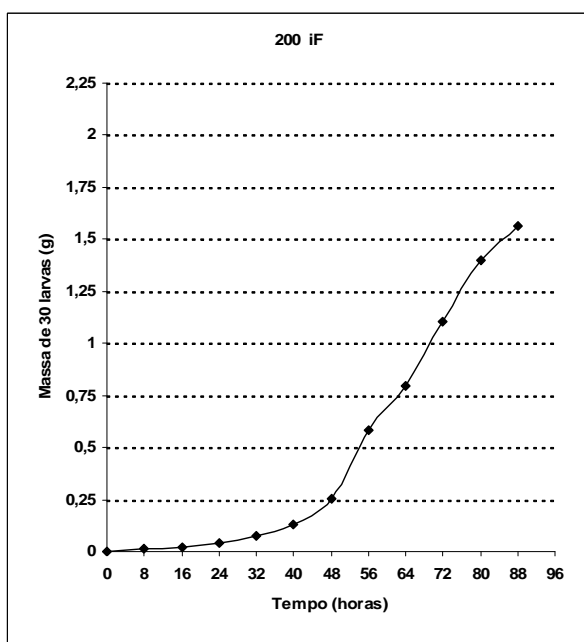


Figura 11: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 3 horas no final do PMRC (Teste)

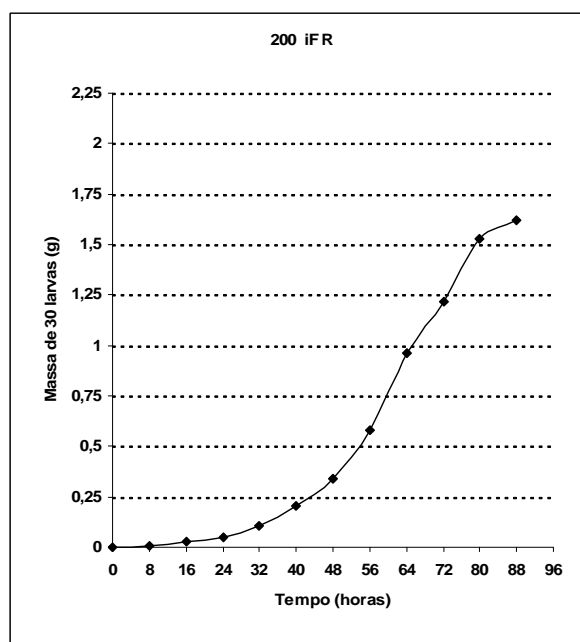


Figura 12: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 3 horas no final do PMRC (Replicata)

Comparando os efeitos das interrupções alimentares no início, meio e fim do PMRC, observou-se que no meio do período (60 horas do início do

desenvolvimento larval) é onde ocorre o maior efeito no desenvolvimento das larvas, com um pequeno retardo no ganho de massa pelas larvas e um ganho de massa final de desenvolvimento larval também inferior, chegando a uma massa final de 1,3353 e 1,3861 gramas (Tabela III) das 30 larvas pesadas para teste e replicata, como citado na metodologia desse trabalho, enquanto que para o experimento de interrupção alimentar no início chegou a um ganho de massa de 1,4463 e 1,5367 gramas (Tabela IV) e no experimento com interrupção no final um ganho de massa de 1,562 e 1,622 gramas (Tabela IV), sendo então o período do meio do PMRC considerado como o mais crítico e influenciado por interrupções alimentares. Assim, após encontradas as curvas de crescimento e o período mais crítico no desenvolvimento das larvas de *C. megalcephala*, foram analisados períodos maiores de perturbações (interrupções alimentares) no meio do PMRC, para se obter dados mais consistentes e conclusivos sobre a reação por parte das larvas diante de uma inanição.

Os próximos intervalos de interrupção alimentar que foram testados foram de 5, 7 e 9 horas de inanição das larvas fora da dieta alimentar, sendo estes dados mostrados na Tabela V e Figuras 13, 14, 15, 16, 17 e 18.

Tabela V: Dados de desenvolvimento larval com interrupções alimentares (5, 7 e 9 horas) no meio do PMRC, período este considerados como mais crítico no desenvolvimento larval:

	200 I5	200 I5	200 I7	200 I7	200 I9	200 I9
hora	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)
0	0.0036	0.003	0.0035	0.0028	0.0029	0.0031
8	0.0076	0.007	0.0089	0.0058	0.0088	0.0073
16	0.0188	0.0165	0.0184	0.0198	0.0236	0.0228
24	0.0387	0.0342	0.0325	0.034	0.0351	0.0368
32	0.0686	0.079	0.0753	0.0815	0.0798	0.0823
40	0.1693	0.1455	0.1884	0.2113	0.2152	0.225
48	0.2608	0.2262	0.2653	0.2977	0.3211	0.3665
56	0.391	0.3652	0.3722	0.41	0.4972	0.531
64	0.6522	0.5216	0.6838	0.5819	0.7361	0.9012
72	0.6712	0.5463	0.7781	0.7751	1.0157	1.0134
80	1.1586	0.8809	0.9885	1.1966	1.0277	1.0137
88	1.3062	1.0262	1.0717	1.1992	1.093	1.1799

200 I5/ 200 I7/ 200 I9– Densidade de 200 larvas com interrupção alimentar de 5, 7 e 9 horas no meio do PMRC, respectivamente

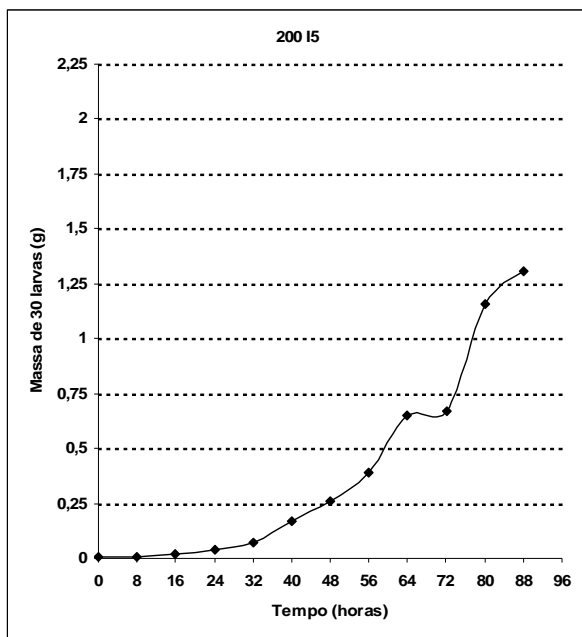


Figura 13: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 5 horas no meio do PMRC (Teste)

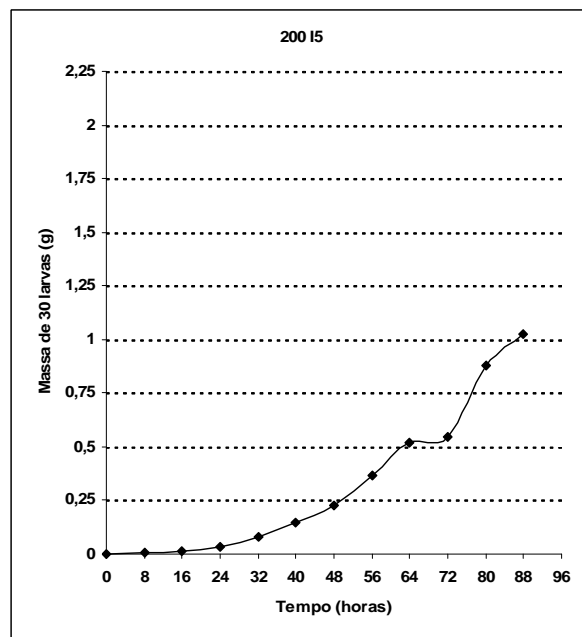


Figura 14: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 5 horas no meio do PMRC (Replicata)

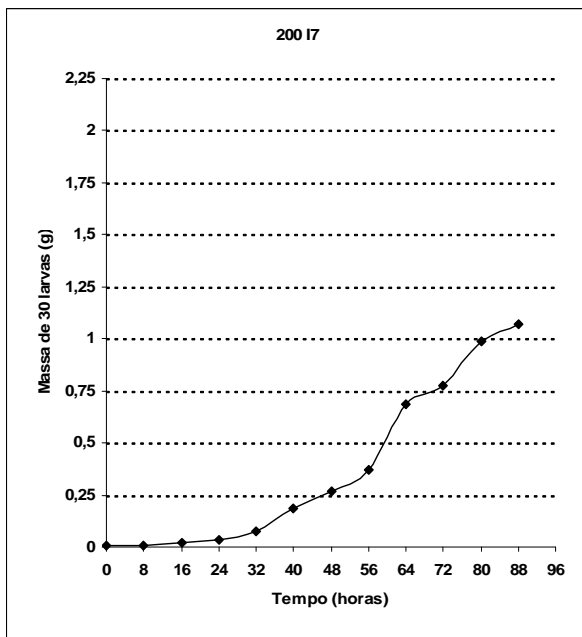


Figura 15: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 7 horas no meio do PMRC (Teste)

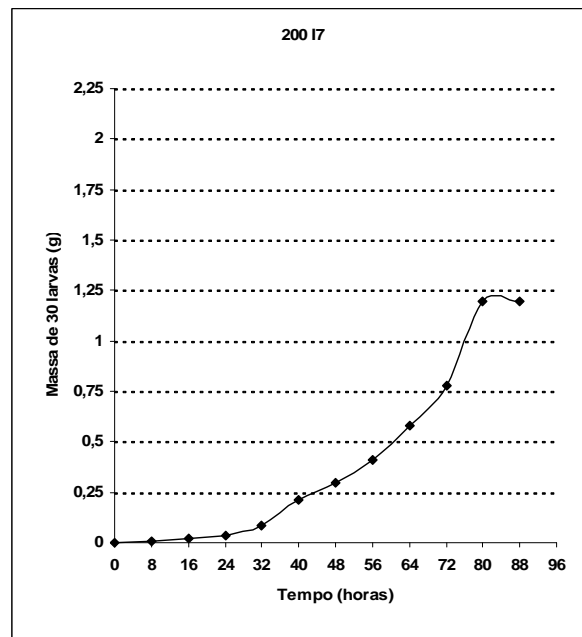


Figura 16: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 7 horas no meio do PMRC (Replicata)

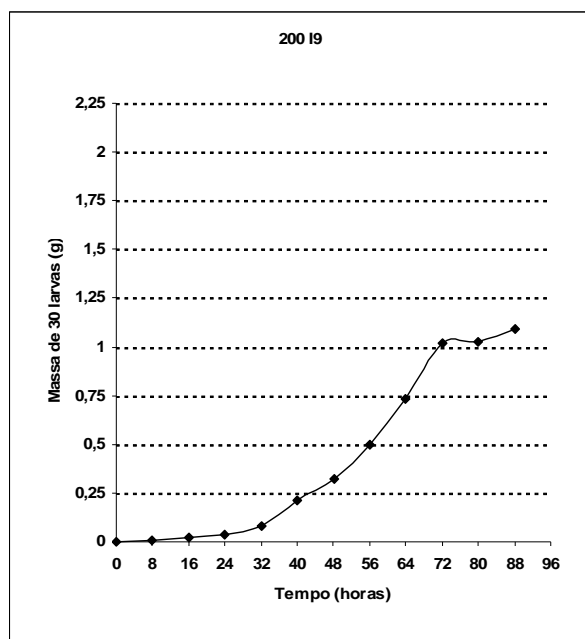


Figura 17: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 9 horas no meio do PMRC (Teste)

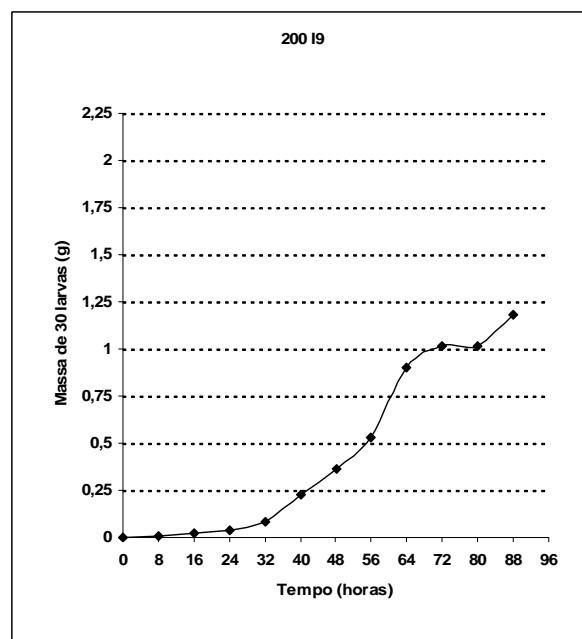


Figura 18: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 9 horas no meio do PMRC (Replicata)

Seguindo uma seqüência lógica de testes de interrupção alimentar, e aumentando o intervalo de inanição na mesma proporção para observar cada vez mais o efeito dessas interrupções alimentares, foram observados os efeitos com intervalos de 11, 13 e 15 horas de inanição, e os dados desses testes são mostrados na Tabela VI e Figuras 19, 20, 21, 22, 23 e 24.

Tabela VI: Dados de desenvolvimento larval com interrupções alimentares (11,13 e 15 horas) no do meio do PMRC, período este encontrado como mais crítico no desenvolvimento larval :

	200 I11	200 I11	200 I13	200 I13	200 I15	200 I15
hora	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)
0	0.0042	0.0035	0.0043	0.0044	0.0042	0.0041
8	0.0074	0.0066	0.0058	0.0054	0.0062	0.0083
16	0.0144	0.0167	0.0158	0.0146	0.0158	0.0199
24	0.0291	0.031	0.0305	0.0267	0.0353	0.0322
32	0.0521	0.0567	0.0563	0.0548	0.0565	0.0907
40	0.1398	0.1448	0.1501	0.1388	0.1476	0.1563
48	0.1943	0.2234	0.2578	0.2164	0.225	0.2678
56	0.3321	0.345	0.3698	0.3508	0.4005	0.4006
64	0.3883	0.3889	0.3893	0.4195	0.3859	0.5285
72	0.3917	0.4217	0.3847	0.3816	0.4116	0.5228
80	0.5326	0.5038	0.5537	0.5344	0.441	0.721
88	0.8722	0.781	0.768	0.5985	0.5454	0.88

200 I11/ 200 I13 / 200 I15 – Densidade de 200 larvas com interrupção alimentar de 11, 13 e 15 horas no meio do PMRC, respectivamente

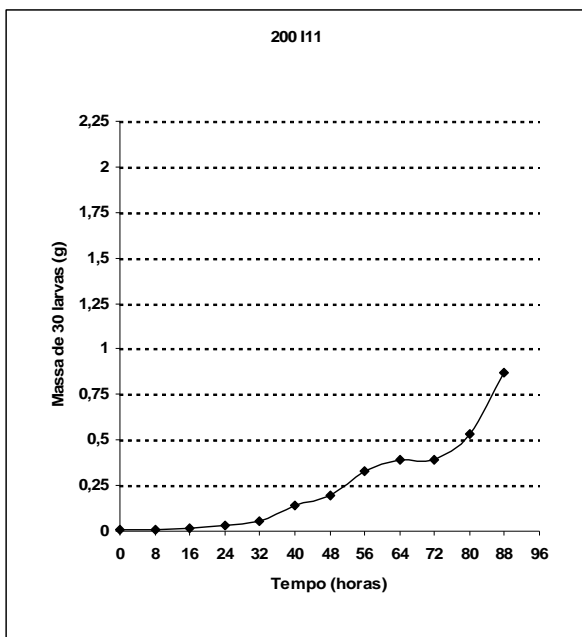


Figura 19: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 11 horas no meio do PMRC (Teste)

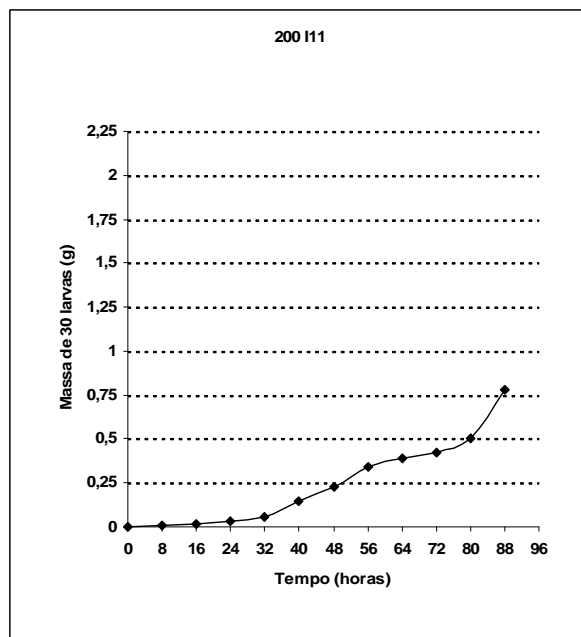


Figura 20: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 11 horas no meio do PMRC (Replicata)

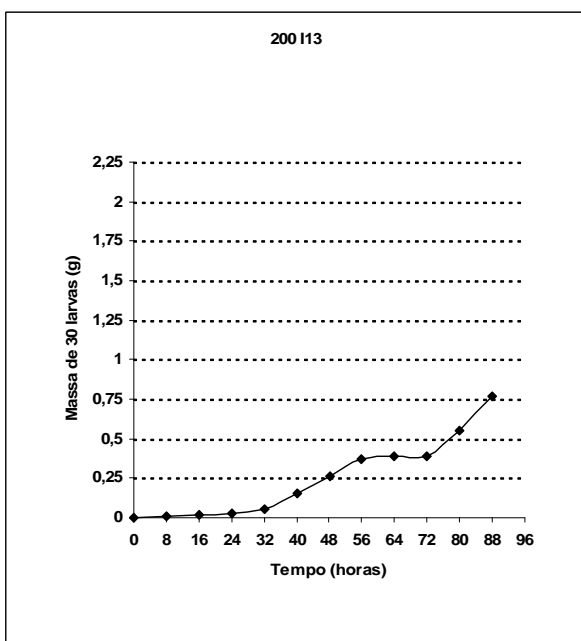


Figura 21: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 13 horas no meio do PMRC (Teste)

