UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Biologia
Ciências Biológicas – Bacharelado

Trabalho Acadêmico

Sobrevivência de adultos de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) (Blattaria, Blattidae) submetidos a diferentes condições de estresse

Jucelio Peter Duarte

Pelotas, 2013

JUCELIO PETER DUARTE

SOBREVIVÊNCIA DE ADULTOS DE *Periplaneta americana* (LINNAEUS, 1758) (BLATTARIA, BLATTIDAE) SUBMETIDOS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE

Trabalho acadêmico apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Marcial Corrêa Cárcamo

Co-orientador: Paulo Bretanha Ribeiro

Pelotas, 2013

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

D812s Duarte, Jucelio Peter

Sobrevivência de adultos de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) (Blattaria, Blattidae) submetidos a diferentes condições de estresse / Jucelio Peter Duarte. – 34f. : il. color. – Monografia (Conclusão de curso). Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas, 2013. – Orientador Marcial Corrêa Cárcamo: co-orientador Paulo Bretanha Ribeiro.

1.Biologia. 2.Barata. 3.*Periplaneta americana*. 4.Desidratação. 5.Dessecação. 6.Inanição. 7.Longevidade. I.Cárcamo, Marcial Corrêa. II.Ribeiro, Paulo Bretanha. III.Título.

CDD: 595.728

Banca examinadora:

Msc. Marcial Corrêa Cárcamo

Profª. Drª. Élvia Elena Silveira Vianna

Profª. Drª. Patrícia Jacqueline Thyssen

Drª. Cristine Ramos Zimmer (suplente)

Agradecimentos

Quero agradecer primeiramente aos meus maravilhosos pais, Euclides e Leci, que sempre me deram educação, incentivo, apoio e principalmente carinho e amor que toda pessoa precisa. Devo tudo isso a eles. Amo vocês, obrigado!

À minhas lindas irmãs, Cliciana e Leciane, as quais me instruíram a ser a pessoa que eu sou hoje. Pessoas em que sempre me espelhei e que sempre me orgulharam e me inspiraram.

Ao meu orientador, mestre, colega e mais do que amigo, Marcial, que sem ele meu sonho não teria se concretizado, me ensinou e me orientou a ser tanto um profissional como uma pessoa melhor. Agradeço, também, a meus outros orientadores e chefes, Bretanha e Élvia, os quais me passaram sábios conhecimentos que vou levar pra vida toda, além de que sempre estiveram à disposição pra discutir qualquer assunto em que pudessem ajudar.

Aos meus amigos e colegas de laboratório: Fran, Kath, Thomáz, Marcela, Thamiris, Juliano, Ândrio, Demetrius, Patrícia, Dani e Cris; e aos agregados: Gladis, Eduardo, Lisi e Robledo que tornaram meus dias no laboratório muito mais divertidos e produtivos. Agradeço, é claro, a todos os meus outros amigos que de alguma forma me ajudaram a chegar aonde cheguei.

Aos professores do Instituto de Biologia, pelos conhecimentos pacientemente repassados, informações valiosas que certamente contribuirão para minha vida profissional.

Ao Prof. Dr. Willian Barros, pela grande ajuda nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Carlos Eugênio Silva, pela sua paciência, recepção e ajuda na delimitação no projeto.

E por fim, agradeço a Universidade Federal de Pelotas que me forneceu toda, ou boa parte, da estrutura necessária para que esse trabalho se realizasse.

Resumo

DUARTE, Jucelio Peter. **Sobrevivência de adultos de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) (Blattaria, Blattidae) submetidos a diferentes condições de estresse**. 2013. 34f. Trabalho Acadêmico – Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Os insetos, assim como outros organismos vivos, necessitam de fontes nutricionais e água para sua sobrevivência, sendo que a escassez desses recursos podem causar consequências na sua biologia. O inseto utilizado nesse estudo foi *Periplaneta americana*, a qual é uma excelente espécie-modelo por ser facilmente criada em laboratório e ter grande parte da sua biologia conhecida. Além disso, essa espécie atinge altas populações em ambientes urbanos e podem atuar como vetores de diversos patógenos causando grandes problemas para a saúde humana e de outros animais. O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do estresse hídrico, alimentar e hídrico/alimentar na sobrevivência e no peso de adultos, bem como, avaliar se a sobrevivência é influenciada pelo peso inicial dos indivíduos. Quatro grupos de tratamentos, compostos por 20 casais cada, com no máximo 10 dias após a emergência, foram formados usando os seguintes critérios: a) submetidos a estresse hídrico e alimentar; b) submetidos a estresse alimentar; c) submetidos a estresse hídrico; e d) grupo controle. Durante todo o período de experimentação, as colônias permaneceram em câmara climatizada, com temperatura e umidade controlada. Todos os insetos foram pesados em balanças de precisão assim que isolados e a cada três dias. Os insetos permaneceram nessas condições até que todos os indivíduos dos grupos estressados estivessem mortos. Todas as condições de estresses causaram redução significativa na sobrevivência dos adultos quando comparado ao grupo controle. Também houve diferença na sobrevivência dos tratamentos, sendo o menor tempo de sobrevivência naqueles privados de água e alimento e o maior tempo naquelas fêmeas privadas só de alimento. No grupo controle não houve mortalidade. Adultos com maior peso sobreviveram mais quando privados só de alimento e o peso dos indivíduos não influenciou na sobrevivência dos adultos na ausência de água. O tempo influenciou significativamente a variação do peso dos adultos em todos os tratamentos, havendo redução do peso ao longo do tempo. A variação total do peso foi diferente nos diferentes tratamentos. Aqueles com ausência de água foram os que tiveram uma maior perda de peso total.

Palavras-chave: Barata. Desidratação. Dessecação. Inanição. Longevidade.

Abstract

DUARTE, Jucelio Peter. **Survival of adult *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) (Blattaria, Blattidae) under different stress conditions**. 2013. 34f. Trabalho Acadêmico – Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Insects, like other living organisms need water and food sources in order to survive and the shortage of these resources may affect their biology. The insect used in this study was *Periplaneta americana*, which is an excellent species-model because it is easily reared in laboratory and its biology is well known. Furthermore, this species reaches high populations in urban environments and may act as vector of a variety of pathogens that causes great problems for human and animal health. The objective of the present study was to evaluate the influence of hydric, food and hydric/food stress on the survival and weight of the adults, as well as to evaluate if the survival is influenced by the initial weight of the individuals. Four treatment groups, each consisting of 20 couples, with at most ten days from the emergence were formed using following criteria: a) submitted to hydric/food stress; b) submitted to food stress; c) submitted to hydric stress; and d) control group. During the entire experimental period the colonies remained in acclimatized chamber with controlled temperature and humidity. All insects were weighted with precision balance once isolated and every three days. The insects remained in these conditions until all the individuals from the tested groups were dead. All conditions of stress caused a significant reduction on the adult survival when compared to the control group. There was also a significant difference in the survival between treatments, with less time survival for those deprived of water and food and more time for the females deprived of food only. There was no mortality in the control group. Heavier adults survived more when deprived of food only and the weight of the individuals did not influence in the survival of water deprived adults. Time significantly influenced the weight variation in adults in all the treatments, with significant weight reduction over time. The total weight variation was significantly different in the different treatments. Those with no water were the ones with higher total weight loss.

Keywords: Cockroach. Dehydration. Dessication. Starvation. Longevity.

Lista de Figuras

Figura 1 **Análise de sobrevivência de adultos de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) submetidos a diferentes condições de estresse 22**

Figura 2 **Variação do peso de fêmeas e machos de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) submetidos a quatro tratamentos em função do período 23**

Figura 3 **Redução do abdome e do acúmulo de gordura de fêmeas de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) submetidas ao estresse hídrico/alimentar 25**

Lista de Tabelas

Tabela 1 **Variação total dos pesos relativos (%) de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) de cada tratamento após a morte (para os estresses) ou após o período de experimentação (para o grupo controle) 22**

Sumário

1 Introdução 09

2 Objetivos 10

3 Revisão de literatura 11
3.1 Blattaria 11
3.1.1 *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) 12
3.2 Estresse 13
3.2.1 Efeitos do estresse hídrico em insetos 14
3.2.2 Efeitos do estresse alimentar em insetos 15

4 Material e métodos 19
4.1 Metodologia 19
4.1.1 Manutenção das colônias de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) 19
4.1.2 Avaliação da sobrevivência de adultos de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) submetidos a estresses hídrico, alimentar ou hídrico/alimentar 19
4.2 Análise de dados 20

5 Resultados 21

6 Discussão 26

7 Conclusões 29

8 Referências 30

1 Introdução

Os insetos, assim como os demais seres vivos, necessitam de fontes nutricionais e água para seu crescimento, manutenção dos tecidos, reprodução e para produção da energia necessária para manter essas funções (CHAPMAN, 1998).