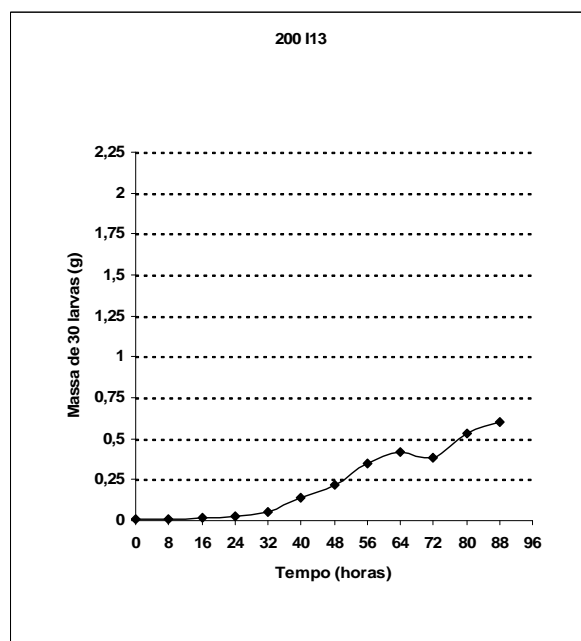


Figura 22: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 13 horas no meio do PMRC (Replicata)

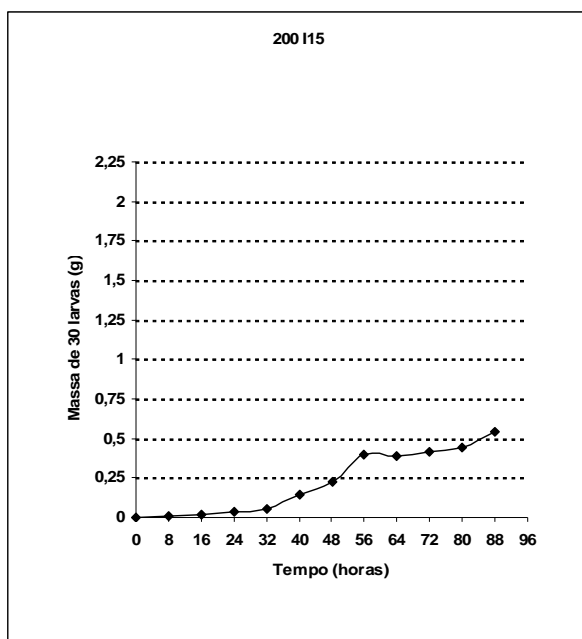


Figura 25: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 15 horas no meio do PMRC (Teste)

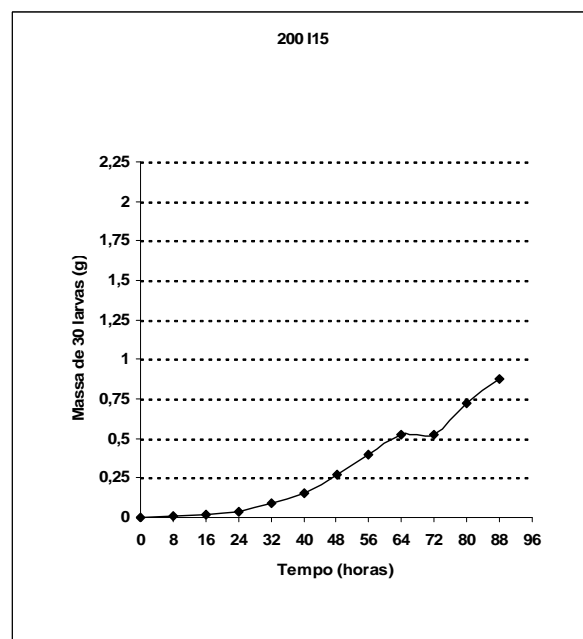


Figura 26: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 15 horas no meio do PMRC (Replicata)

Depois de analisados todos os dados dos períodos de interrupções alimentares anteriores, buscou-se por fim considerar mais dois períodos ainda maiores que os já utilizados de inanição, para finalizar a análise nesse período crítico. Assim foram utilizados intervalos de interrupção alimentar de 17 e 19 horas e os dados desses novos testes são mostrados na Tabela VII e Figuras 25, 26, 27 e 28.

Tabela VII: Dados de desenvolvimento larval com interrupções alimentares (17 e 19 horas) no meio do PMRC, período este encontrado como mais crítico no desenvolvimento larval:

	200 I17	200 I17	200 I19	200 I19
hora	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)
0	0.0034	0.0042	0.0036	0.004
8	0.0086	0.0102	0.0093	0.0098
16	0.0263	0.0289	0.0253	0.0301
24	0.0412	0.0542	0.0439	0.0562
32	0.0962	0.0998	0.1031	0.1123
40	0.1688	0.1596	0.1855	0.1954
48	0.221	0.2365	0.2489	0.2676
56	0.4116	0.4355	0.4875	0.4972
64	0.5368	0.5556	0.572	0.5881
72	0.5475	0.5689	0.5352	0.5741
80	0.7489	0.7874	0.5624	0.5898
88	0.9024	0.8978	0.7331	0.6994

200 I17 / 200 I19 – Densidade de 200 larvas com interrupção alimentar de 17 e 19 horas no meio do PMRC, respectivamente

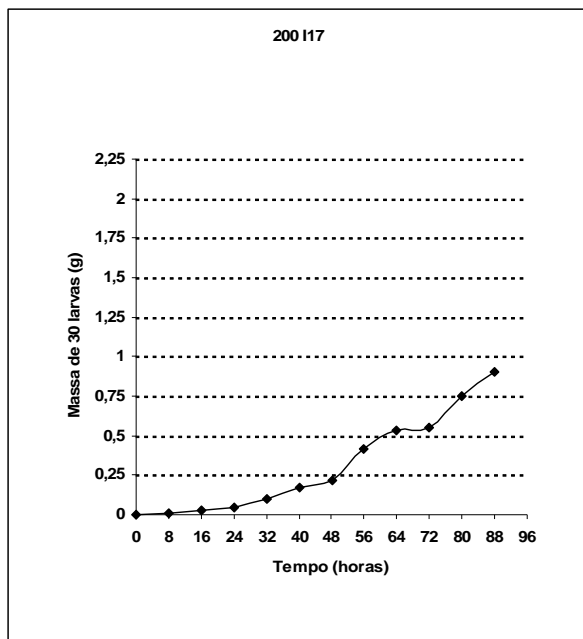


Figura 25: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 17 horas no meio do PMRC (Teste)

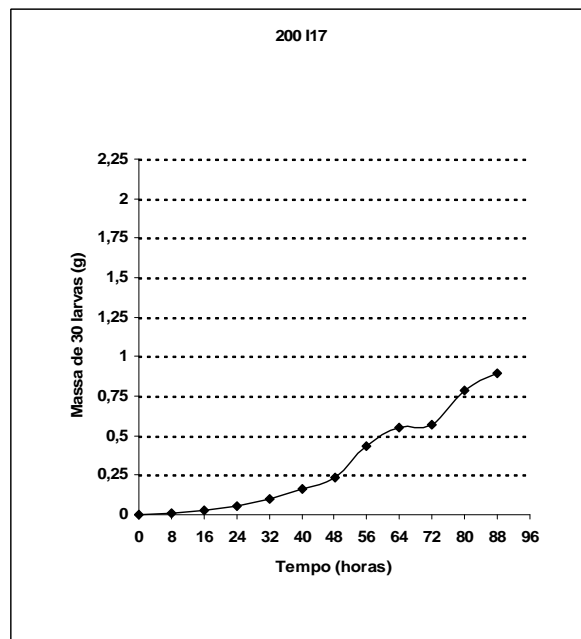


Figura 26: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 17 horas no meio do PMRC (Replicata)

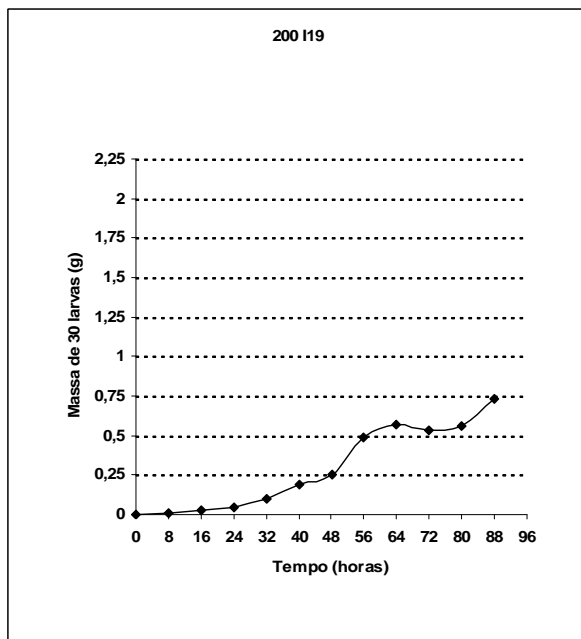


Figura 29: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 19 horas no meio do PMRC (Teste)

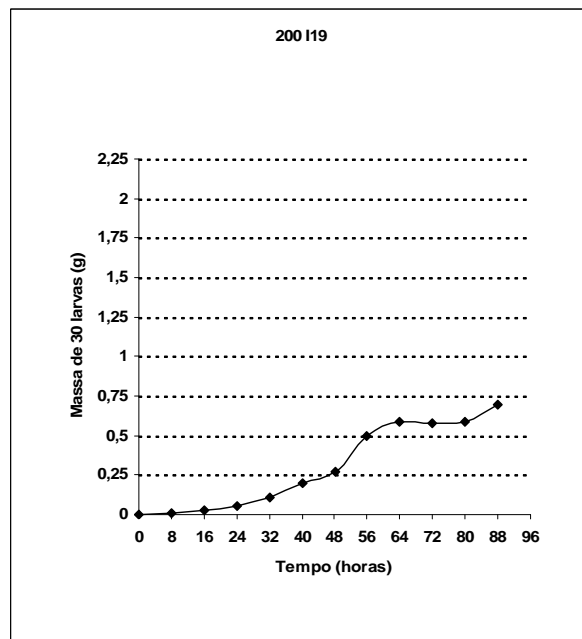


Figura 30: Curva de crescimento larval com interrupção alimentar de 19 horas no meio do PMRC (Replicata)

Com os resultados obtidos, pôde-se notar visualmente, que quanto maior o tempo de interrupção alimentar no meio do PMRC, geralmente maior é

o efeito na seqüência do desenvolvimento larval, sendo que o efeito pode ser de um retardo no ritmo de crescimento das larvas de *C. megacephala*, como notado na maioria dos frascos, e/ou uma menor massa final atingida pelas larvas em todos, se comparado aos frascos em que houve interrupção alimentar por 3 horas. Contudo, a principal observação para se concluir os objetivos deste estudo, era saber até que ponto, as larvas após estes períodos de interrupções alimentares voltariam a se alimentar, e se elas tentariam recuperar o tempo perdido se alimentando mais rápido após o retorno à dieta e conseqüentemente crescendo em uma taxa maior por unidade de tempo, comparada a desenvolvimentos larvais sem inanição.

Para isso, foi preciso padronizar os experimentos, pois o tempo de obtenção dos dados variou de acordo com os tempos de interrupções da alimentação larval (após 60h – quando a interrupção ocorre) e conseqüentemente do retorno à alimentação. Assim, as medidas nos intervalos de tempo feitas, após 60h, não são padronizadas, sendo obtidas nos horários de um desenvolvimento larval normal sem interrupção. Uma vez que o tempo de retorno à alimentação, pós interrupção, variou nos diferentes tratamentos, que tiveram intervalos de medidas de 8 em 8 horas e interrupções de 3 às 19h aumentando sempre de 2 em 2 horas dependendo do tratamento, foi preciso agrupar os tratamentos que tiveram o mesmo tempo de retorno à dieta após a última pesagem, assim criando meios de estatisticamente compará-los e observar a resposta compensatória em cada grupo de tratamentos, como exemplificado na metodologia deste trabalho.

Então, assumindo como parâmetro os horários de pesagem e conseqüente obtenção de dados após 60 horas (hora da retirada das larvas da alimentação), foram agrupados os tratamentos com interrupção alimentar de 3, 11 e 19 horas, pois as pesagens destes coincidiram em uma hora após o retorno à dieta, que foram respectivamente, 64, 72 e 80 horas de desenvolvimento larval. Seguindo o mesmo padrão foram agrupados os tratamentos de 5 e 13 horas, que tiveram suas pesagens após 7 horas de retorno à dieta, os tratamentos com 7 e 15 horas de interrupção alimentar, que tiveram sua pesagens após 5 horas do retorno à dieta e por fim foram agrupados os tratamentos de interrupção alimentar de 9 e 17 horas, que tiveram suas pesagens 3 horas após o retorno à dieta.

Para as análises de cada grupo de tratamentos, foram obtidos dados de ganho de massa de cada intervalo de horas em relação ao anterior e posteriormente foram geradas regressões lineares para estes dados, com a finalidade de se obter o que ocorreu em cada tratamento de interrupção alimentar logo após o retorno das larvas à dieta até o final da observação do desenvolvimento destas, que neste trabalho foi até 88 horas, buscando assim observar uma possível resposta compensatória por parte das larvas em cada tratamento, e comparando os efeitos no desenvolvimento larval entre cada tratamento de interrupção alimentar. A seguir, constam as análises de cada grupo de tratamentos com interrupções alimentares.

4.1. DADOS OBTIDOS NO DESENVOLVIMENTO LARVAL NOS TRATAMENTOS DE 3, 11 E 19 HORAS DE INTERRUPÇÃO ALIMENTAR.

Assim que foram separados os intervalos de interrupções alimentares que apresentavam pesagens em intervalos iguais pós-retorno à dieta, foi possível observar o que ocorre em cada um desses grupos de tratamentos em relação ao tratamento controle (sem interrupção alimentar), e em relação um ao outro e entre os grupos de tratamentos.

A seguir, seguem os dados de ganho de massa em gramas do grupo de trinta larvas sempre em relação ao intervalo anterior dos tratamentos com intervalos de interrupção alimentar de 3, 11 e 19 horas, mostrando-se o ganho de massa que ocorre em todos os intervalos de tempo no desenvolvimento larval inteiro, e também enfatizando o intervalo mais importante dentro desses tratamentos, que foi o intervalo após 56 horas, escolhido pois foi o último intervalo de pesagem antes da retirada das larvas da dieta, até o final do desenvolvimento, que mostra as reações desde o momento anterior à retirada da dieta até seu retorno, e principalmente o que acontece após o retorno dos tratamentos até o final do desenvolvimento em cada tratamento. Os dados desses tratamentos seguem abaixo na Tabela VIII e Figura 31:

Tabela VIII: Dados de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 3, 11 e 19 horas:

	C	C	I3	I3	I11	I11	I19	I19
hora	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)
0	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero
8	0,0062	0,006	0,003	0,003	0,0032	0,0031	0,0058	0,0057
16	0,0135	0,0117	0,0134	0,0114	0,007	0,0101	0,0203	0,016
24	0,0135	0,0143	0,0271	0,0419	0,0147	0,0143	0,0261	0,0186
32	0,0437	0,0431	0,04	0,032	0,023	0,0257	0,0561	0,0592
40	0,0851	0,076	0,0621	0,0597	0,0877	0,0881	0,0831	0,0824
48	0,1454	0,1446	0,097	0,0801	0,0545	0,0786	0,0722	0,0634
56	0,2051	0,2011	0,1908	0,2336	0,1378	0,1216	0,2296	0,2386
64	0,552	0,5097	0,0272	0,0234	0,0562	0,0439	0,0909	0,0845
72	0,5922	0,5519	0,311	0,375	0,0034	0,0328	-0,014	-0,0368
80	0,1275	0,039	0,3374	0,3408	0,1409	0,0821	0,0157	0,0272
88	0,0018	0,0101	0,2233	0,1817	0,3396	0,2772	0,1096	0,1707

C - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval controle sem interrupção alimentar

I3 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 3 horas

I11 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 11 horas

I19 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 3 horas

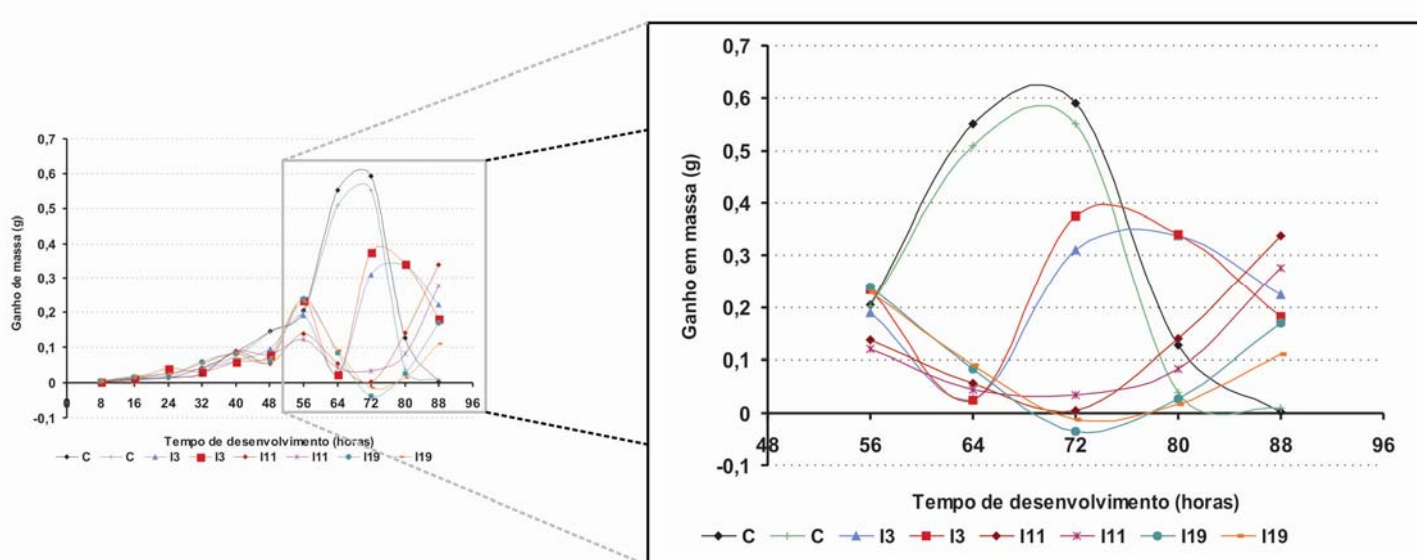


FIGURA 31: Curva de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 3, 11 e 19 horas, com ênfase do período após 56 horas.

Após observar o que ocorre em cada tratamento após as 56 horas, mais especificamente no intervalo após 60 horas, onde ocorre a interrupção alimentar, nota-se um queda grande no ganho de massa dos intervalos de 11 e 19 horas em relação ao intervalo de inanição de 3 horas e uma queda ainda maior em relação ao controle que só aumentou em ganho de massa por não estar em inanição.

Para a análise mais detalhada desses dados, do desenvolvimento larval nos tratamentos de interrupção alimentar de 3, 11 e 19 horas, notou-se que não seria interessante comparar intervalos do desenvolvimento larval controle, em que as larvas estão se alimentando, com intervalos em que elas estão fora da dieta (durante a interrupção alimentar). Portanto, foi necessária uma correção e uma padronização dos horários como exemplificado anteriormente nesta seção e observado na metodologia deste trabalho na tabela de tempos padronizados. Assim, os novos horários corrigidos de obtenção de dados, se omitindo o intervalo de inanição e obtendo os valores somente do pós-retorno à dieta, para uma possível comparação do controle com os tratamentos com interrupção alimentar de 3, 11 e 19 horas, são mostrados em cores diferentes na Tabela IX e no novo perfil do gráfico de ganho de massa em função do tempo na Figura 32.

TABELA IX: Dados de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 3, 11 e 19 horas, com tempo de obtenção de dados padronizados após a interrupção alimentar em 60 horas.

	C	C		I3	I3		I11	I11		I19	I19
hora	massa (g)	massa (g)	hora	massa (g)	massa (g)	hora	massa (g)	massa (g)	hora	massa (g)	massa (g)
8	0,006	0,0062	8	0,003	0,003	8	0,0032	0,0031	8	0,0057	0,0058
16	0,0117	0,0135	16	0,0134	0,0114	16	0,007	0,0101	16	0,016	0,0203
24	0,0143	0,0135	24	0,0271	0,0419	24	0,0147	0,0143	24	0,0186	0,0261
32	0,0431	0,0437	32	0,04	0,032	32	0,023	0,0257	32	0,0592	0,0561
40	0,076	0,0851	40	0,0621	0,0597	40	0,0877	0,0881	40	0,0824	0,0831
48	0,1446	0,1454	48	0,097	0,0801	48	0,0545	0,0786	48	0,0634	0,0722
56	0,2011	0,2051	56	0,1908	0,2336	56	0,1378	0,1216	56	0,2386	0,2296
64	0,5097	0,552	61	0,0272	0,0234	60	0,0562	0,0439	60	0,0845	0,0909
72	0,5519	0,5922	69	0,311	0,375	61	0,0034	0,0328	60	-0,0368	-0,014
80	0,039	0,1275	77	0,3374	0,3408	69	0,1409	0,0821	61	0,0272	0,0157
88	0,0101	0,0018	85	0,2233	0,1817	77	0,3396	0,2772	69	0,1707	0,1096

C - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval controle sem interrupção alimentar

I3, I11, I19 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 3, 11 e 19 horas

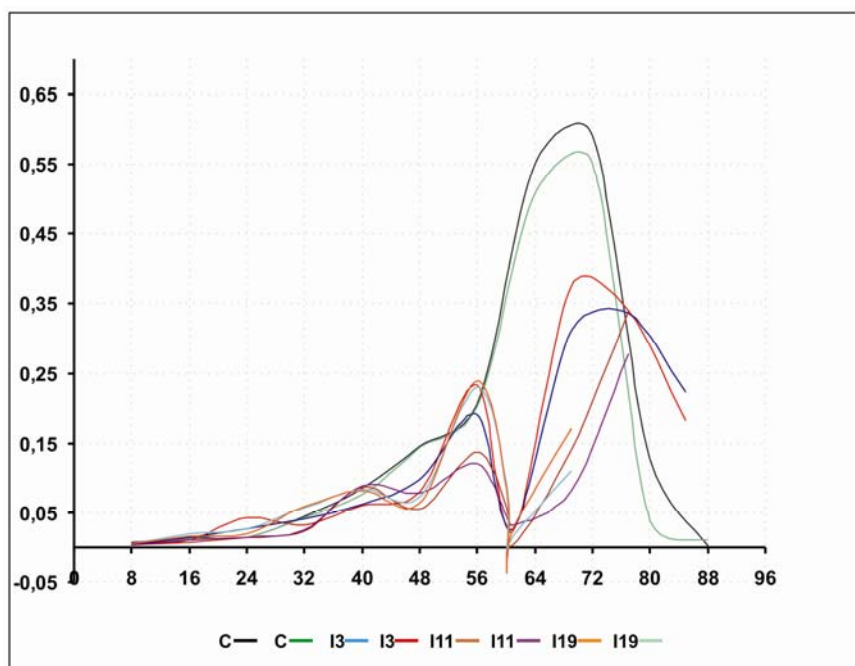


FIGURA 32: Curvas de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 3, 11 e 19 horas, com tempo de obtenção de dados padronizado após a interrupção alimentar em 60 horas.

A partir dos novos horários padronizados e para uma melhor visualização do que ocorre em cada tratamento logo após seus retornos às dietas, foram feitas regressões lineares com os horários já padronizados para os desenvolvimentos larvais com interrupções alimentares. Com isso, foi possível uma análise mais precisa do que ocorreu nos tratamentos logo após seus retornos às dietas. As regressões lineares para os tratamentos com inanição de 3, 11 e 19 horas foram feitas baseadas nos dados da Tabela IX, onde os horários já estão corrigidos e possibilitam a comparação dos intervalos pós-inanição de cada tratamento e também com o controle (sem interrupção alimentar). Essas regressões são observadas na Figura 33.

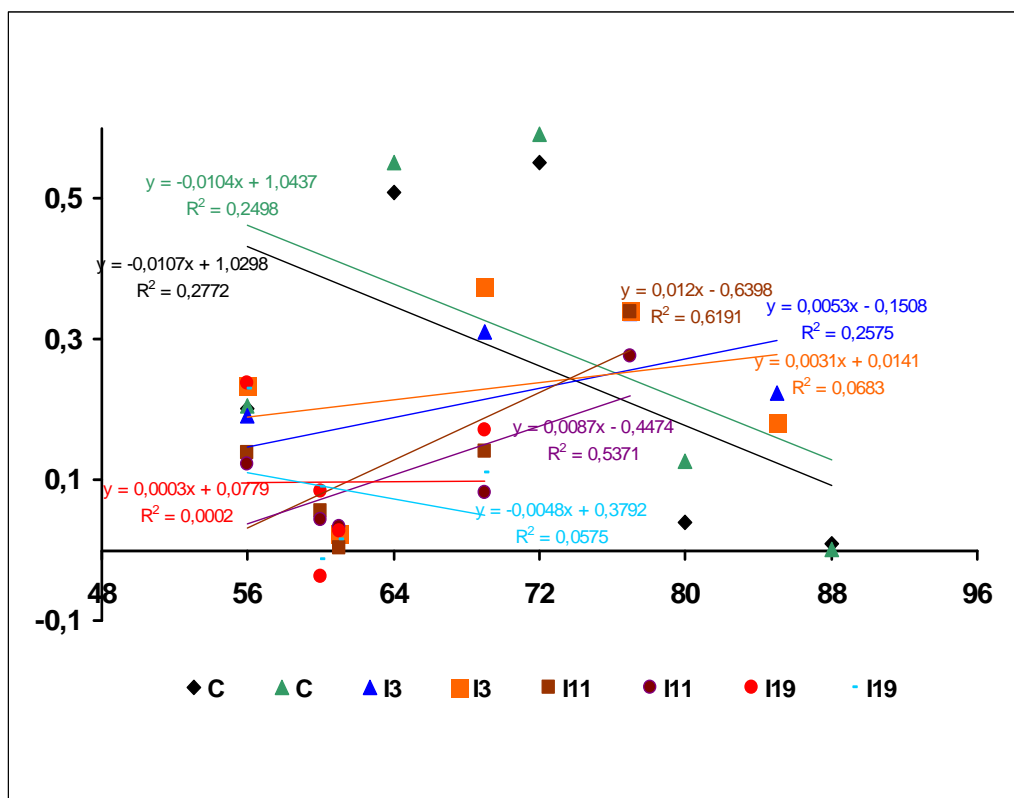


FIGURA 33: Curvas de regressões lineares para o ganho de massa após retorno a dieta para os tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 3, 11 e 19 horas

Após terem sido feitas as regressões lineares dos valores de massa obtidos por intervalo de tempo pós-inanição, e obtidos os ângulos de inclinação das retas formadas pelas regressões, foi possível comparar as respostas de cada um desses tratamentos. Assim, notou-se que no intervalo de 11 horas de interrupção alimentar em relação ao de 3 e 19 horas, a resposta foi mais compensatória, ou seja, os coeficientes angulares das retas encontradas pelas confecções da regressões lineares, que mostram a intensidade de ganho de massa por unidade de tempo, foram maiores nas retas no tratamento com inanição de 11 horas. Baseando-se nesse resultado, podemos sugerir que 3 horas de inanição não levam as larvas a terem muito esforço para se recuperarem do tempo deixaram de se alimentar, enquanto que, no intervalo de inanição de 19 horas, período este muito longo de inanição, elas já estariam sem muita energia, portanto a sua resposta fica muito fraca. Agora, o período de 11 horas de inanição, que foi um período em que as larvas ainda tiveram condição de apresentar alguma resposta compensatória, e por não ser um período tão longo de inanição, mostrando que as larvas ainda conseguiram energia suficiente para que a resposta fosse mais compensatória.

4.2. DADOS OBTIDOS NO DESENVOLVIMENTO LARVAL NOS TRATAMENTOS DE 5 E 13 HORAS DE INTERRUPÇÃO ALIMENTAR.

Abaixo, seguem os dados de ganho de massa por intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior dos tratamentos com intervalos de interrupção alimentar de 5 e 13 horas, exatamente como no item anterior, mostrando o que ocorre no desenvolvimento larval inteiro e enfatizando o intervalo mais importante dentro desses tratamentos, que foi o intervalo após 56 horas até o final do desenvolvimento. Os dados desses tratamentos são mostrados na Tabela X e Figura 34:

Tabela X: Dados de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 5 e 13 horas:

	C	C	I5	I5	I13	I13
hora	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)
0	zero	zero	zero	zero	zero	zero
8	0,0062	0,006	0,004	0,004	0,0015	0,001
16	0,0135	0,0117	0,0112	0,0095	0,01	0,0092
24	0,0135	0,0143	0,0199	0,0177	0,0147	0,0121
32	0,0437	0,0431	0,0299	0,0448	0,0258	0,0281
40	0,0851	0,076	0,1007	0,0665	0,0938	0,084
48	0,1454	0,1446	0,0915	0,0807	0,1077	0,0776
56	0,2051	0,2011	0,1302	0,139	0,112	0,1344
64	0,552	0,5097	0,2612	0,1564	0,0195	0,0687
72	0,5922	0,5519	0,019	0,0247	-0,0046	-0,0379
80	0,1275	0,039	0,4874	0,3346	0,169	0,1528
88	0,0018	0,0101	0,1476	0,1453	0,2143	0,0641

C - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval controle sem interrupção alimentar

I5 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 5 horas

I13 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 13 horas

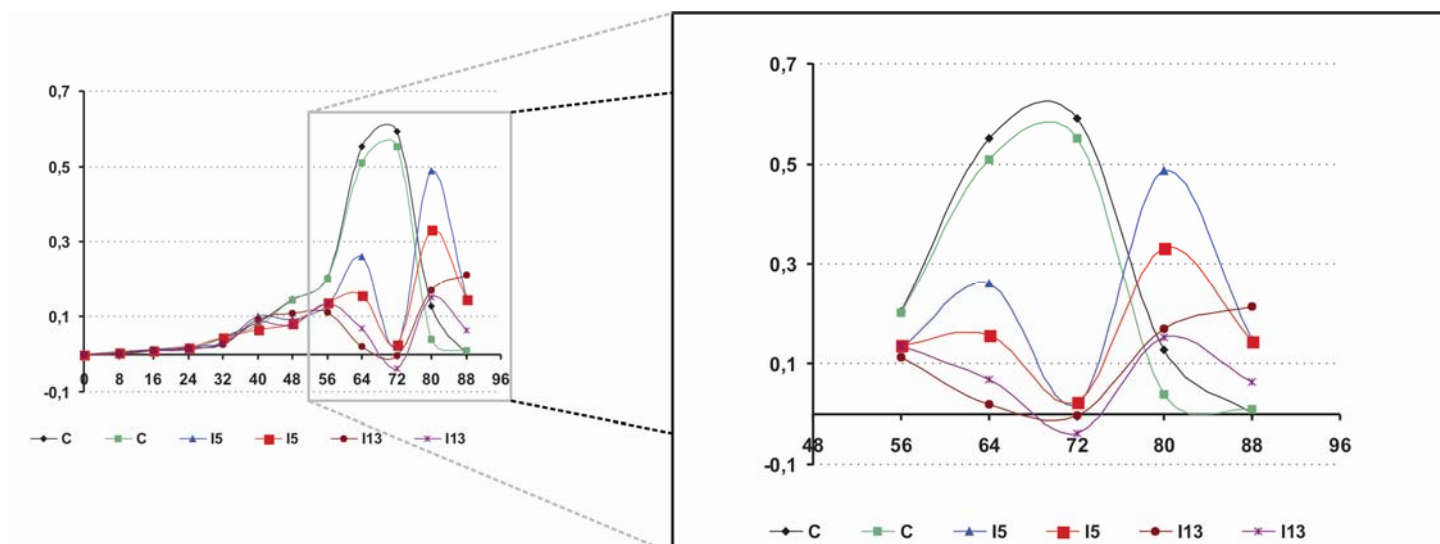


FIGURA 34: Curva de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 5 e 13 horas, com ênfase do período após 56 horas.

Observando a Figura 34 e os valores da Tabela X, pode-se notar que no tratamento com interrupção alimentar de 5 horas, o efeito logo após a retirada das larvas da dieta às 60 horas foi menos acentuado, mostrando uma menor queda no ganho de massa que no tratamento com interrupção alimentar de 13 horas, mas após os respectivos retornos à dieta, nota-se um maior tempo para reagir e voltar a ganhar massa no tratamento com inanição de 5 horas se comparado à reação do tratamento de inanição de 13 horas logo após o período de inanição.

Após as observações e análises desses resultados, também para estes tratamentos, foram feitas padronizações nos horários, como exemplificado na tabela de horários padronizados na metodologia desse trabalho, para uma comparação correta entre os intervalos do desenvolvimento larval sem interrupção alimentar com os tratamentos com interrupção alimentar, comparando assim somente o período pós-retorno à dieta, como feito para os tratamentos anteriores. Os novos horários corrigidos de obtenção dos dados para os tratamentos com inanição de 5 e 13 horas são mostrados em cores diferentes na Tabela XI, e o novo perfil do gráfico de ganho de massa de cada intervalo em relação ao anterior é mostrado na Figura 35.

TABELA XI: Dados de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 5 e 13 horas, com tempo de obtenção de dados padronizados após a interrupção alimentar em 60 horas.

	C	C		I5	I5		I13	I13
hora	massa (g)	massa (g)	hora	Massa (g)	massa (g)	hora	massa (g)	massa (g)
0	zero	zero	0	zero	zero	0	zero	zero
8	0,006	0,0062	8	0,004	0,004	8	0,0015	0,001
16	0,0117	0,0135	16	0,0112	0,0095	16	0,01	0,0092
24	0,0143	0,0135	24	0,0199	0,0177	24	0,0147	0,0121
32	0,0431	0,0437	32	0,0299	0,0448	32	0,0258	0,0281
40	0,076	0,0851	40	0,1007	0,0665	40	0,0938	0,084
48	0,1446	0,1454	48	0,0915	0,0807	48	0,1077	0,0776
56	0,2011	0,2051	56	0,1302	0,139	56	0,112	0,1344
64	0,5097	0,552	60	0,2612	0,1564	60	0,0195	0,0687
72	0,5519	0,5922	67	0,019	0,0247	60	-0,0046	-0,0379
80	0,039	0,1275	75	0,4874	0,3346	67	0,169	0,1528
88	0,0101	0,0018	83	0,1476	0,1453	75	0,2143	0,0641

C - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval controle sem interrupção alimentar
 I5 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 5 horas
 I13 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 13 horas

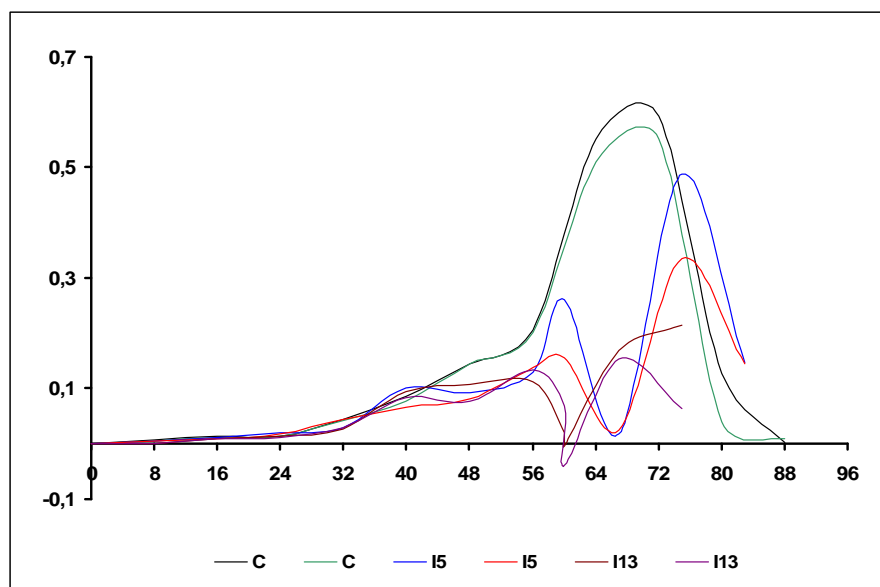


FIGURA 35: Curvas de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 5 e 13 horas, com tempo de obtenção de dados padronizado após a interrupção alimentar em 60 horas.