A escassez de um ou mais desses recursos podem causar consequências na biologia dos insetos, incluindo o crescimento, a sobrevivência, a longevidade, a reprodução, os movimentos e os hábitos gregários desses animais (PANIZZI; PARRA, 2009).

Para avaliar o impacto da fome e da desidratação na biologia dos insetos são utilizados espécies-modelo. O inseto-modelo utilizado nesse estudo foi a barata-dos-esgotos, *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) (Blattaria, Blattidae), que é uma excelente espécie-modelo devido ao fato de ser facilmente criada e multiplicada em laboratório, bem como ter grande parte da sua biologia conhecida (VIANNA, 1999; VIANNA et al., 2000; VIANNA; BERNE; RIBEIRO, 2001).

Além desses fatores, essa espécie atinge altas populações em ambientes urbanos, e por atuarem como vetores de diversos patógenos (BAUMHOLTZ et al., 1997; CLOAREC et al., 1992; PAI; KO; CHEN, 2003; PRADO et al., 2002; RIVAULT; CLOAREC; LE GUYADER, 1993; THYSSEN et al., 2004), causam grandes problemas na saúde humana e de outros animais.

As altas populações atingidas por esses insetos em ambientes urbanos, só foi possível devido a alguns fatores do ambiente que favoreceram esse estabelecimento, como a disponibilidade de abrigo, a facilidade para a reprodução e a oferta de alimento e água (PINTO; ROSSI; SALMERON, 2007).

Apesar desses ambientes, geralmente, terem abundância de alimento e água, há insetos que desenvolveram características capazes de resistir à escassez desses recursos. Willis e Lewis (1957) afirmaram que a alta sobrevivência de baratas em condições adversas depende, em parte, da capacidade desses insetos de resistir à fome ou desidratação.

2 Objetivos

O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência do estresse hídrico, alimentar e hídrico/alimentar na sobrevivência e no peso de adultos de *Periplaneta americana*, bem como, avaliar se a sobrevivência é influenciada pelo peso inicial desses indivíduos.

3 Revisão de literatura

3.1 Blattaria

Baratas são da ordem Blattaria, grupo onde se encontra cerca de 4.000 espécies no mundo, porém, somente 664 espécies ocorrem no Brasil (PELLENS; GRANDCOLAS, 2008). Apesar da maioria das espécies serem silvestres e não diretamente associadas às pessoas, algumas tem se adaptado a certa proximidade a habitações humanas (BRENNER, 2002).

A ordem é dividida em cinco famílias: Polyphagidae, Cryptocercidae, Blattidae, Blattellidae e Blaberidae, sendo as três últimas compostas por espécies que atingem altas populações (BRENNER, 2002).

A oviposição nesses insetos ocorre por estojos em forma de cápsulas, chamadas de ootecas (BRENNER, 2002; TRIPLEHORN; JONNSON, 2011) que contém entre cinco a 40 embriões, dependendo da espécie (BRENNER, 2002).

São insetos hemimetábolos, onde o imaturo é, na maioria das vezes, morfologicamente semelhante a um adulto, exceto pela ausência de asas verdadeiras e pelo fato de os órgãos sexuais não estarem desenvolvidos (BRENNER, 2002). Brenner (2002) também cita que algumas espécies desses insetos podem fazer partenogênese, mas a maioria delas se reproduz de forma sexuada.

Muitas espécies vivem na natureza e são importantes na cadeia ecológica, servindo de alimento a outros seres e também ajudando na incorporação de nutrientes ao meio ambiente silvestre (ZORZENON, 2002). Porém, algumas espécies conseguiram se adaptar ao ambiente modificado pelo homem, devido a alimentação onívora, ao grande potencial reprodutivo e aos hábitos abscônditos, que as protegem da detecção e destruição (GUIMARÃES, 1984).

As baratas sinantrópicas podem ser vetores de diversos organismos patogênicos, como vírus, bactérias, protozoários, fungos e ovos de helmintos, que podem tanto prejudicar a saúde humana quanto a de outros animais vertebrados (COCHRAN, 1999; THYSSEN et al., 2004; ZORZENON, 2002).

A alternância de habitat destes insetos durante o dia e a noite, lhes confere condições verdadeiramente excelentes como contaminadores (VIANNA; BERNE; RIBEIRO, 2001). Durante o dia repousam em ambientes escuros, úmidos e quentes como tubulações de esgotos, fossas sépticas e latrinas e a noite invadem habitações, como armazéns, restaurantes, cozinhas e hospitais, podendo, nestes últimos, serem responsáveis pela disseminação de patógenos entre os pacientes (VIANNA; BERNE; RIBEIRO, 2001).

As espécies mais nocivas ao homem e que são frequentemente encontradas em residências são: *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758), *Blattella germanica* (Linnaeus, 1767), *Blatta orientalis* Linnaeus, 1758 e *Periplaneta autralasiae* (Fabricius, 1775) (ZORZENON, 2002).

3.1.1 *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758)

Periplaneta americana, também conhecida como barata-dos-esgotos, barata americana, barata voadora ou barata doméstica (RAFAEL; SILVA; DIAS, 2008), mede de 34 a 55mm de comprimento e apresenta uma coloração avermelhada, com variação na coloração de padrões claros e escuros no pronoto (BRENNER, 2002).

Esses insetos geralmente depositam suas ootecas em locais escondidos e próximos a fontes de alimentos, como rodapés, ralos, rachaduras, frestas e caixas de gordura, que devem ser inspecionados regularmente para que se avalie o grau de infestação destes (MIRANDA; SILVA, 2008).

Rafael, Silva e Dias (2008) relataram que *P. americana* foi a espécie mais comum nas residências, hotéis e restaurantes da zona urbana de Manaus, ocorrendo em 83% dos locais visitados e, segundo Mariconi (1999), essa espécie ocorre em todas as cidades, vilas e povoados do Brasil.

Esse inseto frequenta latrinas, fossas, esgotos e cadáveres de animais, onde pode adquirir agentes causadores de doenças ao homem e aos animais domésticos (MARICONI, 1999). Com relação às condições de vetor e/ou reservatório de agentes patogênicos, já foram identificadas várias espécies de vírus (BAUMHOLTZ et al., 1997), bactérias (PRADO et al., 2002; RIVAULT; CLOAREC; LE GUYADER, 1993), fungos (PRADO et al., 2002), protozoários (BAUMHOLTZ et al., 1997; PAI; KO; CHEN, 2003) e pelo menos doze espécies de helmintos (BAUMHOLTZ et al., 1997; THYSSEN et al., 2004).

Além de ser vetor de diversos patógenos, esse inseto pode chegar ao rosto de pessoas adormecidas para comer detritos alimentares que ficaram impregnados na mucosa bucal, podendo roer os lábios e ocasionar o que é conhecido como *herpes blattae* (PRADO et al., 2002). Wirtz (1984) afirma que esses insetos podem também causar reações alérgicas como dermatite, rinite, bronquite, asma e até choque anafilático.

P. americana é excelente espécie-modelo, por ser de fácil criação em laboratório, considerando que muitos autores o mantiveram por um longo tempo e não relataram nenhuma dificuldade (CÁRCAMO, 2010; JARAMILLO; GONZÁLEZ, 2005; VIANNA; BERNE; RIBEIRO, 2001; WILLIS; LEWIS, 1957). Além disso, grande parte de sua biologia já é conhecida, incluindo o desenvolvimento (VIANNA; BERNE; RIBEIRO, 2001), longevidade (VIANNA; BERNE; RIBEIRO, 2001), performance reprodutiva (VIANNA et al., 2000) e suas exigências térmicas (VIANNA, 1999).