Padronizados os horários de obtenção de dados para os tratamentos de inanição de 5 e 13 horas, também foram feitas regressões lineares para melhor visualizar o que ocorre entre estes tratamentos, podendo assim compará-los ao controle e aos demais tratamentos. Obtendo suas regressões, foi possível observar a resposta de cada um desses tratamentos, como nos

tratamentos anteriores, desde o instante após o retorno das larvas às dietas até o final do desenvolvimento larval. Essas regressões são mostradas na Figura 36.

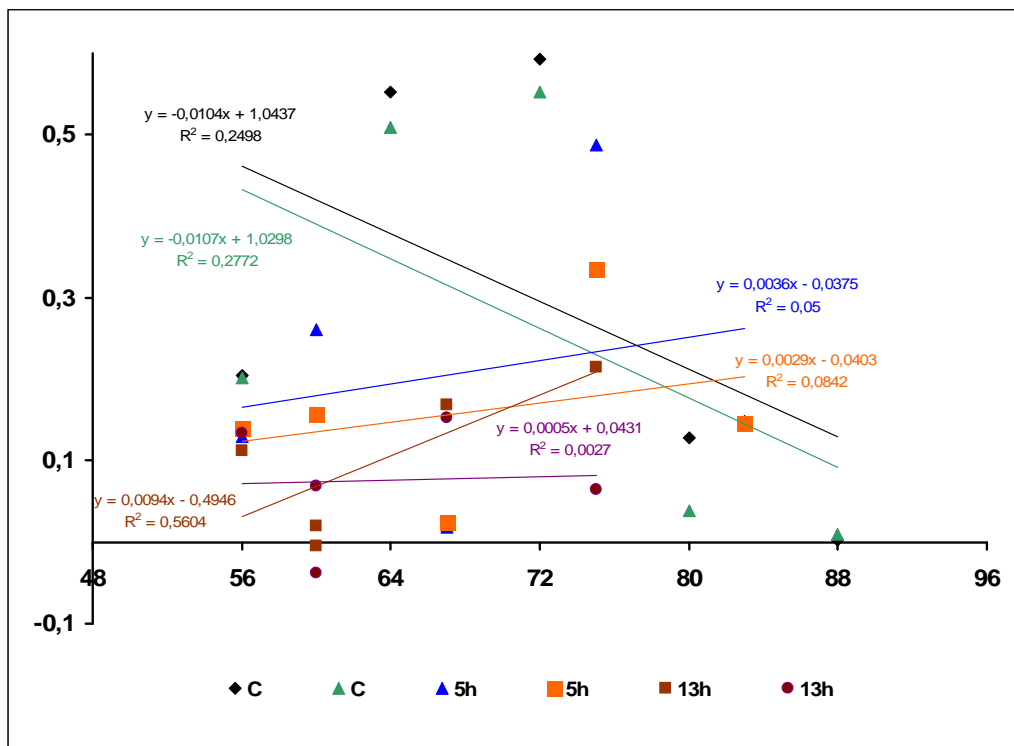


FIGURA 36: Curvas de regressões lineares para o ganho de massa após retorno a dieta para os tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 5 e 13 horas

Notou-se, observando as regressões, que o tratamento com interrupção alimentar de 13 horas teve uma resposta mais compensatória pós-retorno à dieta que o tratamento de 5 horas de interrupção alimentar, obtendo maior massa por unidade de tempo. Assim, pode-se sugerir como nos intervalos observados anteriormente, que no período muito curto de inanição, assim mostrados nos intervalos de inanição de 3 e agora de 5 horas, as larvas podem ainda não necessitarem de uma resposta compensatória tão acentuada para se obter um peso mínimo viável para uma eventual pupação, sendo que em períodos maiores, mas não tão longos, onde as larvas ainda tenham energia para se alimentarem, elas aí sim necessitem ou tenham condições de manter uma resposta mais compensatória para poder obter um peso mínimo para uma eventual busca de um sítio de pupação.

4.3. DADOS OBTIDOS NO DESENVOLVIMENTO LARVAL NOS TRATAMENTOS DE 7 E 15 HORAS DE INTERRUPÇÃO ALIMENTAR.

A seguir, seguem os dados dos tratamentos com intervalos de interrupção alimentar de 7 e 15 horas, mostrando o que ocorre nesses tratamentos durante o período todo de desenvolvimento larval, e enfatizando como se comportam o controle e os tratamentos após as 56 horas, em que foram retiradas do alimento às 60 horas e após seus retornos à dieta até o final do desenvolvimento larval. Esses dados são mostrados na Tabela XII e Figura 37.

Tabela XII: Dados de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 7 e 15 horas:

	C	C	I7	I7	I15	I15
hora	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)
0	zero	zero	zero	zero	zero	zero
8	0,0062	0,006	0,0054	0,003	0,002	0,0042
16	0,0135	0,0117	0,0095	0,014	0,0096	0,0116
24	0,0135	0,0143	0,0141	0,0142	0,0195	0,0123
32	0,0437	0,0431	0,0428	0,0475	0,0212	0,0585
40	0,0851	0,076	0,1131	0,1298	0,0911	0,0656
48	0,1454	0,1446	0,0769	0,0864	0,0774	0,1115
56	0,2051	0,2011	0,1069	0,1123	0,1755	0,1328
64	0,552	0,5097	0,3116	0,1719	-0,0146	0,1279
72	0,5922	0,5519	0,0943	0,1932	0,0257	-0,0057
80	0,1275	0,039	0,2104	0,4215	0,0294	0,1982
88	0,0018	0,0101	0,0832	0,0026	0,1044	0,159

C - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval controle sem interrupção alimentar

I7 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 7 horas

I15 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 15 horas

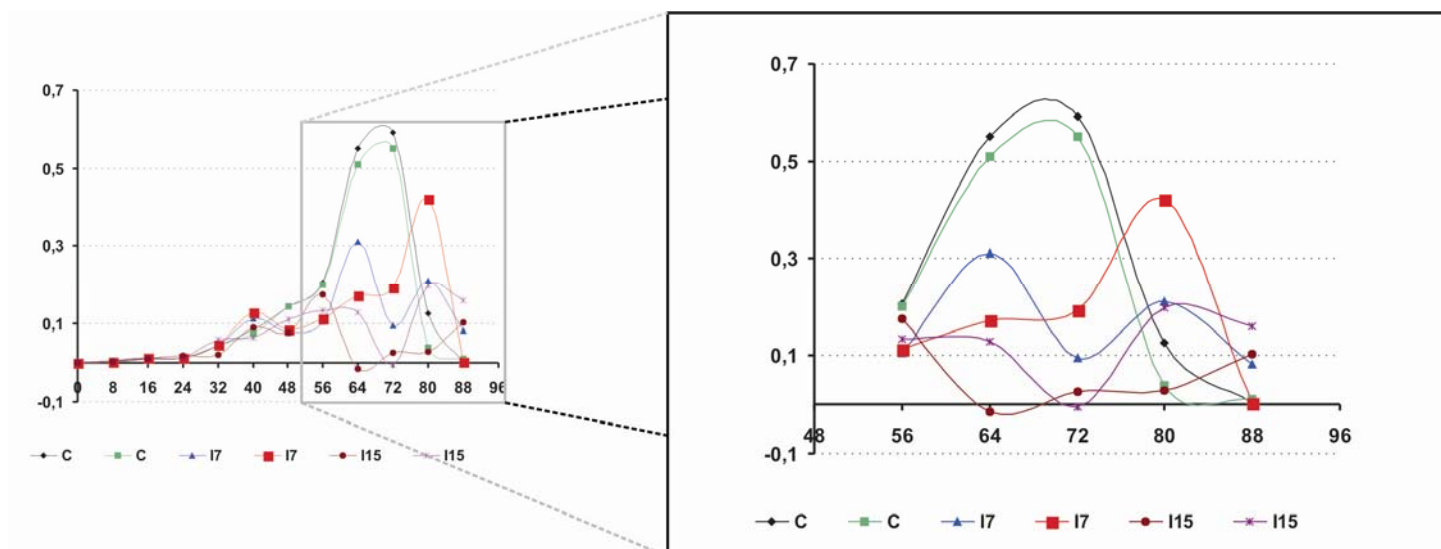


FIGURA 37: Curva de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 7 e 15 horas, com ênfase do período após 56 horas.

Observando a Figura 37 e os valores da Tabela XII, pode se notar que no tratamento com interrupção alimentar de 7 horas, o efeito após retiradas as larvas da dieta às 60 horas foi muito sutil se comparado ao tratamento com interrupção alimentar de 13 horas, mas após os respectivos retornos à dieta, o primeiro às 67 horas e o segundo às 75 horas, notou-se um melhor resposta por parte do tratamento com inanição de 15 horas, apesar de não se poder através desses dados e dessa figura, definir o comportamento no tratamento com inanição de 7 horas, pois suas curvas apresentam comportamentos até certo ponto diferentes entre si e diferentes em relação ao padrão das curvas dos outros tratamentos. Após padronizados os horários de comparação pós-inanição desses tratamentos de 7 e 15 horas e posteriormente confeccionadas as regressões lineares de seus resultados de ganho de massa para o mesmo intervalo, pode-se observar o comportamento de cada um desses tratamentos após o retorno à dieta com maior precisão.

Conforme explicado, foi confeccionada uma nova tabela de valores com horários padronizados para correção dos tempos de retorno à dieta para esses tratamentos de inanição de 7 e 15 horas. Os valores e horários corrigidos para estes tratamentos são mostrados na Tabela XIII e o novo perfil do gráfico com os horários padronizados na Figura 38.

TABELA XIII: Dados de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 7 e 19 horas, com tempo de obtenção de dados padronizados após a interrupção alimentar em 60 horas.

	C	C		I7	I7		I15	I15
hora	massa (g)	massa (g)	hora	massa (g)	massa (g)	hora	massa (g)	massa (g)
0	zero	zero	0	zero	zero	0	zero	zero
8	0,006	0,0062	8	0,0054	0,003	8	0,002	0,0042
16	0,0117	0,0135	16	0,0095	0,014	16	0,0096	0,0116
24	0,0143	0,0135	24	0,0141	0,0142	24	0,0195	0,0123
32	0,0431	0,0437	32	0,0428	0,0475	32	0,0212	0,0585
40	0,076	0,0851	40	0,1131	0,1298	40	0,0911	0,0656
48	0,1446	0,1454	48	0,0769	0,0864	48	0,0774	0,1115
56	0,2011	0,2051	56	0,1069	0,1123	56	0,1755	0,1328
64	0,5097	0,552	60	0,3116	0,1719	60	-0,0146	0,1279
72	0,5519	0,5922	65	0,0943	0,1932	60	0,0257	-0,0057
80	0,039	0,1275	73	0,2104	0,4215	65	0,0294	0,1982
88	0,0101	0,0018	81	0,0832	0,0026	73	0,1044	0,159

C - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval controle sem interrupção alimentar

I7 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 7 horas

I15 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 15 horas

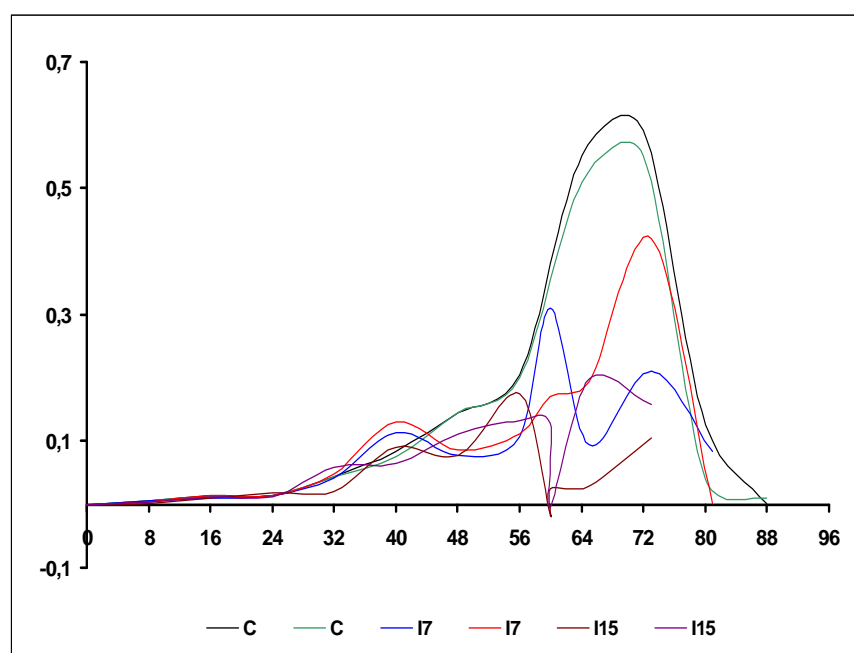


FIGURA 38: Curvas de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 7 e 15 horas, com tempo de obtenção de dados padronizado após a interrupção alimentar em 60 horas.

Obtidos os dados com os horários padronizados dos tratamentos com interrupção alimentar de 7 e 15 horas, como explicitado anteriormente, foram feitas as regressões lineares em cada um desses tratamentos para melhor

observação do efeito desde o instante após o retorno das larvas às dietas até o final do desenvolvimento larval, regressões estas mostradas na Figura 39.

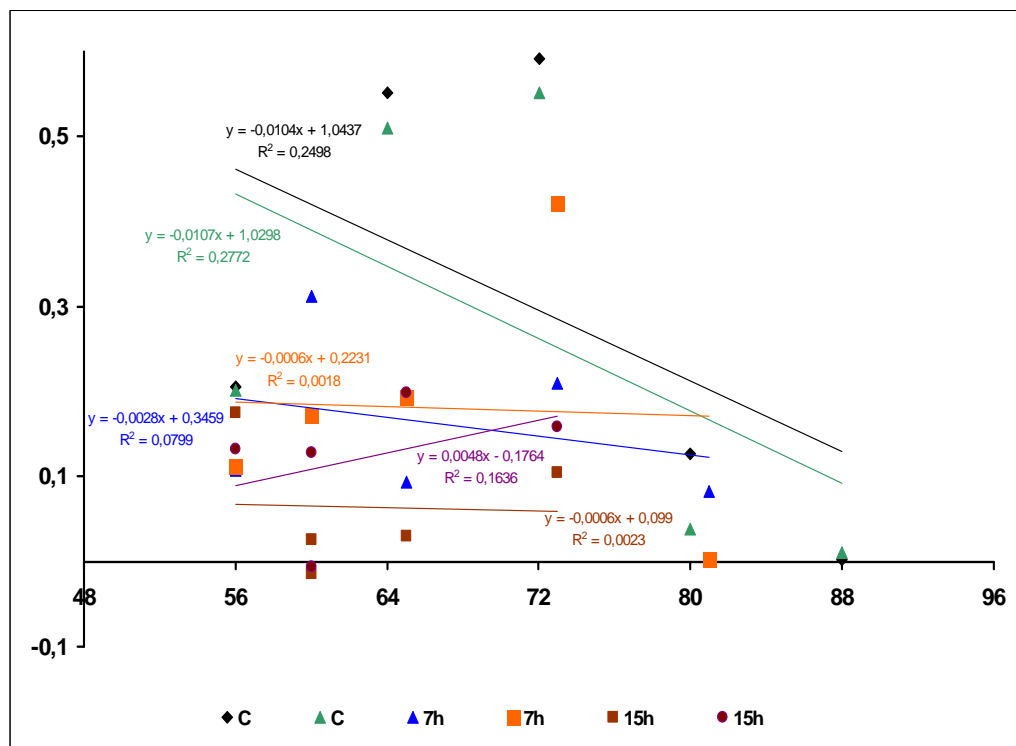


FIGURA 39: Curvas de regressões lineares para o ganho de massa após retorno a dieta para os tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 7 e 15 horas

Observando as regressões lineares e os coeficientes angulares das retas obtidas através dessas regressões nos tratamentos com inanição de 7 e 15 horas, notou-se que o tratamento com interrupção alimentar de 15 horas teve uma leve resposta mais positiva pós-retorno à dieta que o tratamento de 7 horas de interrupção alimentar, por apresentar coeficientes angulares pouco maiores, assim mostrando que o tratamento com inanição de 15 horas obteve uma maior massa por unidade de tempo após o retorno à dieta. A partir desses dados, ainda pode-se sugerir como nos intervalos observados anteriormente, que no período mais curto de inanição, assim mostrados nos intervalos de inanição de 3, 5 e agora de 7 horas, as larvas podem ainda não necessitarem de uma resposta compensatória tão acentuada para se obter um peso mínimo viável para uma eventual pupação, sendo observado neste período de 7 horas

de inanição, uma pequena queda na resposta pós-retorno à dieta se comparada aos tratamentos com períodos de 3 e 5 horas de inanição. No período do tratamento com inanição de 15 horas, começa a se observar o efeito de períodos mais longos de interrupção alimentar, em que as larvas começam a não terem muita energia no pós-retorno à dieta, para que se tenha uma resposta muito satisfatória para uma eventual busca de novas fontes alimentares e de um sítio de pupação.