Essa espécie é consideravelmente longeva comparada a outras espécies de insetos, pois, mantida a 30°C e umidade relativa superior a 80%, sobreviveram, em média, 404 dias para os machos e 473 dias para as fêmeas (VIANNA; BERNE; RIBEIRO, 2001). Os mesmos autores ainda relataram que as fêmeas são mais longevas, podendo, nas mesmas condições, o ciclo biológico ultrapassar três anos.

Willis e Lewis (1957) observaram que quando submetidos ao estresse hídrico, a longevidade média das fêmeas foi reduzida para 40 dias, e dos machos, para 27, já quando privados só de alimento, as fêmeas sobreviveram, em média, 80 dias, enquanto que os machos, 43.

3.2 Estresse

Estresse em insetos pode ser causado por múltiplos fatores bióticos e abióticos como superpopulação, infecção patogênica/parasitária, temperaturas extremas, metamorfose, danos mecânicos, intoxicação química, fome, entre outros (BREY, 1994). Esses fatores podem alterar o crescimento, a sobrevivência, a longevidade, a reprodução, os movimentos e os hábitos gregários dos insetos (PANIZZI; PARRA, 2009).

3.2.1 Efeitos do estresse hídrico em insetos

A quantidade de água de diversos insetos geralmente varia de cerca de 60 a 80% do peso corporal, embora valores baixos como 40% já foram registrados (CHAPMAN, 1998). A perda de água ocorre nos insetos em várias vias paralelas: a cutícula, superfícies respiratórias e aberturas oral e anal (COOPER, 1983 apud APPEL; REIERSON; RUST, 1986). Para compensar a perda de água, esta é obtida por fontes externas, Chapman (1998) afirma que a maior parte da água, na maioria dos insetos, é adquirida a partir dos alimentos, mas se foram privados de alimento, bebem a água disponível.

Punzo (1989) relatou que adultos de *Schistocerca nitens* (Thunberg, 1815) (Orthoptera, Acrididae) submetidos por 24h à baixa umidade (12%), tem uma perda de peso significativamente maior do que aqueles submetidos à umidade mais elevada (72%).

Segundo Naidu (2001), adultos de *Stenocara gracilipes* Solier, 1835 (Coleoptera, Tenebrionidae) desidratados por 10 dias, tem uma perda de peso referente à, aproximadamente, 18% do peso inicial. O mesmo autor ainda complementa que quando eles bebem água por 1h, tem o peso aumentado em, aproximadamente, 11% do peso inicial.

Adultos de *Timarcha* sp. Latreille, 1829 (Coleoptera, Chrysomelidae) perdem até a morte, em média, 33% do peso inicial quando submetidos a umidade baixa (5%) (GEHRKEN; SOMME, 1994). Gehrken e Somme (1994) também relataram que esses insetos perdem, em média, 52% da água total que possuíam.

Punzo e Huff (1989) observaram que, aproximadamente, 90% das larvas de *Tenebrio obscurus* Fabricius 1792 (Coleoptera, Tenebrionidae) submetidos a baixa umidade (12%) por 1h, morrem após 24h de recuperação (mantidos em condições de manutenção), entretanto, somente 20% das larvas morrem quando expostas a uma umidade mais alta (73%) por 1h.

Os mesmos autores também relataram que adultos de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Tenebrionidae) recém-emergidos e mantidos a umidade baixa (12%) vivem significativamente menos do que aqueles mantidos em umidade mais alta (75%), chegando a ter uma redução de, aproximadamente, 85% na longevidade desses indivíduos.

Segundo Willis e Lewis (1957), adultos de *B. orientalis* tem a sobrevivência reduzida em 55% quando mantidas a umidades mais baixas (35%) quando comparadas com aquelas mantidas a umidade ideal (88%). Os mesmos autores também relataram que entre as ninfas da mesma espécie, a redução na sobrevivência é semelhante quando mantidas a umidades mais baixas (35%) e comparadas com aquelas mantidas a umidades mais altas (100%).

O número de ovos postos pelas fêmeas de *T. obscurus* em 48h foi, aproximadamente, 80% menor quando expostas a baixa umidade (12%) do que aquelas expostas à umidade mais alta (73%) (PUNZO; HUFF, 1989).

Naidu (2001) relatou que adultos de *S. gracilipes* desidratados por 10 dias, tem uma redução no volume da hemolinfa em, aproximadamente, 71% quando comparados com o volume inicial. O mesmo autor ainda relatou que quando eles bebem água por 1h, tem um aumento do volume da hemolinfa, não diferindo significativamente do volume inicial.

Adultos de *Megetra cancellata* (Brandt & Erichson, 1832) (Coleoptera, Meloidae) mantidos em umidade baixa (5%) e com ausência de água e alimento, tem uma redução de, aproximadamente, 45% no volume da hemolinfa quando comparados com o grupo controle (mantidos em condições de manutenção com água e alimento *ad libitum*) (COHEN, 1984).

Segundo Lord (2010), a dessecação aumenta a susceptibilidade de *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera, Tenebrionidae) à infecção por *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, 1912 (Hypocreales, Clavicipitaceae).

3.2.2 Efeitos do estresse alimentar em insetos

A quantidade e a qualidade do alimento consumido na fase imatura afetam a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento, o peso do corpo, a sobrevivência, bem como influenciam a fecundidade, a longevidade, a movimentação e a capacidade de competição de adultos (PANIZZI; PARRA, 2009).

Laparie et al. (2012) afirmaram que adultos de *Merizodus soledadinus* (Guerin-Meneville, 1830) (Coleoptera, Carabidae) privados de alimento por 47 dias tem uma perda de peso aproximada de 15% em relação ao seu peso inicial.

O peso de adultos de *Pachnoda sinuata* (Fabricius, 1775) (Coleoptera, Scarabaeidae) privados de alimento foi reduzido em aproximadamente 16% em

relação ao peso inicial em 27 dias (AUERSWALD; GÄDE, 2000). Auerswald e Gäde (2000) também relataram que o peso já havia sido significativamente diferente do grupo controle em apenas cinco dias de estresse.

Segundo Hill e Goldsworthy (1970), fêmeas de quinto instar de *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) (Orthoptera, Acrididae) privadas de alimento por dois dias imediatamente param de crescer e, após 48 horas, o peso foi significativamente menor que o peso inicial.

Larvas de *Pseudaletia separata* Walker, 1865 (Lepidoptera, Noctuidae) submetidos a estresse alimentar sobrevivem em média 8 dias e tem redução de, aproximadamente, 60% do peso inicial até a morte (IWAO, 1967). Iwao (1967) ainda relatou que uma média de 13% foi perdida nos primeiros três dias de estresse.

O tempo de sobrevivência dos insetos submetidos ao estresse alimentar é diretamente correlacionado com a quantidade de gordura estocada antes de se iniciar a fome (FAST, 1964 apud IWAO, 1967).

Segundo Hu, Song e Gao (2011), somente 5% dos operários e 60% dos soldados de *Reticulitermes flavipes* (Kollar, 1837) (Isoptera, Rhinotermitidae) sobrevivem após serem privados de alimento por 40 dias, enquanto que a sobrevivência foi de 82 e 90%, respectivamente, no grupo controle.

Adultos de *T. castaneum* privados de alimento por 21 dias tem uma redução de, aproximadamente, 85% na sua sobrevivência, enquanto que no grupo controle nenhum indivíduo morre ao término deste período (DAGLISH, 2006). Da mesma forma, Daglish (2006) também relatou que a redução na sobrevivência foi semelhante para adultos de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera, Bostrichidae) privados de alimento por apenas seis dias.

Park e Takeda (2008) relataram que adultos de *P. americana* morrem após serem privados de alimento por seis semanas.

Segundo Connat et al. (1991), larvas de *T. molitor* privadas de alimento, fazem mudas larvais extras levando a um tamanho menor até a alimentação ser retomada. Da mesma forma, Nijhout (1975) afirmou que larvas de *Manduca sexta* (Linnaeus, 1763) (Lepidoptera, Sphingidae) privadas de alimento têm seu peso e o tamanho da cabeça reduzidos, e explica que esse atraso no desenvolvimento leva a um número maior de mudas larvais.