4.4. DADOS OBTIDOS NO DESENVOLVIMENTO LARVAL NOS TRATAMENTOS DE 9 E 17 HORAS DE INTERRUPTÃO ALIMENTAR.

Na seqüência, estão demonstrados os dados dos tratamentos com intervalos de interrupção alimentar de 9 e 17 horas, mostrando o que ocorre nesses tratamentos durante o período todo de desenvolvimento larval, e enfatizando como se comportam o controle e os tratamentos após as 56 horas, em que as larvas foram retiradas do alimento às 60 horas e após seus retornos a dieta até o final do desenvolvimento larval. Esses dados são mostrados na Tabela XIV e Figura 40.

Tabela XIV: Dados de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 7 e 15 horas:

	C	C	I9	I9	I17	I17
hora	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)	massa (g)
0	zero	zero	zero	zero	zero	zero
8	0,0062	0,006	0,0059	0,0042	0,0052	0,006
16	0,0135	0,0117	0,0148	0,0155	0,0177	0,0187
24	0,0135	0,0143	0,0115	0,014	0,0149	0,0253
32	0,0437	0,0431	0,0447	0,0455	0,055	0,0456
40	0,0851	0,076	0,1354	0,1427	0,0726	0,0598
48	0,1454	0,1446	0,1059	0,1415	0,0522	0,0769
56	0,2051	0,2011	0,1761	0,1645	0,1906	0,199
64	0,552	0,5097	0,2389	0,3702	0,1252	0,1201
72	0,5922	0,5519	0,2796	0,1122	0,0107	0,0133
80	0,1275	0,039	0,012	0,0003	0,2014	0,2185
88	0,0018	0,0101	0,0653	0,1662	0,1535	0,1104

C - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval controle sem interrupção alimentar

I9 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 9 horas

I17 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 17 horas

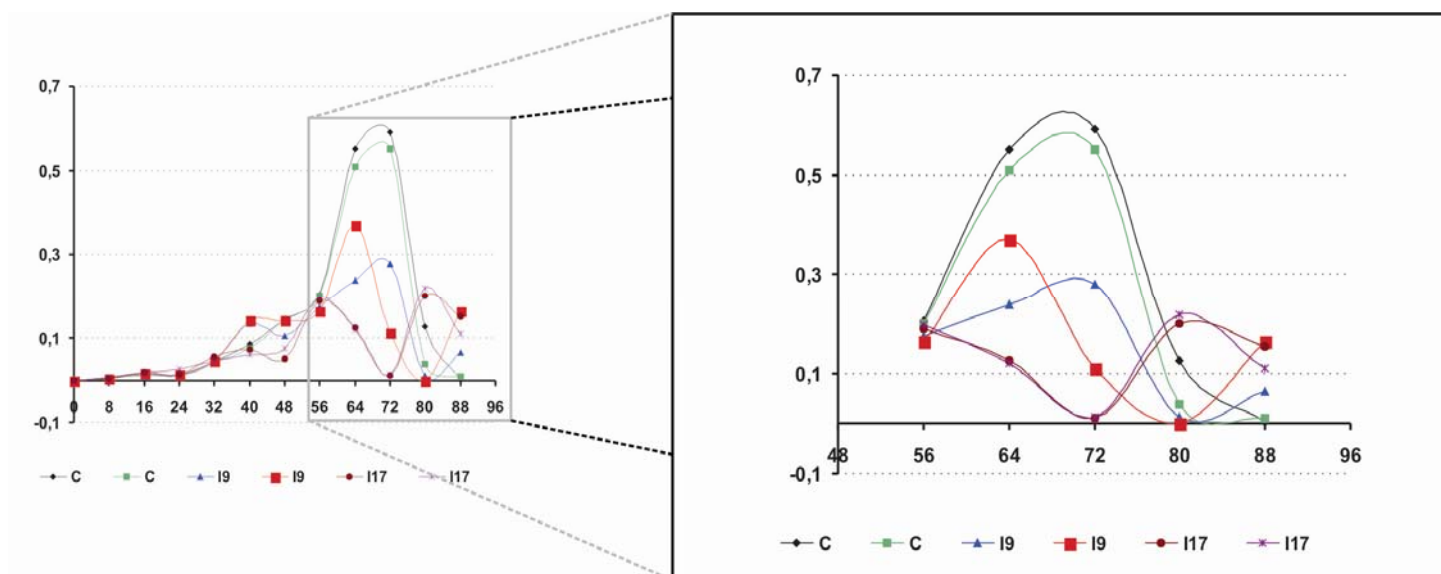


FIGURA 40: Curva de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 9 e 17 horas, com ênfase do período após 56 horas.

Observando-se a Figura 40 e os valores da Tabela XIV, pode-se notar que no tratamento com interrupção alimentar de 9 horas, o efeito após retiradas as larvas da dieta às 60 horas foi ainda de um pequeno crescimento se comparado ao tratamento com interrupção alimentar de 17 horas, sendo que após os respectivos retornos à dieta, o primeiro às 69 horas e o segundo às 77 horas, notou-se um resposta compensatória mais acentuada por parte do tratamento com inanição de 17 horas. Como nos outros tratamentos, fez-se necessário padronizar os horários de pesagens, para se omitir o intervalo onde as larvas ficaram sem alimentação, e melhor analisar e comparar o intervalo após o retorno à dieta, período este em que se buscaram realmente as respostas. Assim, padronizados os tempos de pesagens, pode-se fazer regressões lineares para cada um desses intervalos, como feitos nos tratamentos anteriores no período pós-retorno à dieta, para daí sim ter uma observação mais precisa das respostas de cada um desses dois tratamentos após o período de inanição.

Assim, como descrito anteriormente, foi confeccionada uma nova tabela de valores com horários padronizados para correção dos tempos de retorno à dieta para esses tratamentos de inanição de 9 e 17 horas. Os valores e horários corrigidos para estes tratamentos são mostrados na Tabela XV e o novo perfil do gráfico com os horários padronizados na Figura 41.

TABELA XV: Dados de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 9 e 17 horas, com tempo de obtenção de dados padronizados após a interrupção alimentar em 60 horas.

	C	C		I9	I9		I17	I17
hora	massa (g)	massa (g)	hora	massa (g)	massa (g)	hora	massa (g)	massa (g)
0	zero	zero	0	zero	zero	0	zero	zero
8	0,0062	0,006	8	0,0059	0,0042	8	0,0052	0,006
16	0,0135	0,0117	16	0,0148	0,0155	16	0,0177	0,0187
24	0,0135	0,0143	24	0,0115	0,014	24	0,0149	0,0253
32	0,0437	0,0431	32	0,0447	0,0455	32	0,055	0,0456
40	0,0851	0,076	40	0,1354	0,1427	40	0,0726	0,0598
48	0,1454	0,1446	48	0,1059	0,1415	48	0,0522	0,0769
56	0,2051	0,2011	56	0,1761	0,1645	56	0,1906	0,199
64	0,552	0,5097	60	0,2389	0,3702	60	0,1252	0,1201
72	0,5922	0,5519	63	0,2796	0,1122	60	0,0107	0,0133
80	0,1275	0,039	71	0,012	0,0003	63	0,2014	0,2185
88	0,0018	0,0101	79	0,0653	0,1662	71	0,1535	0,1104

C - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval controle sem interrupção alimentar

I9 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 9 horas

I17 - Dados de obtenção de massa por intervalo no desenvolvimento larval com interrupção alimentar de 17 horas

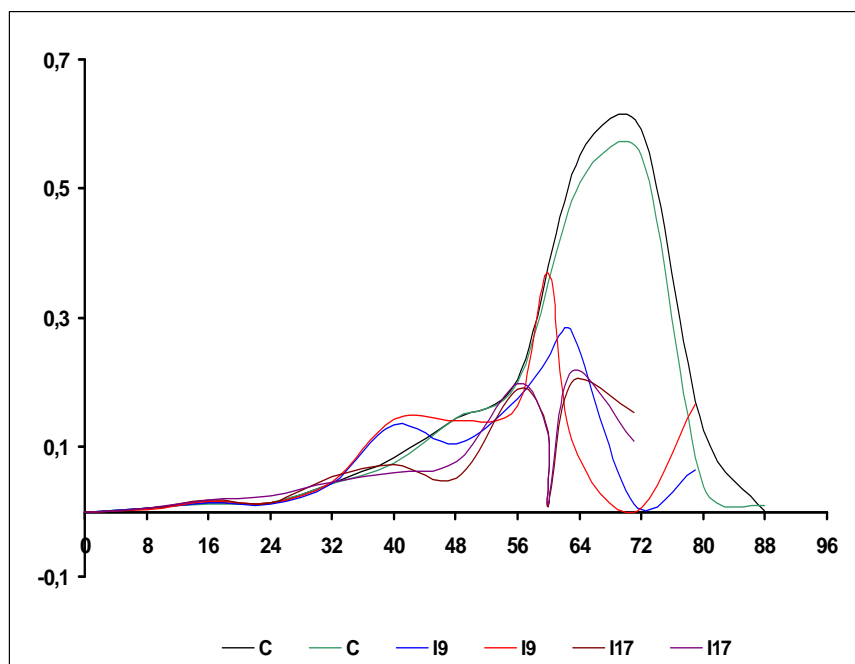


FIGURA 41: Curvas de massa obtida de cada intervalo de tempo em relação ao intervalo anterior nos tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 9 e 17 horas, com tempo de obtenção de dados padronizado após a interrupção alimentar em 60 horas.

Confeccionada a tabela com os novos horários de pesagens padronizados, se omitindo o intervalo de interrupção alimentar, foram utilizados os dados da Tabela XV, após 56 horas de desenvolvimento, para a confecção das regressões lineares para ambos os tratamentos com 5 e 17 horas de interrupção alimentar, conseguindo assim observar melhor o efeito desde o instante após o retorno das larvas às dietas até o final do desenvolvimento larval, mostrado na Figura 42.

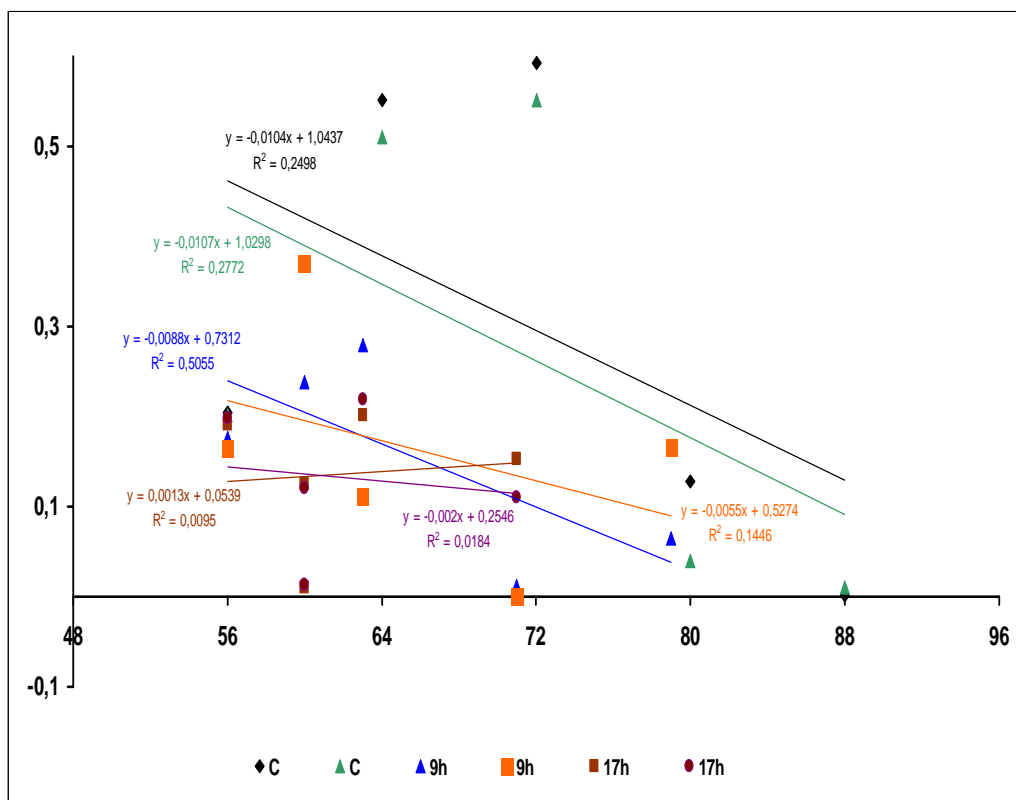


FIGURA 42: Curvas de regressões lineares para o ganho de massa após retorno a dieta para os tratamentos de desenvolvimento larval com interrupções alimentares de 9 e 17 horas.

Observando as regressões dos tratamentos com inanição de 9 e 17 horas, notou-se que o tratamento com interrupção alimentar de 17 horas, apesar de não ter tido uma resposta muito acentuada, ainda sim teve uma leve resposta mais positiva em relação ao ganho de massa, observando o coeficiente angular de suas retas pós-retorno à dieta, do que o tratamento de 9 horas de interrupção alimentar, obtendo uma maior massa por unidade de tempo em seu desenvolvimento larval, podendo nos permitir sugerir como nos intervalos observados anteriormente, que no período mais curto de inanição, assim mostrados nos intervalos de inanição de 3, 5, 7 e agora de 9 horas, as larvas podem ainda não necessitarem de uma resposta compensatória tão acentuada para se obter um peso mínimo viável para uma eventual pupação, sendo observado neste período de 9 horas de inanição, uma queda maior na resposta pós-retorno à dieta se comparado aos tratamentos com períodos de 3, 5 e 7 horas de inanição.

Foi observado, a partir do intervalo de inanição de 3 horas, um decréscimo na resposta até o período de inanição de 9 horas, sendo que esta resposta voltou a ser mais acentuada no tratamento com inanição de 11 horas e voltando a ter um decréscimo até o último tratamento de 19 horas de interrupção alimentar, como se a regra dos tratamentos com interrupção alimentar fosse de apresentar resultados dentro de uma oscilação constante, começando em um nível de resposta compensatória no intervalo de inanição de 3 horas, diminuindo até um limite inferior no intervalo de inanição de 9 horas, aumentado após esse limite inferior chegando a um limite superior no intervalo de inanição de 11 horas onde voltaria a decair novamente até o intervalo de inanição de 19 horas, como mostra a Figura 43.

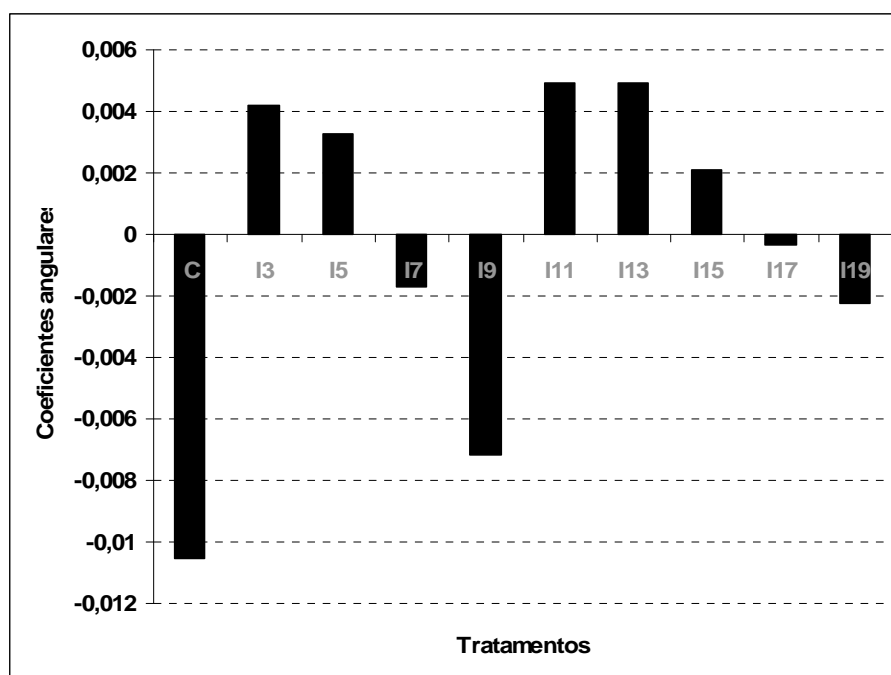


Figura 43: Coeficientes angulares das retas de regressões lineares dos dados de massa x tempo pós 56 horas de todos os tratamentos com interrupção alimentar e tratamento controle (sem interrupção).

Para finalizar os resultados, a seguir pode-se observar o que ocorreu com as larvas no período de inanição para todos os tratamentos, resultados esses que nos mostraram que, para melhor compará-los sem incorrer no erro da perda de peso no intervalo de inanição, seria melhor omitir esse intervalo em que as larvas

estariam fora da dieta, para se obter a resposta de um dos objetivos deste trabalho, que seria o que acontece apenas do intervalo pós-retorno à dieta para os tratamentos. Apenas para fins de constatação, estão os dados de perda de peso larval para todos tratamentos, mostrados na Tabela XVI e Figura 44 e para melhor visualizar o que ocorreu em cada tratamento foram feitas regressões desse dados de perda de peso mostradas na Figura 45.

Tabela VXI: Dados de perda de peso obtidos através de análise de 20 larvas para cada intervalo de inanição

Horas	I5	I7	I9	I11	I13	I15	I17	I19
60	0,20675	0,1948	0,2222	0,2153	0,2637	0,22815	0,24675	0,21805
65	0,15605	0,14845	0,17125	0,171	0,21825	0,1843	0,1917	0,16665
67		0,155	0,1735	0,1727	0,21675	0,1856	0,19325	0,1686
69			0,1746	0,15055	0,2084	0,1797	0,18895	0,1598
71				0,1617	0,2036	0,1767	0,1848	0,15385
73					0,1987	0,1712	0,17595	0,1469
75						0,1684	0,17075	0,1422
77							0,1663	0,1391
79								0,13375

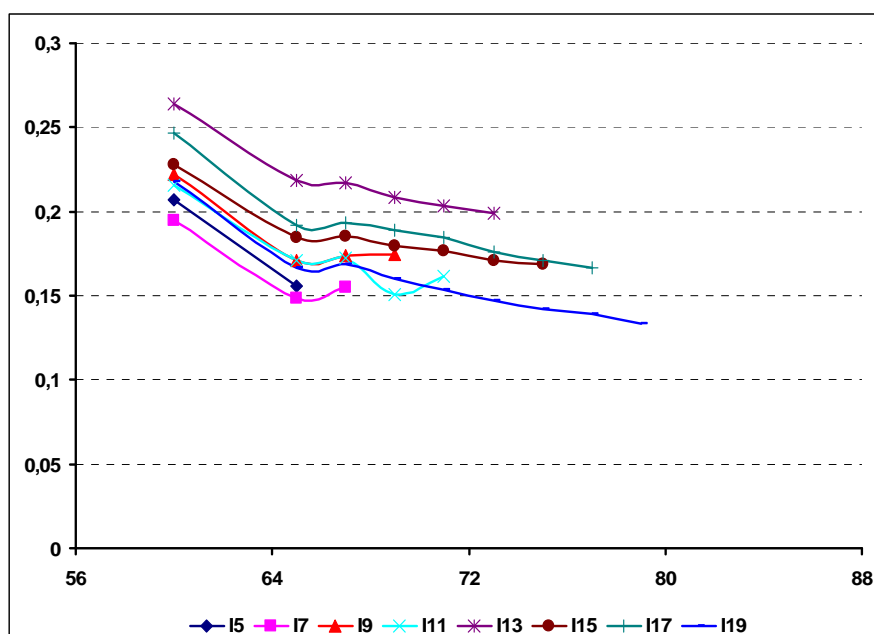


Figura 44: Dados de perda de peso pós 56 horas de desenvolvimento larval para todos tratamentos com interrupção alimentar e tratamento controle sem interrupção

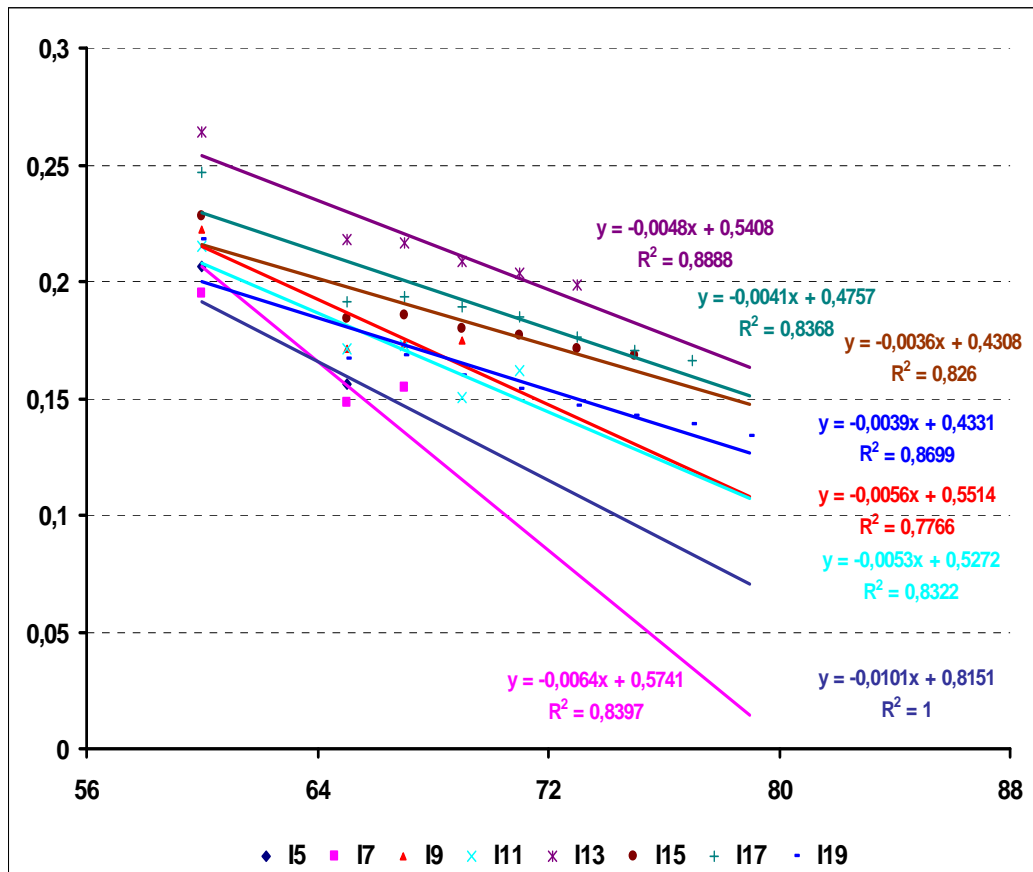


Figura 45: Regressões lineares para os dados de perda de peso para todos os tratamentos durante a inanição.

5. Discussão

As pesquisas com dípteros, mais especificamente com desenvolvimentos larvais na maioria das espécies de moscas-varejeiras, são feitas pela importância do estágio larval para estas moscas, sendo este o período diretamente responsável pela sobrevivência, fecundidade e tamanho dos adultos resultantes após o processo de competição por alimento, período este em que ocorre uma maior limitação de recursos alimentares, cuja competição por estes recursos alimentares discretos e efêmeros é geralmente considerada do tipo exploratória (LEVOT *et al.*, 1979; GOODBROD & GOFF, 1990; REIS *et al.*, 1994; GOMES & VON ZUBEN, 2003; GOMES *et al.*, 2006).

Apesar da importância do estágio larval em moscas-varejeiras, vários detalhes do desenvolvimento neste estágio não são ainda bem conhecidos para várias espécies. Por exemplo, a duração do período de mais rápido crescimento (PMRC) e o efeito de algum tipo de perturbação na alimentação durante o mesmo, ainda não são conhecidos para muitas espécies.

Após ao trabalho de LEVOT *et al.* (1979), que considerou o PMRC para várias espécies de moscas-varejeiras, e que sugeriu que qualquer interrupção na alimentação durante este período poderia ter efeitos significativos na seqüência do desenvolvimento das larvas, praticamente nenhum outro trabalho procurou confirmar o efeito dessa interrupção para estes dípteros

No presente trabalho, para se começar a estudar o desenvolvimento de *C. megacephala*, foram confeccionadas curvas de crescimento com base nas metodologias de VON ZUBEN (1995), com densidades larvais de 200, 400 e

600 larvas na proporção de 4 larvas para cada 1 grama de dieta artificial desenvolvida por LEAL *et al.* (1982). Já era esperado uma maior facilidade operacional, no experimento com a densidade de 200 larvas, mas mesmo assim foram testadas as densidades de 400 e 600 larvas para se observar se o padrão das curvas de crescimento se manteria o mesmo para densidades diferentes, o que ocorreu.

Assim que foram confeccionadas as curvas de crescimento e baseando-se no trabalho de LEVOT *et al.* (1979), em que os autores consideraram que o período de mais rápido crescimento larval (PMRC) é uma fase de fundamental importância no ciclo de vida das moscas-varejeiras, o presente trabalho objetivou mostrar até que ponto perturbações (interrupções alimentares) no PMRC da espécie *C. megacephala*, geram uma resposta compensatória por parte das larvas para se recuperarem do período de inanição e conseguirem absorver o máximo de energia por unidade de tempo após o retorno à dieta, atingindo um peso mínimo de pupação, não afetando assim o tamanho que elas podem atingir no final de seu desenvolvimento, mesmo que ocorra um retardo nesse desenvolvimento.

O PMRC encontrado no presente trabalho para *C. megacephala* foi próximo àquele obtido por LEVOT *et al.* (1979), em que foi observado o período de mais rápido crescimento larval (PMRC) iniciado às 49 horas do desenvolvimento larval e seu final às 60 horas. As diferenças em relação aos dados do presente trabalho (48 horas para o início e 72 horas para o final), provavelmente se deveram a diferentes substratos alimentares para as larvas, entre os dois estudos.

No presente trabalho, constatou-se que interrupções na alimentação larval a partir do meio do PMRC, são aquelas que mais interferem na seqüência do desenvolvimento larval. Isto foi possível via comparação de valores de massa até 88 horas de desenvolvimento em relação ao controle sem interrupção na alimentação. A partir desses resultados iniciais, foram considerados períodos de inanição crescentes, sempre começando no mesmo horário, para se avaliar seus efeitos sobre a seqüência do desenvolvimento das larvas de *C. megacephala*.

Como já esperado, as larvas que ficam mais tempo sem se alimentar, não têm como apresentar incremento de massa nesse período, simplesmente

porque não estão tendo acesso a nenhum tipo de nutriente durante esse período de inanição. Nesse caso, o interessante é procurar quantificar as diferenças no desenvolvimento larval, comparando-se situações sem e com inanição. Outro fator interessante é procurar avaliar se há algum tipo de resposta compensatória por parte das larvas, assim que elas retornam ao substrato alimentar após o período de inanição. Em cima dessas colocações, o presente trabalho procurou responder algumas dessas perguntas para a espécie *C. megacephala* desenvolvendo-se em dieta artificial.

Durante o PMRC, as larvas de moscas-varejeiras geralmente já se encontram em seus terceiros instares larvais, período este em que se alimentam vorazmente, aumentando sua massa e seu tamanho em até sete vezes o tamanho larval dos primeiros instares (ERZINÇLIOĞLU, 1996). Por ser esse período um dos mais críticos no desenvolvimento larval, é interessante se observar o que interrupções alimentares nesse período acarretam na seqüência do desenvolvimento das larvas, o que pode inclusive ter implicações na dinâmica populacional dessas espécies de moscas-varejeiras.

No caso específico de *C. megacephala*, foi observado no presente trabalho, tendências de respostas compensatórias por parte das larvas, quando de seu retorno ao substrato alimentar após o período de inanição, principalmente no caso dos tratamentos com 3, 5, 11 e 13 horas de interrupção. Dessa forma, as larvas parecem ter procurado recuperar o tempo perdido em que elas não puderam estar se alimentando. Já no caso das interrupções de 7 e 9 horas, as respostas compensatórias parecem ter sido menos acentuadas, nos permitindo sugerir que passados os primeiros instantes de inanição, as larvas tentam diminuir o gasto de energia na possibilidade de enfrentar um período de inanição maior, assim não conseguindo uma resposta compensatória tão acentuada como nos períodos menores de inanição. Já nos períodos de inanição de tempos intermediários, como os períodos de 11 e 13 horas de inanição, as larvas demonstram que após um certo tempo de inanição, elas buscam uma resposta compensatória mais acentuada para conseguir um peso mínimo de pupação ao final de seu desenvolvimento, enquanto nos tempos de inanição mais longos como os de 15 a 19 horas as larvas não demonstram uma resposta compensatória tão acentuada, chegando a decrescer o peso das larvas, nos permitindo sugerir

nesta situação que as larvas já se encontravam sem energia após o retorno à dieta e por isso não conseguiram ter uma resposta compensatória acentuada.

Foi também possível observar no presente estudo, que o peso mínimo necessário para pupação para esta espécie, determinado por VON ZUBEN (1998), entre 0,0305 e 0,0320 gramas, somente foi atingido no tratamento controle e nos tratamentos com interrupções alimentares com intervalos pequenos de 3, 5, 7 e 9 horas, calculados pela média das 30 larvas pesadas a cada intervalo, nesse trabalho. Através desses dados, é possível afirmar que, devido ao fato das larvas nesses tratamentos terem ficado menos tempo sem alimento, em comparação com outros tratamentos, isto possibilitou que as larvas atingissem esse peso mínimo para pupação em menor tempo, já que sempre é bom lembrar que no presente trabalho, o desenvolvimento larval foi acompanhado até 88 horas de desenvolvimento. Assim sendo, as larvas submetidas a condições de estresse alimentar mais duradouro, só teriam condições de atingir esse peso mínimo após 88 horas.

Para os outros períodos maiores de inanição de 11 a 15 horas, em que no horário final do desenvolvimento (88 horas), as larvas ainda não tinham atingido o peso mínimo para a pupação para esta espécie, determinado por VON ZUBEN (1998), pôde-se notar uma resposta compensatória muito mais acentuada pós-retorno à dieta. Já no caso dos tratamentos de 17 e 19 horas, as respostas compensatórias foram bem menos acentuadas, sendo quase nulas, o que permite sugerir que possivelmente as larvas, ao retornarem à dieta, já se encontram sem energia para uma possível recuperação e uma resposta compensatória favorável, para recuperar o tempo que ficaram sem se alimentar.

Analisando outros estudos, que são raros, de interferência da interrupção alimentar no desenvolvimento de insetos, é importante salientar que TAMMARU *et al.* (2004) investigaram a ocorrência de resposta compensatória em lagartas de lepidópteros submetidas a períodos de inanição. Neste trabalho, as pesagens das larvas foram feitas antes do período de inanição e 15 horas após o seu término. Este último procedimento deveu-se à preocupação de evitar a possibilidade de que as larvas que passaram por período de inanição, fossem pesadas ainda com o trato digestivo vazio (TAMMARU *et al.*, 2004).

No presente trabalho, ao se considerar diferentes períodos de inanição para um díptero, este cuidado de evitar pesar larvas com aparato digestivo vazio não foi possível de ser tomado para todos os experimentos, pela diferença no desenho experimental e nos objetivos dos estudos.

TAMMARU *et al.* (2004) também demonstraram, utilizando a lagarta de Lepidoptera *Epirrita autumnata*, que mesmo esta espécie já possuindo uma alta taxa de crescimento relativo, se comparada à taxa máxima encontrada entre insetos que se alimentam de árvores (AYRES *et al.*, 1987; TAMMARU, 1998; KAUSE *et al.*, 1999; TAMMARU *et al.*, 2004), a mesma apresentou uma resposta compensatória pós períodos curtos de inanição, demonstrando um aumento na taxa relativa de crescimento. Tal resultado pode ser interpretado como indicador de que as taxas de crescimento são normalmente inferiores ao potencial fisiológico, mesmo em um organismo que seja provável candidato a ser capaz de maximizar sua alimentação, como é o caso desse um lepidóptero que se alimenta somente na primavera (MARGRAF *et al.*, 2003; TAMMARU *et al.*, 2004). Por isso, muitos autores consideram que não há dúvida de que muitos organismos tipicamente crescem mais vagarosamente do que poderiam de acordo com seu potencial fisiológico, e podem aumentar as taxas de crescimento de forma adaptativa quando necessário (ARENDRT, 1997; GOTTHARD, 2001; TAMMARU *et al.*, 2004).

Além de observações e estudos das respostas compensatórias que ocorreram nos diferentes tratamentos com interrupção alimentar, períodos de inanição podem ter também uma importante influência nos processos comportamentais predatórios, porque eles podem induzir ao ataque à caça (*hunting*) (SALT, 1967; CHARNOV, 1976). FARIA *et al.* (2007) estudaram o comportamento predatório da mosca-varejeira *Chrysomya albiceps*, e observaram que em termos de preferência por outra espécie, esta não muda seu comportamento predatório sob condições de estresse alimentar, continuando a preferir larvas de *C. macellaria* às de *C. megacephala*. Por outro lado, a duração dos períodos de inanição pode interferir nos resultados de ganho de peso pelas larvas de *C. albiceps*. Quanto maior for o período de inanição, maior o peso que este predador pode ganhar após o mesmo.

Vários autores têm proposto modelos matemáticos para estudar vários processos biológicos, dentre eles alguns modelos que descrevam

adequadamente o crescimento de vários organismos (RICHARDS, 1959; VON ZUBEN *et al.*, 1998; TSOULARIS & WALLACE, 2002; GOLIOMYTIS *et al.*, 2003; ALVER *et al.*, 2006). Porém, no caso de insetos, como nos estudos de LEVOT *et al.* (1979), a maioria deles considera apenas o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento (WILLIAMS, 1984; WAGNER *et al.*, 1984, 1985; WORNER, 1992; JUDD & MCBRIEN, 1994; LACTIN *et al.*, 1995; BRIERE *et al.*, 1999; LIU & MENG, 1999, 2000; LIU *et al.*, 1995; GRASSBERGER & REITER, 2001, 2002; LEFEBVRE & PASQUERAULT, 2004; NABITY *et al.*, 2006; VILLET *et al.*, 2006). É importante salientar que praticamente nenhum considera algum tipo de retardo no ganho de peso, pela ocorrência de interrupção na alimentação, seja qual for o motivo desta. O presente trabalho, que procurou atentar para o efeito de interrupções alimentares no desenvolvimento larval de *C. megacephala*, acabou fornecendo bases para que futuramente, seja proposta uma modelagem matemática que descreva adequadamente o desenvolvimento larval de moscas-varejeiras, sob o efeito dessas interrupções alimentares no PMRC. Dessa forma, seria interessante desenvolver este tipo de modelo, visto que em ambiente natural, estes artrópodes podem estar freqüentemente sujeitos a períodos variáveis de inanição, o que com certeza, interferirá na seqüência de seu desenvolvimento.

A compreensão da biologia dessa espécie e do seu principal estágio imaturo, pode auxiliar em estudos de dinâmica de populações, indicar soluções para a aplicação futura de estratégias de controle desta mosca-varejeira, que é considerada uma espécie praga, além de poder ajudar a constituir uma base de dados que permita, futuramente, sua aplicação em medicina legal, no caso da estimativa do IPM, pois esta pode ser feita erroneamente por conta de estimativas não baseadas em possíveis interrupções alimentares causadas por algum fator ambiental ou até pela limitação de alimento para essas larvas por um determinado tempo, em ambientes naturais. Portanto, a partir desses dados de interrupções alimentares, uma estimativa de IPM via interpolação com a idade das larvas encontradas no cadáver, poderá ser feita com maior precisão, quando for o caso.