A remoção do alimento das larvas de *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Lymantridae) causa um aumento significativo na porcentagem das larvas que tem um instar adicional, o qual foi de cerca de 32% no grupo estressado e de apenas 14% no grupo controle (LEONARD, 1970).

Daglish (2006) observou que adultos de *T. castaneum* privados de alimento por 28 dias tem uma redução de cerca de 96% da sua progênie quando comparado com aqueles não privados de alimento. O mesmo autor também relatou que a redução na progênie é semelhante em adultos de *R. dominica* quando privados de alimento por apenas quatro dias.

A porcentagem de reabsorção dos oócitos de fêmeas de *Oxya japonica* (Thunberg, 1815) (Orthoptera, Acrididae) privadas de alimento por 96 horas foi 3,5 vezes maior do que a das fêmeas do grupo controle com a mesma idade (LIM; LEE, 1981).

Segundo Leonard (1970), assim que o alimento foi retirado das larvas de *L. dispar* não há diferença nenhuma na atividade quando comparada com o grupo controle, mas assim que ficam com fome, a atividade aumenta e ao final do segundo dia demonstram um comportamento errante característico associado à fome. Da mesma forma, machos de *B. germanica* aumentam a velocidade de locomoção, distância percorrida e porcentagem do tempo em movimento quando estão com fome (BARCAY; BENNETT, 1991).

Alguns autores já relataram que insetos submetidos a estresse alimentar, deprimem o sistema imune (FEDER et al., 1997), seja no número de hemócitos (BLOCK; STOKS, 2008) ou na atividade da cadeia da profenoloxidase (BLOCK; STOKS, 2008; SIVA-JOTHY; THOMPSON, 2002). Esse prejuízo ao sistema imune torna o inseto mais susceptível a infecções por micro-organismos e ao desenvolvimento da doença, aumentando as chances de o patógeno vir causar morte ao inseto (FEDER et al., 1997; FURLONG; GRODEN, 2003; LORD, 2010).

Segundo Feder et al. (1997), ninfas de *Rhodnius prolixus* Stal, 1859 (Hemiptera, Reduviidae) submetidos ao estresse alimentar e infectados com *Enterobacter cloacae* (Jordan, 1890) Hormaeche, 1960 (Enterobacteriales, Enterobacteriaceae) tem um aumento da mortalidade quando comparados com aqueles insetos mantidos com alimentação *ad libitum*.

Da mesma forma, Furlong e Groden (2003) observaram que larvas de *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (Coleoptera, Chrysomelidae) privadas de alimento e infectadas com *B. bassiana* tem um aumento na susceptibilidade ao patógeno, quando comparadas com aquelas que não foram submetidas ao estresse alimentar.

Adultos de *T. molitor* submetidos a estresse alimentar tem uma redução significativa na atividade da cadeia da profenoloxidase, apesar da presença e manutenção de grandes reservas de gordura (SIVA-JOTHY; THOMPSON, 2002). Os autores complementam que essa atividade aumenta consideravelmente assim que os insetos tem acesso ao alimento.

Segundo Block e Stoks (2008), o número de hemócitos, atividade de profenoloxidase e atividade de fenoloxidase alcançam baixos níveis em indivíduos de *Lestes viridis* (Vander Linden, 1825) (Odonata, Lestidae) submetidos ao estresse alimentar quando comparado àqueles que não foram submetidos.

Hu, Song e Gao (2011) afirmaram que das 10 espécies de protozoários intestinais de *R. flavipes* identificados no grupo controle, no grupo privado de alimento, seis espécies são eliminadas, duas espécies tem o número significativamente reduzido, uma espécie não é afetada e uma é proliferada. Ainda relataram que das seis espécies eliminadas, uma delas é a espécie celulolítica mais importante e é crítica na fisiologia nutricional desses cupins.

4 Material e métodos

4.1 Metodologia

4.1.1 Manutenção das colônias de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758)

Adultos de *P. americana* foram coletados nas dependências do Instituto de Biologia (Universidade Federal de Pelotas) (31°48'S; 52°25'O) e já estavam sendo criados, em laboratório, antes do início do experimento.

As colônias foram mantidas, no Laboratório de Entomologia (Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas), conforme a metodologia adotada por Vianna, Berne e Ribeiro (2001), apenas diferindo na ração utilizada, onde, no presente trabalho, foi utilizada ração composta por farinha de carne e açúcar, na proporção de 1:1.

Durante todo o período de experimentação, as colônias de *P. americana* (tanto de manutenção quanto de experimentação) permaneceram em câmara climatizada, com temperatura de 26° ± 2°C, umidade relativa do ar a 70% ± 10% e fotofase de 12 horas, localizada no Laboratório de Entomologia.

4.1.2 Avaliação da sobrevivência de adultos de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) submetidos a estresses hídrico, alimentar ou hídrico/alimentar

Foi estabelecido quatro grupos de tratamentos, cada um composto por 20 casais com no máximo 10 dias após a emergência: a) sem alimento e água (estresse hídrico/alimentar); b) sem alimento e com água (estresse alimentar); c) com alimento e sem água (estresse hídrico); e d) com alimento e água *ad libitum* (grupo controle). Cada espécime foi isolado em frascos de vidro (para evitar o canibalismo) e foram mantidos em estufas B.O.D. com temperatura de 25° ± 0,2°C, umidade relativa do ar a 70% ± 10% e fotofase de 12 horas.

Assim que isolados e a cada três dias, os insetos foram pesados em balanças de precisão, e, além disso, se houvesse sido detectado morte de algum indivíduo, esta era registrada. As ootecas, se houvessem, eram retiradas dos frascos para que não servissem como fonte de alimento ou água. Os insetos

permaneceram nessas condições até que todos os indivíduos dos grupos estressados estivessem mortos.

4.2 Análise de dados

Para a análise de sobrevivência de adultos de *P. americana* submetidos a estresses hídrico, alimentar e hídrico/alimentar, foi feito pelo método de Kaplan-Meier. E, para comparação estatística das variáveis dependentes, foi utilizado o Logrank test.

Foi utilizado o teste de correlação simples de Pearson para avaliar se o peso inicial dos adultos influencia na sua sobrevivência.

Para avaliação da variação do peso nos diferentes grupos e sexos, os pesos iniciais foram transformados em pesos relativos, nesse caso, todos os indivíduos tiveram peso inicial de 100%, sofrendo alterações de aumento ou perda de peso também relativa, em porcentagem. Quando restou apenas um indivíduo, foi realizado um ajuste linear do peso relativo acumulado, para que não houvesse discrepância em vista da morte de outros indivíduos e o desaparecimento do peso destes na análise.

A influência do tempo na variação do peso relativo (%) foi avaliada por análise de regressão linear. Já a comparação entre a variação total dos pesos dos diferentes grupos e sexos foi realizada por análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey.

Todos os testes realizados consideraram o nível de significância com $p<0,05$ e para a realização desses foi utilizado o programa estatístico Statistix 8.

5 Resultados

No estresse hídrico, a análise de sobrevivência foi feita com 19 fêmeas, pois no 24° dia uma das fêmeas escapou do frasco, por esse motivo foi excluída das análises. Os indivíduos de *Periplaneta americana* em todos os estresses tiveram redução significativa na sua sobrevivência quando comparado ao grupo controle (GL=7; $p<0,001$; $X^2=145,18$) (Fig. 1). Também houve diferença significativa na sobrevivência dos tratamentos, sendo que o menor tempo foi daqueles insetos (tanto as fêmeas como os machos) privados de água e alimento, enquanto que aquele que sobreviveu por mais tempo foi daquelas fêmeas privadas só de alimento (Fig. 1). No grupo controle não houve mortalidade durante o período observado (Fig. 1). Os machos submetidos ao estresse hídrico e os submetidos ao estresse alimentar não apresentaram diferença significativa na sua sobrevivência ($p=0,25$), assim como ocorreu entre as fêmeas submetidas a estes dois estresses ($p=0,31$) (Fig. 1).