6. Conclusões Finais

- Os resultados encontrados no presente estudo, reafirmaram que existe um período de maior crescimento larval (PMRC) no desenvolvimento de *C. megacephala*, e que este PMRC é próximo do encontrado por LEVOT *et al.* (1979);
- Testes de interrupção na alimentação no início, meio e fim no PMRC mostraram que os maiores efeitos no desenvolvimento após retorno à dieta, foram no meio desse período;
- Períodos crescentes de inanição, de 2 em 2 horas a partir de 3 até 19 horas foram testados no meio do PMRC, e mostraram respostas compensatórias acentuadas nos períodos de inanição de 3, 5, 11 e 13 horas e respostas pouco acentuadas, sendo às vezes até nulas, nos períodos de inanição de 7, 9, 15, 17 e 19 horas;
- O peso mínimo para pupação das larvas de *C. megacephala*, em relação a VON ZUBEN *et al.* (1998), foi atingido às 88 horas apenas para os tratamentos de inanição de 3, 5, 7 e 9;

- A existência de uma perda de peso pelas larvas de *C. megacephala* durante o período de inanição em todos os tratamentos foi comprovada e quantificada;
- O tempo máximo de sobrevivência para as larvas de *C. megacephala* sem alimentação, foi determinado em aproximadamente 53 horas.

7. Referências Bibliográficas

- AGUIAR-COELHO, V. M.; MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V. Combined rearing of *Cochliomyia macellaria* (Fabr.), *Chrysomya megacephala* (Fabr.) and *Chrysomya albiceps* (Wied.) (Dipt., Calliphoridae) under laboratory conditions. **J. Appl. Entomol. - Zeitschrift fur angewandte entomologie**, 122 (9-10): 551-554, 1998.
- ALVER, M. O.; ALFREDSEN, J. A. & OLSEN, Y. Na individual-based population model for rotifer (*Brachionus plicatilis*) cultures. **Hydrobiologia**, 560: 93-108. 2006
- AMES, C.; TURNER, B. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. **Med.Vet. Entomol.**, 17, 178-186, 2003.
- ANDERSON, D. L., SEDGLEY, M., SHORT, J. R. T., ALLWOOD, A. J. Insect pollination of mango in northern Australia *Mangifera indica*, includes *Apis mellifera*. **Aus. J. Agr. Res.**, 33(3), 541-548. 1982.
- ANDRADE, H. T. A.; VARELA-FREIRE, A. A.; BATISTA, M. J. A.; MEDEIROS, J. F. Calliphoridae (Díptera) from Human Cadavers in Rio Grande do Norte State, Northeastern Brazil. **Neot. Entomol.**, 34(5): 855-856, 2005.
- ARENDRT, J. D. Adaptive intrinsic growth rates: an integration across taxa. **Q. Rev.. Biol.** 72: 149-177, 1997.
- ATKINSON, W.D.; SHORROCKS, B. Competition on a divided and ephemeral resource: a simulation model. **J. Anim. Ecol.**, 50: 461-471, 1981.
- AVANCINI, R. M. P.; LINHARES, A. X. Selective attractiveness of rodent-baited traps for female blowflies. **Med. Vet. Entomol.**, v. 2, p. 73-76, 1988.
- AYRES, M. P.; SUOMELA, J.; MACLEAN, S. F. JR. Growth performance of *Epirrita autumnata* (Lepidoptera, Geometridae) on mountain birch: trees, broods, and tree x brood interactions. **Oecologia**, 74: 450-457, 1987.

- BAKKER, K. An analysis of factors which determine success in competition for food among larvae of *Drosophila melanogaster*. **Arch. Need. Zool.**, 14: 200-281, 1961.
- BARTON BROWNE, L.; BARTELL, R. J.; SHOREY, H. H. Pheromone-mediated behaviour leading to group oviposition in the blowfly *Lucilia cuprina*. **J. Insect Physiol.**, 15: 1003-1010, 1969.
- BAUMGARTNER, D. L. Spread of introduced *Chrysomya megacephala* blowflies (Diptera, Calliphoridae) in the Neotropics with records new to Venezuela. **Biotropica**, v. 20, n. 2, p. 167-168, 1988.
- BAUMGARTNER, D. L.; GREENBERG, B. The genus *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) in the New World. **J. Med. Ent.**, 21: 105-113, 1984.
- BEAVER, R. A. Non-equilibrium "island" communities: Diptera breeding in dead snails. **J. Anim. Ecol.**, v. 46, p. 783-798, 1977.
- BOONSRIWONG, W.; SUKONTASON, K.; OLSON, J. K.; VOGTSBERGER, R. C.; CHAITONG, U.; KUNTALUE, B.; NGERN-KLUN, R.; UPAKUT, S.; SUKONTASON, K. L. Fine structure of alimentary canal of the larval blow fly *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). **Parasitol. Res.** 100: 561-574, 2007.
- BRIERE, J.-F.; PRACROS, P.; LE ROUX, A.-Y. & PIERRE, J.-S. A novel rate model of temperatura-dependent development for arthropods. **Environ. Entomol.** 28(1): 22-29. 1999.
- CABRAL, M. M. O.; MENDONÇA, P. M.; GOMES, C. M. S.; BARBOSA FILHO, J. M.; QUEIROZ, M. M. C.; MELLO, R. P. Biological activity of neolignans on the postembryonic development of *Chrysomya megacephala*. **Fitoterapia**, 78: 20-24, 2007.
- CAMPOBASSO, C. P.; GHERARDI, M.; CALIGARA, F., Drug analysis in blowfly larvae and in human tissues: a comparative study. **Int. J. Legal Med.**, 118: 210-214, 2004.
- CAMPOS, C. F. M.; BARROS, A. T. Dípteros muscóides da área urbana de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 55, n. 3, p. 351-354, 1995.
- CAREY, J. R. Applied demography for biologists with special emphasis on insects. **Oxford University Press**, 1993.
- CARVALHO, L. M.; LINHARES A. X. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest área in southeastern Brazil. **J. Forensic Sci.**, 46 (3): 604-608, 2001.
- CARVALHO, M. H.; VON ZUBEN, C. J. Demographic Aspects of *Chrymosya megacephala* (Díptera: Calliphoridae) Adults Maintained Under Experimental

- Conditions: Reproductive Rate Estimates. **Braz. Arch. Biol. and Tech.**, Vol 49, n. 3: pp. 457-461, may 2006.
- CHARNOV, E. L. Optimal foraging: attack strategy of a mantid. **Amer. Nat.** 110: 141-151, 1976.
- COLELHO, V. M. A. **Dinâmica populacional de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius), *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) e *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae): Relações intra e inter-específicas.** Tese de Doutorado, UFRJ, 135 pp, 1994.
- CURRAH, L.; OCKENDON, D. Pollination activity by blowflies and honeybees on onions in breeders cages. **Ann. Appl. Biol.**, 105: 167-176, 1984.
- DE CARVALHO, A. R.; DE MELLO, R. P.; D'ALMEIDA, J. M. Dinâmica Populacional e Parasitismo de Himenópteros Parasitóides de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Díptera: Calliphoridae), no Rio de Janeiro, RJ. **Revta. Bras. Entomol.** 49 (1): 118-122, março 2005.
- D'ALMEIDA, J. M. Capture of calyptrate flies with different breeding substrates on beaches in Rio de Janeiro. RJ, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 88, n. 2, p. 215-220, 1993.
- D'ALMEIDA, J. M. Ovipositional substrates used by calyptrate Diptera in Tijuca Forest, Rio de Janeiro. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 2, p. 261-264, 1994.
- DE JONG, G. A model of competition for food. I. Frequency-dependent viabilities. **Amer. Nat.**, 110:1013-1027, 1976.
- DE JONG, G. The influence of dispersal pattern on the evolution of fecundity. **Neth. J. Zool.**, 32: 1-30, 1982.
- DE JONG, G. The influence of distribution of juveniles over patches of food on the dynamics of a population. **Neth. J. Zool.**, 29: 33-51, 1979.
- DEAR, J. P. A revision of the New World Chrysomini (Diptera: Calliphoridae). **Revta. Bras. Zool.**, v. 3, p. 109-169, 1985.
- DEEPAK, V.; CHAUDHRY, H. S. Effect of Thiourea on DNA in the ovariole components of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). **Appl. Ent. Zool.**, v. 14, n. 4, p. 499-500, 1979.
- DOWELL, R. V.; GILL, R. Exotic invertebrates and their effects on California. **Pan-Pac. Entomol.**, v. 65, n. 2, p. 132-145, 1989.
- ELANDT-JOHNSON, R. C.; JOHNSON, N. L. Survival models and data analysis. John Wiley, 1980.
- ERZINÇLIOĞU, Z. **Blowflies.** Department of Zoology University of Cambridge. 2: 5-25.1996.

- ESSER, J. R. Biology of *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) and reduction of losses caused to the salt-dried fish industry in south-east Asia. **Bull. Entomol. Res.**, v. 81, p. 33-41, 1991.
- FARIA, L. D. B., REIGADA, C., TRINCA, L. A. & GODOY, W. A. C. Foraging behaviour by an intraguild predator blowfly, *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). **J. of Ethology** 25: 287-294, 2007.
- FURLANETTO, S. M. P.; CAMPOS, M. L. C.; HÁRSI, C. M. Microrganismos enteropatógenos em moscas africanas pertencentes ao gênero *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) no Brasil. **Revta Microbiol**, São Paulo, 15(3): 170-174, 1984.
- GABRE, R. M. Studies on the bionomics and medical importance of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) in Egypt. **Master thesis, Cairo University**. 9, 468-477, 1994.
- GABRE, R. M.; ADHAM, F. K.; CHI, H. Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). **Acta Oecologica**, 27, 179-183, 2005.
- GIÃO, J. Z.; GODOY, W. A. C., Ovipositional Behavior in Predator and Prey Blowflies. **J. Insect Behavior**, vol. 20, nº 1, January, 2007.
- GOFF, M. L.; FLYNN, M. M. Determination of postmortem interval by arthropod succession: A case study from the Hawaiian Islands. **J. Forensic Sci.** 36: 607-614, 1991.
- GOFF, M. L.; LORD, W. D. Entomotoxicology: A new area for forensic investigation. **AM. J. Forensic Med. Pathol.**, 15: 51-57, 1994.
- GOLIOMYTIS, M.; PANOPOULOU, E. & ROGDAKIS, E. Growth curves for body weight and major component parts, feed consumption, and mortality of male broiler chickens raised to maturity. **Poultry Sci.** 82: 1061-1068, 2003.
- GOMES, L. **Processos Auto-Organizados em Agregados de Larvas de Moscas-Varejeiras em Dispersão Pós-Alimentar Experimentação, Modelagem e Validação**, Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro, SP, 224 pp., 2005.
- GOMES, L. & VON ZUBEN, C. J. Efeito da temperatura na profundidade de enterramento de larvas de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae). **Entomol. Vect.**, Rio de Janeiro: 11: 551-557, 2004.
- GOMES, L. & VON ZUBEN, C. J. Study of combined radial post-feeding dispersion of the blowflies *Chrysomya megacephala* (Fabricius) and *C. albiceps* (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae). **Revta. Bras. Entomol.** 49(3): 415-420, setembro, 2005.

- GOMES, L.; GODOY, W. A. C.; VON ZUBEN, C. J. A review post feeding larval dispersal in blowflies: implications for forensic entomology. **Naturwissenschaften** 93: 207-215, 2006.
- GOMES, L.; GOMES, G.; OLIVEIRA, H. G.; SANCHES, M. R.; VON ZUBEN, C. J. Influence of photoperiod on body weight and depth of burrowing in larvae of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) and implications for forensic entomology. **Revta. Bras. Entomol.**, 50(1): 76-79, março, 2006.
- GOMES, L.; VON ZUBEN, C. J.; GOVONE, J. S. Comportamento da dispersão larval radial pós-alimentar em moscas-varejeiras do gênero *Chrysomya* (DIPTERA: CALLIPHORIDAE): busca por novas fontes de alimento. **Entomol. Vect.**, Rio de Janeiro: 9 (1):115 - 132, 2002.
- GOMES, L.; VON ZUBEN, C. L. Distribuição Larval Pós-Alimentar Em *Chrysomya albiceps* (Wied.) (Diptera: Calliphoridae): Profundidade, Distância e Peso de Enterramento Para Pupação. **Entomol. Vect.** 10(2): 211-222, 2003.
- GOMES, L.; VON ZUBEN, C. J.; SANCHES, M. R., Estudo da dispersão larval radial pós-alimentar em *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). **Revta. Bras. Ent.**, 47: 229-234, 2003.
- GOMES, L.; SANCHES, M. R.; VON ZUBEN, C. J. Behavior of the Combined Radial Pos-feeding Larval Dispersal of the Blowflies *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) and implications for Forensic Entomology. **Bras. Arch. Biol. Tech.** Vol. 50 (2): pp. 279-288, 2007.
- GOMES, L.; SANCHES, M. R.; VON ZUBEN, C. J. Dispersal and burial behavior in larvae of *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae). **J. Insect Behavior**, 18: 281-298, 2005.
- GOODBROD, J.R., GOOF, M. L. Effects of larval pupation density on rates of development and interactions between two species of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in laboratory culture. **J. Med. Entomol.**, 27(3): 388- 343, 1990.
- GOTTHARD, K. Growth strategies of ectothermic animals in temperate environments – In: ATKINSON, D. & THORNDYKE, M. (eds), Environment and animal development. **Bios Sci. Publis.**, pp. 287-304, 2001.
- GRASSBERGER, M. & REITER, C. Effect of temperature on development of the forensically important holarctic blow fly *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). **Forensic Sci. Int.**, 128: 177-182, 2002.
- GRASSBERGER, M. & REITER, C. Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram. **Forensic Sci. Int.**, 120: 32-36, 2001.

- GREENBERG, B. *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae) collected in North America and notes on *Chrysomya* species present in the New World. **J. Med. Entomol.**, 25 (3): 199-200, 1988.
- GREENBERG, B. **Flies and Disease: Ecology, classification and biotic associations**. New Jersey, Princeton University, 865pp, 1971.
- GREENBERG, B. **Flies and Diseases: Biology and Disease Transmission. Vol II** Princenton University Press, Princenton, NJ, 740pp, 1973.
- GREENBERG, B. Flies as forensic indicators. **J. Med. Entomol.**, 28: 565-577, 1991.
- GREENBERG, B.; SZYSKA, M. L. Immature stages and biology of fifteen species of Peruvian Calliphoridae (Diptera). **Ann. Ent. Soc. Am.** 77, 488-517, 1984.
- GUIMARÃES, J. H. Considerações gerais sobre moscas do gênero *Chrysomya* no Brasil. **Agroquímica (Ciba-Geigy)**, 24: 8-12, 1984.
- GUIMARÃES, J. H.; PRADO, A. P.; BURALLI, G. M. Dispersal and distribution of three newly introduced species of *Chrysomya* R. D. (Diptera: Calliphoridae) in Brazil. **Revta Bras. Entomol.**, 23: 245-255, 1979.
- GUIMARÃES, J. H.; PRADO, A. P.; LINHARES, A. X. Three newly introduced blowfly species in Southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). **Revta. Bras. Entomol.**, 22: 53-60, 1978.
- GUNATILAKE, K.; GOFF, M. L. Detection of organophosphate poisoning in a putrefying body by analyzing arthropod larvae. **J. Forensic Sci.**, 34: 714-716, 1989.
- HANSKI, I. Carrion fly community dynamics: patchiness, seasonality and coexistence. **Ecol. Entomol.**, 12: 257-266, 1987a.
- HANSKI, I. Nutritional ecology of dung- and carrion-feeding insects, pp.837-884 in SLANSKY, F. & RODRIGUEZ, F. G. (eds). **Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates**. New York, John Wiley and Sons, 1987b.
- HALL, M. ;WALL, R. Myiasis of humans and domestic animals. **Adv. Parasitol.**, v. 35, p. 257-334, 1995.
- HENGEVELD, R. **Dynamics of biological invasions**. New York: Chapman & Hall, 160p., 1989.
- HERZOG, J. D. A.; MILWARD-AZEVEDO, E. M. V.; FERREIRA, Y. L. Observações preliminares sobre o ritmo horário de oviposição de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). **Na. Soc. Ent. Brasil**, 21 (1): 101-106, 1992.

- HOLLAND, J. H. **Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity.** Addison-Wesley Pub. Co., 1996.
- HU, T., LEN, C. H., LEE, B. S. The laboratory rearing and radiation effects of gamma ray on the pupae of *Chrysomya megacephala* (Fabricius). **Chin. J. Entomol.** 15, 103-111, 1995.
- INTRONA, F.; CAMPOBASSO, C. P.; GOFF, M. L., Entomotoxicology. **Forensic Sci. Int.** 120: 42-47, 2001.
- IRELAND, S.; TURNER, B. The effects of larval crowding and food type on the size and development of the blowfly, *Calliphora vomitoria*. **Forensic Sci. Int.**, 159: 175-181, 2005.
- IVES, A. R. & MAY, R. M. Competition within and between species in a patchy environment: relations between microscopic and macroscopic models. **J. theor. Biol.**, 115: 65-90, 1985.
- IVES, A. R. Aggregation and coexistence in a carrion fly community. **Ecol. Mon.**, 61: 75-94, 1991.
- IVES, A. R. Aggregation and the coexistence of competitors. **Ann. Zool. Fenn**, 25:75-88, 1988.
- JUDD, G. J. R. & MACBRIEN, H. L. Modeling temperature-dependent development and hatch of overwintered eggs of *Campylomma verbasci* (Heteroptera: Miridae). **Environ. Entomol.**, 23(5): 1224-1234, 1994.
- KAMAL, A. S. Comparative study of thirteen species of sarcosaprophagous Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) I. Bionomics. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, 51: 261-271, 1958.
- KAUSE, A.; SALONIEMI, I.; HAUKIOJA, E. *et al.*, How to become large quickly: quantitative genetics of growth and foraging in a flesh feeding lepidopteran larva. **J. Evol. Biol.**, 12: 471-482, 1999.
- KING, A. B.; FLYNN, K. J. Maggot therapy revisited: a case study. **Dermatology Nursing**, 3: 100-102, 1991.
- KNEIDEL, K. A. Patchiness, aggregation and the coexistence of competitors for ephemeral resources. **Ecol. Entomol.**, v. 10, p. 441-448, 1985.
- LACTIN, D. J.; HOLLIDAY, N. J.; JOHNSON, D. L. & CRAIGEN, R. Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. **Environ. Entomol.** 24(1): 68-75, 1995.
- LAURENCE, B. R. Geographical expansion of the range of *Chrysomya* blowflies. **Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg.**, v. 75, p. 130-131, 1981.
- LAURENCE, B. R. Old World blowflies in the New World. **Parasitology Today**, v. 2, n. 3, p. 77-79, 1986.

- LEAL, T.T.S.; PRADO, A.P.; ANTUNES, A. J. Rearing the larvae of blowfly *Chrysomya chloropyga* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) on oligidic diets. **Rev. Bras. Zool.**, 1: 41 – 44, 1982.
- LEFEBVRE, F. & PASQUERAULT, T. temperature-dependent development of *Ophyra aenescens* (Wiedemann, 1830) and *Ophyra capensis* (Wiedemann, 1818) (Diptera, Muscidae). **Forensic Sci. Int.**, 139: 75-79, 2004.
- LEVOT, G.W.; BROWN, K. R.; SHIPP, E. Larval growth of some calliphorid and sarcophagid Diptera. **Bull. Entomol. Res.**, 69: 469-475, 1979.
- LI, Y. Q.; ZHANG, D. X. Fly pollination of *Antidesma montanum* (Euphorbiaceae) in Hainan, China. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 45(2): 217-226, March, 2007.
- LINHARES, A. X. The gonotrophic cycle of *Chrysomya megacephala* (Diptera, Calliphoridae) in the laboratory. **Rev. Bras. Ent.**, 32: 383- 392, 1988.
- LIU, S.-S. & MENG, X.-D. Modelling development time of *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) at constant and variable temperatures. **Bull. Entomol. Res.**, 90: 337-347, 2000.
- LIU, S.-S. & MENG, X.-D. Modelling development time of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) at constant and natural temperatures. **Bull. Entomol. Res.**, 89: 53-63, 1999.
- LIU, S.-S., ZHANG, G.-M. & ZHU, J. Influence of temperature variations on rate of development in insects: analysis of case studies from entomological literature. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, 88(2): 107-119, 1995.
- LOMNICKI, A. **Population ecology of individuals**. Princeton: Princeton Press, 233 pp, 1988.
- LORD, W. D. Case histories of the use of insects in investigations. *In*: E. P. CATTS and N. H. HASKELL (eds.) **Entomology & Death: A Procedural Guide**, pp.9-37. Joyce's Print Shop, Inc., Clemson, South Carolina, 182pp, 1990.
- MADEIRA,, N. G.; SILVEIRA, G. A. R.; PAVAN, C. The occurrence of primary myiasis in cats caused by *Phaenicia eximia* (Díptera, Calliphoridae). **Mem. Inst. Osw. Cruz**, 84, p.341, 1989.
- MARCONDES, C. B. **Entomologia Médica e Veterinária**, Editora Atheneu, São Paulo, p. 432, 2001.
- MARGRAF, N.; GOTTHARD, K.; RAHIER, M. The growth strategy of an alpine beetle: maximization or individual growth adjustment in relation to seasonal time horizons. **Funct. Ecol.**, 17: 605-610, 2003.

- MENDES, J.; LINHARES, A. X. Atratividade por iscas e estratégias de desenvolvimento ovariano em várias espécies sinantrópicas de Calliphoridae (Diptera). **Revta. Bras. Ent.**, 37 (1): 157-166, 1993.
- NABITY, P. D.; HIGLEY, L. G. & HENG-MOSS, T. M. Effects of temperature on development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) and use of development data in determining time intervals in forensic entomology. **J. Med. Entomol.** 43(6): 1276-1286, 2006.
- NANBOODIRI, K.; SUCHINDRAN, C. M. **Life table techniques and their applications**, Academic Press, 1987.
- NEVES, D. P. **Parasitologia humana**. Atheneu, São Paulo. 2000.
- OLIVEIRA, V. C.; D'ALMEIDA, J. M.; ABALEM DE SÁ, I. V.; MANDARINO, J. R.; SOLARI, C. A., Enterobactérias associadas a adultos de *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae) e *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1754) (Diptera: Calliphoridae) no Jardim Zoológico, Rio de Janeiro. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.4 p. 556-561, 2006.
- OLIVEIRA, V. C.; D'ALMEIDA, J. M.; PAES, M. J. S Population dynamics of Calyptrate Diptera (Muscidae and Sarcophagidae) at the Rio-Zoo foundation, Rio de Janeiro, RJ, **Brazil. Bras. J. Biol.**, v.62 p.191-196, 2002.
- OLIVEIRA, V. C.; D'ALMEIDA, J. M.; PAES, M. J. S. Dinâmica populacional dos dípteros Calliphoridae na fundação Rio-Zoo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Entomol Vect.**, V. 6, p. 264-276, 1999.
- OLSEN, A. R.; SIDEBOTTOM, T. H. Biological observations on *Chrysomya megacephala* (Fabr.) (Diptera: Calliphoridae) in Los Angeles, California and the Palau Islands. **Pan-Pac. Entomol.**, v. 66, n. 2, p.126-133, 1990.
- OLSEN, A. R.; ANGOLD, S. C.; GROSS, D. F.; SIDEBOTTOM, T. H. New record of the blowfly, *Chrysomya megacephala* (Fabr.), from Ecuador (Diptera: Calliphoridae). **Pan-Pac. Entomol.**, v. 68, n. 4, p.280-281, 1992.
- PARALUPPI, N. D.; CASTELÓN, E. G. Calliphoridae (Diptera) em Manaus: I. Levantamento taxonômico e sazonalidade. **Revta. Bras. Ent.**, v. 38, n. ¾, p. 661-668, 1994.
- PARALUPPI, N. D.; LINHARES, A. X. Calliphoridae (Diptera em Manaus: III. Atratividade seletiva das iscas em relação às fases do desenvolvimento ovariano em três espécies de *Chrysomya* Robineau-Desvoidy. **Revta. Bras. Ent.**, v. 39, n. 1, p.121-124, 1995.
- QUEIROZ, M. M. C.; NORBERG, A. N.; MAURE, E. A. P.; TOLEDO, R. F., GAZÊTA, G. S.; DUTRA, A. E. A.; RODRIGUES-GUIMARÃES, R. Veiculação de bactérias patogênicas por moscas sinantrópicas coletadas em restaurantes, hospitais e feiras da Baixada Fluminense, Rio de Janeiro,

Brasil. **Anais do XIV Congresso Latinoamericano de Parasitologia.** Acapulco, Guerrero. México. 102pp, 1992.

REIGADA, C.; GODOY, W. A. C. Dispersal and Predation Behavior in Larvae of *Chrysomya albiceps* and *Chrysomya megacephala* (Diptera: calliphoridae). **J. Insec Behavior**, vol. 18 n^o 4, july, 2005.

REIGADA, C.; GODOY, W. A. C. Larval density, temperature and biological aspects of *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 58, n. 4, p. 562-566, 2006.

REIGADA, C.; GODOY, W. A. C. Seasonal Fecundity and Body Size in *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). **Neot. Entomol.**, 34(2): 163-168, 2005.

REIS, S. F.; STANGENHAUS, G.; GODOY, W. A. C.; VON ZUBEN, C. J.; RIBEIRO, O. B. Variação em caracteres bionômicos em função de densidade larval em *Chrysomya megacephala* e *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae). **Rev. Bras. Ent.**, 38: 33-34, 1994.

REIS, S. F.; VON ZUBEN, C. J.; GODOY, W. A. C. Larval aggregation and competition for food in experimental populations of *Chrysomya putoria* (Wied.) and *Cochliomyia macellaria* (F.) (Diptera: Calliphoridae). **J. App. Entomol.**, 123: 485-489, 1999.

RICHARDS, F. J. A flexible growth function for empirical use. **J. Exp. Botany**, 10: 290-300. 1959.

ROSEWELL, J.; SHORROCKS, B.; EDWARDS, K. Competition on a divided and ephemeral resource: testing the assumptions. I. Aggregation. **J. Anim. Ecol.**, 59: 977-1001, 1990.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**, Editora Roca 7th edição, 1145 pp., 2005.

SALT, G. W. Predation in an experimental protozoan population (*Woodruffia paramecium*). **Ecological Monographs** 37: 113-144, 1967.

SCHMIDT, C. D.; HARRIS, R. L. Coparison of production of larvae of *Chrysomya rufifacies* (Macquart) in meat and in a gelled medium. **Southwest. Entomol.**, v. 14,n. 1, p. 67-70, 1989.

SHERMAN, R. A.; PECHTER, E. A. Maggot therapy: a review of the therapeutic applications of the fly larvae in human medicine, especially for treating osteomyelitis. **Med. Vet. Entomol.**, 2(3): 225-230, 1988.

SHERMAN, R. A.; WYLE, F.; THRUPP, L. Effects of seven antibiotics on the growth and development of *Phaenicia sericata* (Diptera: Calliphoridae) larvae. **J. Med. Entomol**, 32(5): 646-649, 1995.

- SHERMAN, R. A.; WYLE, F.; VULPE, M.; LEVSON, L.; CASTILLO, L. The utility of maggot therapy for treating pressure sores. **J. Am. Paraplegic Soc.**, 16: 269, 1993.
- SHORROCKS, B. Competition on a divided and ephemeral resource – a cage experiment. **Biol. J. Linn. Soc.**, 43 (3): 211-220, 1991.
- SILVA, I. C. R.; MANCERA, P. F. A.; GODOY, W. A. C. Population dynamics of *Lucilia eximia* (Dipt., Calliphoridae). **J. Appl. Ent.**, 127, 2-6, 2003.
- SLANSKY, F.; RODRIGUEZ, J. G. Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates: an overview. Pp. 1-69 *In*: SLANSKY, F.; RODRIGUEZ, J. G. (Eds.) **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates**. New York, John Wiley and Sons, 1987.
- SMITH, B. M.; JACKSON, J. C. The controlled pollination of seeding vegetable crops by means of blowflies. **Hort Res**, 10: 53-55, 1976.
- SOULÉ, M. E. **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland: Sinauer, 1986.
- SOUZA, A. M., **Biologia em laborat[orio dos estágios imaturos de espécies de Calliphoridae e Sarcophagidae (Diptera) de importância médico legal na região de Campinas, S.P.** Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas, SP, 86pp., 1999.
- STONEHOUSE, K.; SULONTASON, K. L.; PIANGJAI, S.; BOONCHU, N.; KURAHASHI, H.; HOPE, M.; OLSON, J. K. The accuracy and bias of visual assessments of fruit infestation by fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Crop. Protection**, 23: 293-296, 2004.
- SUKONTASON, K. L.; NARONGCHAI, P.; SRIPAKDEE, D.; BOONCHU, N.; CHAIWONG, T.; NGERN-KLUN, R.; PIAHGJAI, S.; SUKONTASON, K. First Report of Human Myiasis Caused by *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) in Thailand, and Its Implication in Forensic *Entomology*. **J. Med. Entomol.**, 42(4): 702-704, 2005.
- TAMMARU, T., Determination of adult size in a folivorous moth: constraints at instar level? **Ecol. Entomol.**, 23: 80-89, 1998.
- TAMMARU, T., NYLIN, S., RUOHOMÄKI, K. & GOTTHARD, K. Compensatory responses in lepidopteran larvae: a test of growth rate maximization. **Oikos**, 107: 352-362, 2004.
- TAYLOR, D. B.; MANGAN, R. L. Comparison of gelled and meat diets for rearing screwworm, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae), larvae. **J. Econ. Entomol.**, v. 80, p. 427-432, 1987.
- TILMAN, D.; KAREIVA, P. **Spatial ecology. The role of space in population dynamics and interspecific interactions**. Princeton University Press, 1997.

- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Borror and DeLong's Introduction To The Study Of Insects, 7th edition, 864 pp., 2005.
- TSOULARIS, A. & WALLACE, J. Analysis of logistic growth models. **Math. Biosci.**, 179: 21-55, 2002.
- VALGODE, M. A.; COELHO, V. M. A.; QUEIROZ, M. M. C. Levantamento da fauna de califorídeos (Diptera: Calliphoridae) na Área de Reflorestamento da Universidade Iguaçú-UNIG. **Rev. UNIG**, 1 (2): 57-58, 1998.
- VAN HATEREN, J. H.; HARDIE, R. C.; RUDOLPH, A.; LAUGHLIN, S. B.; STAVENGA, D. G. The bright zone, a specialized dorsal eye region in the male blowfly *Chrysomya megacephala*. **J. Comp. Physiol.**, A. 164: 297-308, 1989.
- VILLET, M. H.; MACKENZIE, B. & MULLER, W. J. Larval development of the carrion-breeding flesh fly, *Sarcophaga (Liosarcophaga) tibialis* Macquart (Diptera: Sarcophagidae), at constant temperatures. **African Entomol.**, 14(2): 357-366, 2006.
- VON ZUBEN, C. J. Competição larval em *Chrysomya megacephala* (Díptera: Calliphoridae): Estimativa de perdas de biomassa e na fecundidade e cálculo de conversão de alimento em biomassa. **Revta. Bras. Ent.** v. 37, n. 4, p. 793-802, 1993.
- VON ZUBEN, C. J. **Competição Larval e efeitos sobre a dinâmica populacional de *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae).** Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro, SP, 132pp., 1995.
- VON ZUBEN, C. J. Comportamento de oviposturas individuais, percentagem de eclosão e peso larval mínimo para pupação em populações de *Chrysomya megacephala* (F.). **An. Soc. Entomol. Brasil**, 27 (4): 525-533. 1998.
- VON ZUBEN, C. J. **Ecologia populacional de moscas-varejeiras: implementação, modelagem e simulação de fenômenos biológicos.** (Relatório de Atividades – FAPESP – Proc. nº 98/09939-6), 2001.
- VON ZUBEN, C. J.; BASSANEZI, R. C.; VON ZUBEN, F. J. Theoretical approaches to forensic entomology: II. Mathematical model of larval development. **J. Appl. Ent.**, 122: 275-278, 1998.
- VON ZUBEN, C. J.; GODOY, W. A. C.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Curva de sobrevivência e estimativa de entropia em *Chrysomya megacephala* (Diptera, Calliphoridae). **Revta bras. Ent.**, 40 (2): 221-224, 1996.
- VON ZUBEN, C. J.; STANGENHAUS, G.; GODOY, W. A. C. Competição Larval em *Chrysomya megacephala* (F.) (Díptera, Calliphoridae): Efeitos De Diferentes Níveis De Agregação Larval Sobre Estimativas De Peso , Fecundidade e Investimento Reprodutivo. **Rev. Brasil. Biol.**, 60(2): 195-203, 2000.

- VON ZUBEN, C. J.; VON ZUBEN, F. J. Competição larval em *Chrysomya megacephala* (Diptera, Calliphoridae) II. Estimativa de mortalidade independente da densidade. **Revta, Bras. Ent.**, v. 38, n. 1, p. 155-160, 1994.
- VON ZUBEN, C. J.; VON ZUBEN, F. J.; GODOY, W. A. C. Larval competition for patchy resources in *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae): Implications of the spatial distribution of imatures. **J. Appl. Entomol.**, 125, 537-541, 2001.
- WAGNER, T. L.; WU, H.-I.; FELDMAN, R. M.; SHARPE, P. J. H. & COULSON, R. N. Multiple-cohort approach for simulating development of insect populations under variable temperatures. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, 78: 691-704, 1985.
- WAGNER, T. L.; WU, H.-I.; SHARPE, P. J. H. & COULSON, R. N. Modeling distributions of insect development time: a literature review and application of the Weibull function. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, 77: 475-487, 1984.
- WELLS, J. D. *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) HAS REACHED THE CONTINENTAL United States: review of its biology, pest status, and spread around the world. *J. Med. Entomol.*, v. 28, n. 3, p. 471-473, 1991.
- WELLS, J. D. & GREENBERG, B. Interaction between *Chrysomya rufifacies* and *Cochliomyia macellaria* (Diptera, Calliphoridae) the possible consequences of an invasion. **Bull. Entomol. Res.**, 82: 133-137, 1992.
- WELLS, J. D.; KURAHASHI, H. *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) development: rate, variation and the implications for the forensic entomology. **Jpn. J. Sanit. Zool.**, 45: 303-309, 1994.
- WIJESUNDARA, D. P. The life-history and Bionomics of *Chrysomya megacephala* (Fab.). **Ceylon J. Sci.**, B25: 169-185, 1957.
- WILLIAMS, H. A model for the aging of fly larvae in forensic entomology. **Forensic Sci. Int.**, 25: 191-199, 1984.
- WORNER, S. P. Performance of phenological models under variable temperature regimes: consequences of the Kaufmann or rate summation effect. **Environ. Entomol.**, 21(4): 689-699, 1992.
- ZOTOV, V. A.; GROSSE, V. W. R.; TREGGER, B. Effect of photoperiod on diurnal rhythm of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae). **Entomol. Rev.**, 70(1): 102-105, 1991.
- ZUMPT, F. **Myiasis in man and animals in the Old World**. Butterworths, London, 267pp, 1965.