As fêmeas e os machos privados de alimento e água não apresentaram diferença significativa na sua sobrevivência ($p=0,44$) (Fig. 1). A TL50 e TL90 das fêmeas foram de 48 e 84 dias, respectivamente, com sobrevivência variando de 30 a 108 dias (Fig. 1). Nos machos, a TL50 e TL90 foram de 51 e 69 dias, respectivamente, com a sobrevivência variando de 18 a 93 dias (Fig. 1).

No estresse alimentar, os machos e as fêmeas apresentaram diferença significativa na sua sobrevivência ($p<0,001$) (Fig. 1). A TL50 e TL90 das fêmeas foram de 105 e 120 dias, respectivamente, com sobrevivência variando de 39 a 120 dias (Fig. 1). Nos machos, a TL50 e TL90 foram de 63 e 93 dias, respectivamente, com a sobrevivência variando de 42 a 120 dias (Fig. 1).

As fêmeas e os machos privados de água apresentaram diferença significativa na sua sobrevivência ($p<0,001$) (Fig. 1). A TL50 e TL90 das fêmeas foram de 90 e 120 dias, respectivamente, com sobrevivência variando de 72 a 120 dias (Fig. 1). Nos machos, a TL50 e TL90 foram de 60 e 81 dias, respectivamente, com a sobrevivência variando de 27 a 99 dias (Fig. 1).

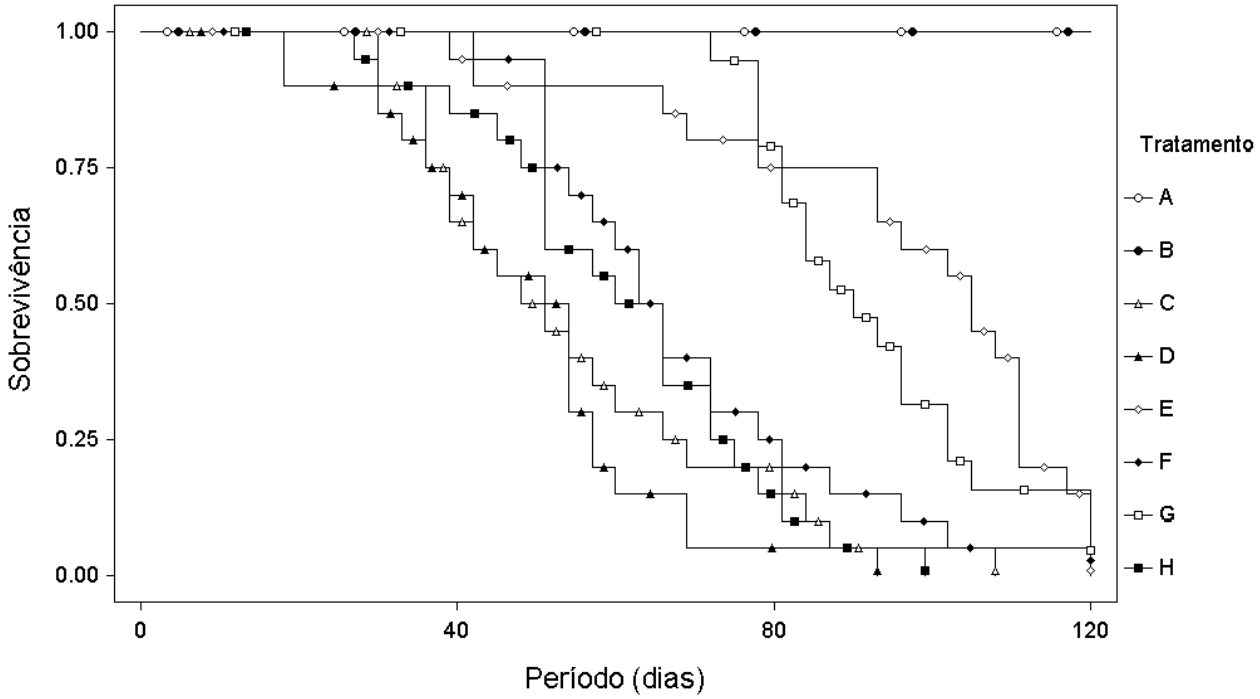

Figura 1 – Análise de sobrevivência de adultos de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) submetidos a diferentes condições de estresse. A-B = grupo controle; C-D = estresse hídrico/alimentar; E-F = estresse alimentar; G-H = estresse hídrico. Símbolos brancos representam as fêmeas e símbolos pretos representam os machos.

Nos indivíduos privados de alimento e água, tanto as fêmeas (r=0,21; p=0,36) quanto os machos (r=0,42; p=0,06) tiveram uma fraca correlação positiva entre a sobrevivência e o peso inicial dos indivíduos. No estresse alimentar, as fêmeas tiveram uma moderada correlação positiva (r=0,62; p=0,003), enquanto que os machos tiveram uma forte correlação positiva (r=0,81; p<0,001). Já naqueles insetos privados de água, as fêmeas tiveram uma ínfima correlação negativa (-0,08; p=0,74), enquanto que os machos tiveram uma ínfima correlação positiva (0,03; p=0,89).

O tempo influenciou significativamente a variação do peso em todos os tratamentos, sendo que as fêmeas e os machos de todos os estresses apresentaram redução significativa no peso ao longo do tempo (p<0,001), enquanto que no grupo controle, houve um aumento significativo (p<0,001) (Fig. 2).

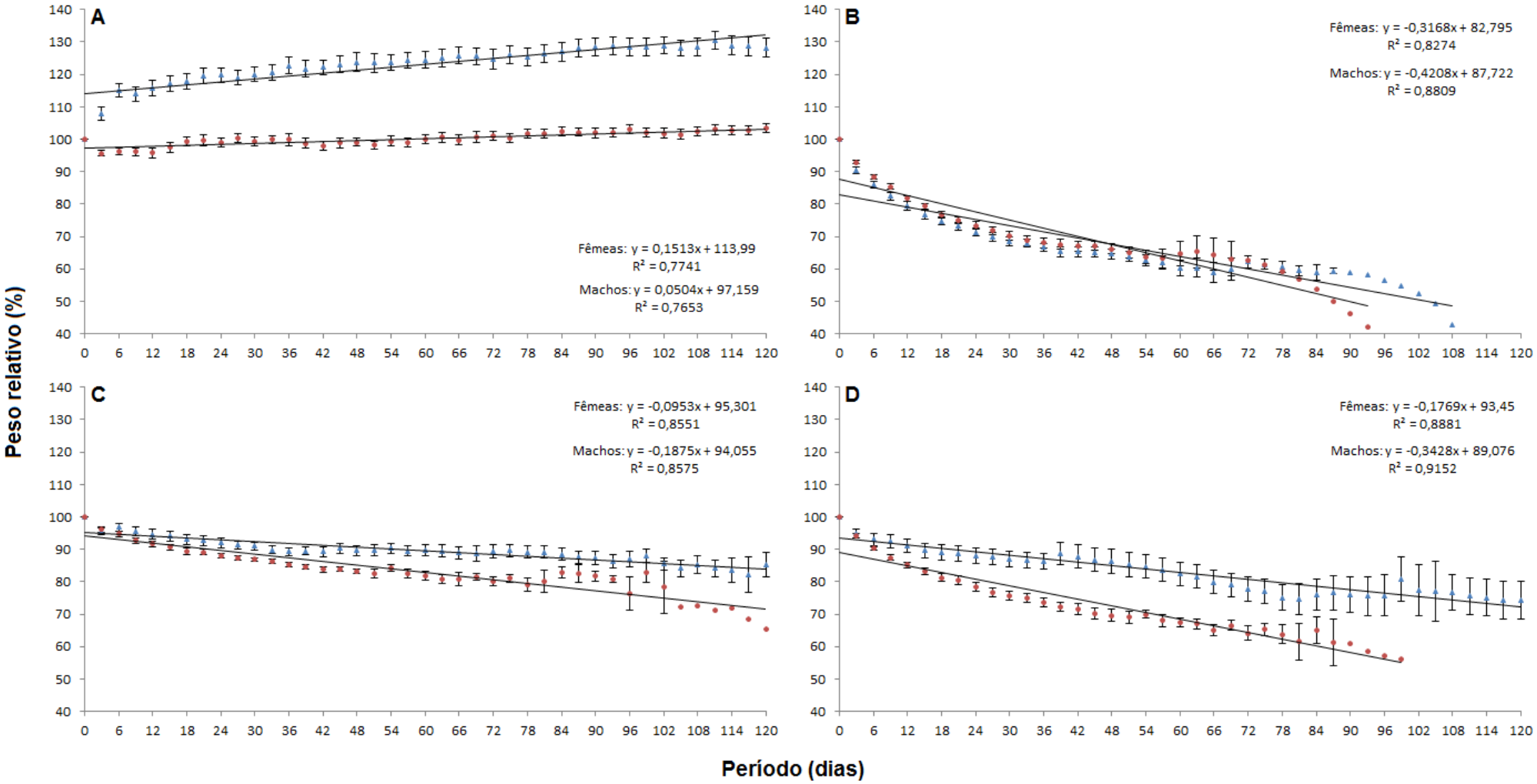

Figura 2 – Variação do peso de fêmeas e machos de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) submetidos a quatro tratamentos em função do período. A = grupo controle; B = estresse hídrico/alimentar; C = estresse alimentar; D = estresse hídrico. Barras verticais representam o erro padrão da média. Triângulos azuis representam as fêmeas e círculos vermelhos representam os machos.

A variação total do peso foi significativamente diferente nos diferentes tratamentos (GL=7; F=199,97; p<0,001) (Tab. 1). Naqueles estresses que não havia disponibilidade de água foram os que tiveram uma maior perda de peso na morte, em contrapartida, as fêmeas do grupo controle tiveram um ganho significativo no peso após o término do período de experimentação e os machos mantiveram seu peso médio quase inalterado (Tab. 1).

Tabela 1 – Variação total dos pesos relativos (%) de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) de cada tratamento após a morte (para os estresses) ou após o período de experimentação (para o grupo controle).

Tratamento	Sexo	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Controle	F	128,15 ± 13,17 a	96,30	148,62
	M	103,28 ± 6,19 b	91,16	115,18
Hídrico/Alimentar	F	59,45 ± 5,99 d	47,68	67,79
	M	61,02 ± 5,16 d	53,43	71,46
Hídrico	F	63,12 ± 11,14 d	48,74	95,66
	M	58,16 ± 4,03 d	50,82	64,05
Alimentar	F	78,35 ± 8,26 c	66,49	92,61
	M	73,34 ± 4,45 c	65,15	82,11

Letras diferentes na coluna representam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Houve redução no abdome e no acúmulo de gordura nas fêmeas submetidas ao estresse hídrico/alimentar, apesar de não ter sido mensurado de forma quantitativa no presente estudo (Fig. 3). O abdome das fêmeas foi reduzido drasticamente quando submetidas ao estresse (Fig. 3A-B), visivelmente observado ao comparar com o tamanho das asas, e, quando dissecadas, foi possível observar uma clara redução na gordura acumulada naquelas fêmeas estressadas (Fig. 3C-D).

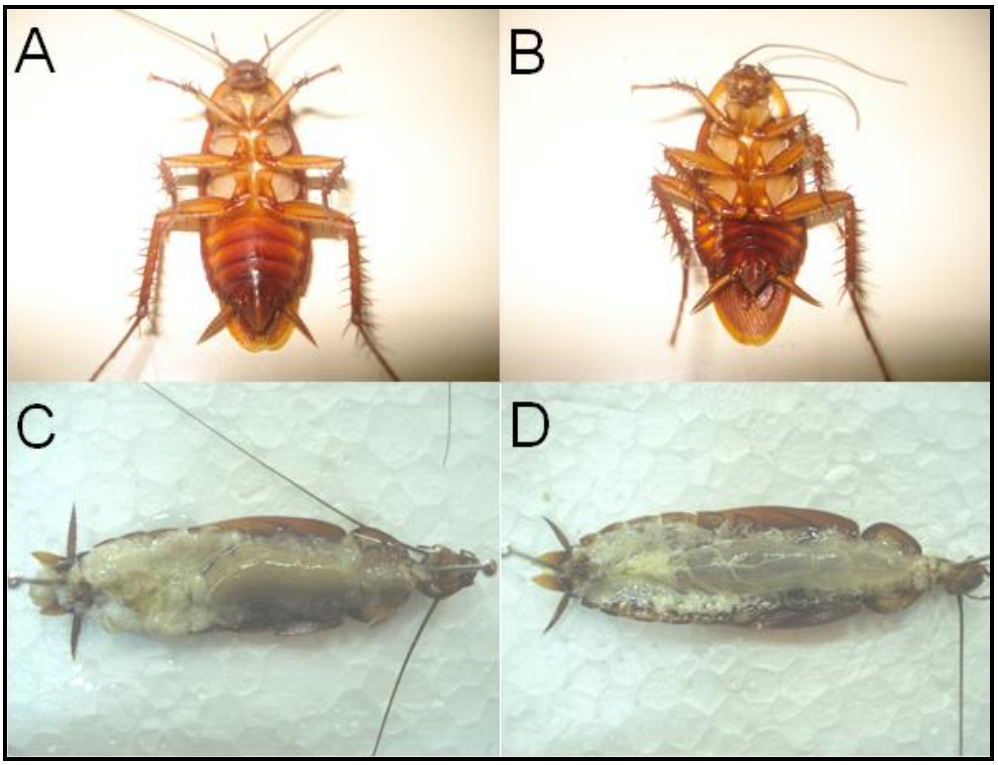

Figura 3 – Redução no abdome e no acúmulo de gordura de fêmeas de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) submetidas ao estresse hídrico/alimentar. A = grupo controle; B = estresse hídrico/alimentar; C = grupo controle dissecado; D = estresse hídrico/alimentar dissecado.

6 Discussão

A ausência de água e de alimento já havia sido relatada que tem influência na sobrevivência de diversas outras espécies de insetos (DAGLISH, 2006; HU; SONG; GAO, 2011; PUNZO; HUFF, 1989; WILLIS; LEWIS, 1957).

A ausência de água e alimento para as fêmeas reduziu, neste estudo, cerca de 85% da longevidade encontrada por Vianna, Berne e Ribeiro (2001), os quais relataram que as fêmeas podem sobreviver até 848 dias com alimento e água *ad libitum*, mantidas a 30°C e umidade relativa superior a 80%.

Em todos os tratamentos, os adultos de *Periplaneta americana* tiveram uma sobrevivência maior do que daqueles observados por Willis e Lewis (1957) para a mesma espécie. Isso pode ter ocorrido devido ao fato daqueles autores terem mantidos os insetos a umidade relativa mais baixa (36%), pois a umidade é um fator limitante na sobrevivência de insetos (PUNZO; HUFF, 1989; WILLIS; LEWIS, 1957). Mesmo naqueles indivíduos privados só de alimento, a umidade baixa provavelmente levou a uma menor sobrevivência, pois, apesar de haver água disponível, o inseto despende muita energia para recuperar a água perdida devido ao ambiente mais seco, e esse gasto de energia extra pode ter causado a redução na sobrevivência.

Outro fator que pode ter influenciado na sobrevivência entre esses dois trabalhos é o alimento utilizado antes de terem submetidos os insetos aos estresses, já que Panizzi e Parra (2009) afirmam que a quantidade e a qualidade do alimento consumido afeta a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento, o peso do corpo e a sobrevivência. No presente estudo, foi utilizado ração composta por farinha de carne e açúcar, enquanto que no trabalho de Willis e Lewis (1957), foi utilizado ração seca para cachorro.

Os machos e fêmeas do estresse hídrico tiveram uma maior sobrevivência quando comparado com o hídrico/alimentar, entretanto, Willis e Lewis (1957) observaram que os insetos não têm diferença significativa na sobrevivência quando submetidos a esses dois estresses. Isso provavelmente pode ter ocorrido devido ao estresse que aqueles insetos sofreram quando mantidos em umidade baixa (36%),

e, em razão disso, podem ter parado de se alimentar imediatamente, enquanto que no presente estudo, isso talvez não tenha ocorrido já que eles foram mantidos a umidade ideal (acima de 70%).

As fêmeas privadas de alimento e aquelas privadas de água tiveram uma sobrevivência maior do que os machos desses dois estresses, o que se sugere que a sobrevivência está mais ligada aos sexos do que aos estresses. Taylor e Freckleton Jr. (1969) observaram que fêmeas de *Leucophaea maderae* (Fabricius, 1781) (Blattaria, Blaberidae) sobreviveram mais do que os machos quando submetidos aos estresses, e justificaram que isso se deve, em parte, a elas geralmente terem mais corpo gorduroso do que os machos. Os mesmos autores complementam que em condições de fome, as reservas nutritivas dos corpos gordurosos são mobilizadas para a sobrevivência, e inferem que se elas ainda estivessem ativamente produzindo e ovipondo, a diferença na longevidade entre os sexos seria diminuída.

No estresse alimentar foram obtidos os maiores valores de correlação entre o peso inicial e a sobrevivência dos indivíduos, isto porque aqueles insetos que estavam mais pesados tinham mais gordura pra sobreviver por mais tempo, já que estes estavam privados de alimento, mas tinham água disponível. Segundo Fast (1964 apud IWAO, 1967), o tempo de sobrevivência dos insetos submetidos ao estresse alimentar é diretamente correlacionado com a quantidade de gordura estocada antes de se iniciar a fome. Em contrapartida, nos estresses com ausência de água foram obtidos menores valores de correlação, devido ao fato de terem morrido precocemente, provavelmente, por falta de água, já que tinham gordura suficiente para sobreviver por mais tempo.

A redução do peso ao longo do tempo quando os insetos são privados de água ou alimento tem sido relatada em diversas outras espécies de insetos (AUERSWALD; GÄDE, 2000; IWAO, 1967; LAPARIE et al., 2012; NAIDU, 2001; SVERDLOV; WOOL, 1975; WALL, 1970).

As fêmeas do grupo controle tiveram um aumento no peso ao longo do tempo, provavelmente devido ao acúmulo de nutrientes para produção de ootecas, já que Arrese e Soulages (2010) afirmam que a grande maioria dos lipídios acumulados nos oócitos é originada da gordura corporal da fêmea os quais são transportados para os ovários. Em contrapartida, os machos do grupo controle

mantiveram seu peso inalterado e com pouca variação ao longo do tempo talvez por não precisarem estocar gorduras para essa finalidade.

No estresse hídrico, apesar de terem sobrevivido mais do que aqueles do estresse hídrico/alimentar, tiveram uma variação de peso total semelhante, isto pode ser devido ao fato daqueles insetos privados de água, terem se alimentado no início do estresse. Com isso, eles mantiveram o peso inicial por alguns dias, porém, para evitar a perda excessiva de água usada na digestão, eles podem ter parado de se alimentar nos dias posteriores, já que, segundo Chapman (1998), o volume da hemolinfa cai quando o inseto se alimenta, aparentemente devido ao deslocamento da água da hemolinfa para o intestino.

Nos insetos privados só de alimento, a variação do peso total foi menor que dos outros estresses porque o peso perdido foi referente somente a gordura, já que a água sempre esteve disponível. Auerswald e Gäde (2000) relatam que os níveis de carboidratos na hemolinfa, músculos do voo e a gordura corporal de *P. sinuata* foram rapidamente e quase completamente esgotados durante a fome. Além disso, Gunn (1932 apud WHARTON; WHARTON; LOLA, 1965) afirma que *P. americana* apresenta um conteúdo de água variando de 70,4 a 74,8% do peso corporal, sugerindo que esses insetos perderam gordura corporal e músculos, mas mantiveram boa parte do seu conteúdo de água até que a morte ocorresse.

O fato de se observar uma queda mais acentuada no peso dos machos ao longo dos dias, em todos os estresses, provavelmente se deva à busca deles por uma fêmea para acasalar de tal forma que ele manteve a alta atividade mesmo na ausência de água e/ou alimento. Pois, segundo Seelinger (1985), fêmeas de *P. americana* produzem feromônios sexuais que despertam comportamentos característicos no macho, como atividade locomotora, levantamento de asa e orientação pelo vento. As fêmeas, em contrapartida, provavelmente devem ter entrado em hipobiose assim que constataram não haver água e/ou alimento, já que Grodzicki e Walentynowicz (2011) afirmaram que em resposta a impactos extremos, os insetos podem reagir aumentando a taxa de atividade para buscar um nicho mais confortável ou reduzindo o metabolismo, levando ao hipometabolismo.

7 Conclusões

Os estresses hídrico/alimentar, alimentar e hídrico reduzem o tempo de sobrevivência de adultos de *Periplaneta americana*.

Fêmeas de *P. americana* submetidas ao estresse alimentar e ao estresse hídrico tiveram uma maior sobrevivência que os machos submetidos a esses dois estresses. Machos e fêmeas de *P. americana* submetidos ao estresse hídrico/alimentar sobreviveram menos do que aqueles machos e fêmeas submetidos aos outros estresses.

Adultos de *P. americana* com maior peso sobrevivem por mais tempo quando privados só de alimento. O peso dos indivíduos de *P. americana* não influencia na sobrevivência nos estresses com ausência de água.

Os estresses causam redução gradual de peso nos adultos de *P. americana* até sua morte. A perda de peso total de *P. americana* é maior nos indivíduos privados de água do que daqueles privados só de alimento.

Fêmeas de *P. americana* submetidas ao estresse hídrico/alimentar apresentam redução no tamanho do abdome, sendo possível avaliar seu *status* nutricional.

8 Referências

APPEL, A. G.; REIERSON, D. A.; RUST, M. K. Cuticular water loss in the smokybrown cockroach, *Periplaneta fuliginosa*. **Journal of Insect Physiology**, v.32, n.7, p.623-628, 1986.

ARRESE, E. L.; SOULAGES, J. L. Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. **Annual Review of Entomology**, v.55, p.207-225, 2010.

AUERSWALD, L.; GÄDE, G. Metabolic changes in the African fruit beetle, *Pachnoda sinuata*, during starvation. **Journal of Insect Physiology**, v.46, p.343-351, 2000.

BARCAY, S. J.; BENNETT, G. W. Influence of starvation and lighting on the movement behavior of the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). **Journal of Economic Entomology**, v.84, p.1520-1524, 1991.

BAUMHOLTZ, M. A.; PARISH, L. C.; WITKOWSKI, J. A.; NUTTING, W. B. The medical importance of cockroaches. **International Journal of Dermatology**, v.36, p.90-96, 1997.

BLOCK, M.; STOKS, R. Short-term larval food stress and associated compensatory growth reduce adult immune function in a damselfly. **Ecological Entomology**, v.33, p.796-801, 2008.

BRENNER, R. J. Cockroaches (Blattaria). In: **Medical and veterinary entomology**. San Diego: Academic Press, 2002. p.29-44.

BREY, P. T. The impact of stress on insect immunity. **Bulletin de l'Institut Pasteur**, v.92, p.101-118, 1994.

CÁRCAMO, M. C. **Exigências térmicas e efeitos da densidade de *Aprostocetus hagenowii* (Ratzeburg, 1852) (Hymenoptera, Eulophidae) sobre o parasitismo em *Periplaneta americana* (Linnaues, 1758) (Blattaria, Blattidae)**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CHAPMAN, R. F. **The insects**: structure and function. 4.ed. New York: Cambridge University Press, 1998. 770p.

CLOAREC, A.; RIVAULT, C.; FONTAINE, F.; LE GUYADER, A. cockroaches as carriers of bacteria in multi-family dwellings. **Epidemiology and Infection**, v.109, p.483-490, 1992.

COCHRAN, D. G. **Cockroaches**: their biology, distribution and control. World Health Organization, 1999. 83p.

COHEN, A. C. Effects of water stress on hemolymph volume, osmotic potential and chemical composition in *Megetra cancellata*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, v.74, n.4, p.547-549, 1984.

CONNAT, J. L.; DELBECQUE, J. P.; GLITHO, I.; DELACHAMBRE, J. The onset of metamorphosis in *Tenebrio molitor* larvae (Insecta, Coleoptera) under grouped, isolated and starved conditions. **Journal of Insect Physiology**, v.37, n.9, p.653-662, 1991.

DAGLISH, G. J. Survival and reproduction of *Tribolium castaneum* (Herbst), *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Sitophilus oryzae* (L.) following periods of starvation. **Journal of Stored Products Research**, v.42, p.328-338, 2006.

FEDER, D.; MELLO, C. B.; GARCIA, E. S.; AZAMBUJA, P. Immune responses in *Rhodnius prolixus*: influence of nutrition and ecdysone. **Journal of Insect Physiology**, v.43, n.6, p.513-519, 1997.

FURLONG, M. J.; GRODEN, E. Starvation induced stress and the susceptibility of the colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, to infection by *Beauveria bassiana*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.83, p.127-138, 2003.

GEHRKEN, U.; SOMME, L. Tolerance of desiccation in Beetles from the High Atlas Montains. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, v.109, n.4, p.913-922, 1994.

GRODZICKI, P.; WALENTYNOWICZ, K. Hypometabolism in insects. In: **Hypometabolism**: strategies of survival in vertebrates and invertebrates. Kerala: Research Signpost, 2011. p.19-37.

GUIMARÃES, J. H. Baratas: manejo integrado em áreas urbanas. **Agroquímica, Ciba-Geigy**, v.25, 1984.

HILL, L.; GOLDSWORTHY, J. The utilization of reserves during starvation of larvae of the migratory locust. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.36, p.61-70, 1970.

HU, X. P.; SONG, D.; GAO, X. Biological changes in the eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Isoptera, Rhinotermitidae) and its protozoa profile following starvation. **Insect Sociaux**, v.58, p.39-45, 2011.

IWAO, S. Resistance to starvation of pale and black larvae of the armyworm, *Leucania separata* Walker (Lepidoptera : Noctuidae). **Botyu-Kagaku**, v.32, p.44-46, 1967.

JARAMILLO, G. I. R.; GONZÁLEZ, R. O. Muerte secundaria de adultos de *Periplaneta americana* (Blattodea: Blattidae) vía canibalismo de especímenes muertos por imidacloprid. **Revista Colombiana de Entomología**, v.31, n.1, p.5-8, 2005.

LAPARIE, M.; LARVOR, V.; FRENOT, Y.; RENAULT, D. Starvation resistance and effects of diet on energy reserves in a predatory ground beetle (*Merizodus soledadinus*; Carabidae) invading the Kerguelen Islands. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, v.161, p.122-129, 2012.

LEONARD, D. E. Effects of starvation on behavior, number of larval instars, and developmental rate of *Porthetria dispar*. **Journal of Insect Physiology**, v.16, p.25-31, 1970.

LIM, S. J.; LEE, S. S. The effect of starvation on haemolymph metabolites, fat body and ovarian development in *Oxya japonica* (Acrididae: Orthoptera). **Journal of Insect Physiology**, v.27, p.93-96, 1981.

LORD, J. C. Dietary stress increases the susceptibility of *Tribolium castaneum* to *Beauveria bassiana*. **Journal of Economic Entomology**, v.103, n.5, p.1542-1546, 2010.

MARICONI, F. A. M. **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 460p.

MIRANDA, R. A.; SILVA, J. P. Enterobactérias isoladas de *Periplaneta americana* capturadas em um ambiente hospitalar. **Ciência et Praxis**, v.1, n.1, p.21-24, 2008.

NAIDU, S. G. Water balance and osmoregulation in *Stenocara gracilipes*, a wax-blooming tenebrionid beetle from the Namib Desert. **Journal of Insect Physiology**, v.47, p.1429-1440, 2001.

NIJHOUT, H. F. A threshold size for metamorphosis in the tobacco hornworm, *Manduca sexta* (L.). **The Biological Bulletin**, v.149, p.214-255, 1975.

PAI, H.; KO, Y. C.; CHEN, E. R. Cockroaches (*Periplaneta americana* and *Blattella germanica*) as potential mechanical disseminators of *Entamoeba histolytica*. **Acta Tropica**, v.87, p.355-359, 2003.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. In: **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.21-35.

PARK, M. S.; TAKEDA, M. Starvation suppresses cell proliferation that rebounds after refeeding in the midgut of the American cockroach, *Periplaneta americana*. **Journal of Insect Physiology**, v.24, p.386-392, 2008.

PELLENS, R.; GRANDCOLAS, P. **Catalogue of Blattaria (Insecta) from Brazil**. Auckland: Magnolia Press, 2008. 109p.

PINTO, A. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. **Manejo de pragas urbanas**. Piracicaba: CP 2, 2007. 208p.

PRADO, M. A.; PIMENTA, F. C.; HAYASHID, M.; SOUZA, P. R.; PEREIRA, M. S.; GIR, E. Enterobactérias isoladas de baratas (*Periplaneta americana*) capturadas em um hospital brasileiro. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v.11, n.2, p.93-98. 2002.

PUNZO, F. Comparative temperature and water relations and hemolymph osmoregulation in the desert insects, *Taeniopoda eques* and *Schistocerca vaga* (Orthoptera, Acrididae). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, v.93, n.4, p.751-755, 1989.

PUNZO, F.; HUFF, G. Comparative temperature and water relations and the effects of thermal acclimation on *Tenebrio molitor* and *Tenebrio obscurus* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, v.93, n.3, p.527-533, 1989.

RAFAEL, J. A.; SILVA, N. M.; DIAS, R. M. N. S. Baratas (Insecta, Blattaria) sinantrópicas na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v.38, n.1, p.173-178, 2008.

RIVAULT, C.; CLOAREC, A.; LE GUYADER, A. Bacterial load of cockroaches in relation to urban environment. **Epidemiology and Infection**, v.110, p.317-325, 1993.

SEELINGER, S. Behavioural responses to female sex pheromone components in *Periplaneta americana*. **Animal Behaviour**, v.33, p.591-598, 1985.

SIVA-JOTHY, M. T.; THOMPSON, J. J. W. Short-term nutrient deprivation affects immune function. **Physiological Entomology**, v.27, p.206-212, 2002.

SVERDLOV, E.; WOOL, D. Some aspects of survival of starved adult *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, v.11, p.149-154, 1975.

TAYLOR, R. L.; FRECKLETON JR., W. C. Sex differences in longevity of starved cockroaches (*Leucophaea maderae*). **Journal of Invertebrate Pathology**, v.13, p.68-73, 1969.

THYSSEN, P. J.; MORETTI, T. C.; UETA, M. T.; RIBEIRO, O. B. O papel de insetos (Blattodea, Diptera e Hymenoptera) como possíveis vetores mecânicos de helmintos em ambiente domiciliar e peridomiciliar. **Cadernos de Saúde Pública**, v.20, n.4, p.1096-1102, 2004.

TRIPLEHORN, C. A.; JONNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809p.

VIANNA, E. E. S. **Bionomia de *Periplaneta americana* Linnaeus, 1758 (Blattodea: Blattidae)**. 1999. 194f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VIANNA, E. E. S.; BERNE, M. E. A.; CHERNAKI, A. M.; SILVEIRA JR., P.; RIBEIRO, P. B. Performance reprodutiva de *Periplaneta americana* Linneu, 1758 (Blattodea: Blattidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.67, n.1, 2000.

VIANNA, E. E. S.; BERNE, M. E. A.; RIBEIRO, P. B. Desenvolvimento e longevidade de *Periplaneta americana* Linneu, 1758 (Blattodea: Blattidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.2, p.111-115, 2001.

WALL, B. J. Effects of dehydration and rehydration on *Periplaneta americana*. **Journal of Insect Physiology**, v.16, p.1027-1042, 1970.

WHARTON, D. R.; WHARTON, M. L.; LOLA, J. Blood volume and water content of the male American cockroach, *Periplaneta americana* L. – methods and the influence of age and starvation. **Journal of Insect Physiology**, v.11, p.391-404, 1965.

WILLIS, E. R.; LEWIS, N. The longevity of starved cockroaches. **Journal of Economic Entomology**, v.50, n.4, p.438-440, 1957.

WIRTZ, R. A. Allergic and toxic reactions to non-stinging arthropods. **Annual Review of Entomology**, v.29, p.47-69, 1984.

ZORZENON, F. J. Noções sobre as principais pragas urbanas. **Biológico**, v.64, n.2, p.231-234, 2002.