

EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *MUSCA DOMESTICA* (DIPTERA: MUSCIDAE)

BRUNO MADEIRA¹; MÁRCIO SOARES FERREIRA²; MIKAELA QUINTANA DA SILVA³; RODRIGO FERREIRA KRÜGER⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – brunoo.madeiraa@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – marcisoferr@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – mikaelaqa12@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – rfkruger@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) é uma praga pecuária cosmopolita de elevada importância médico-veterinária. Pela forte associação com fezes, atua como vetor mecânico de ampla gama de patógenos, vírus, bactérias, protozoários e ovos de helmintos (Freeman et al., 2019; Geden et al., 2021), incluindo agentes relacionados à mastite bovina em sistemas leiteiros, além de *Mannheimia haemolytica*, ligada à doença respiratória bovina e a perdas econômicas relevantes (Neupane et al., 2019). Em criações bovinas, suinícias e avícolas, os prejuízos superam centenas de milhões de dólares, impulsionados por redução de produtividade e pelo uso de inseticidas (Geden et al., 2021; Mutamiswa et al., 2021). O emprego intensivo desses produtos favorece a resistência e pode afetar serviços ecossistêmicos, como polinização e controle natural (Mutamiswa et al., 2021).

Como alternativa, o controle biológico emprega inimigos naturais, predadores, parasitoides e microrganismos, e integra-se, de forma estratégica, ao Manejo Integrado de Pragas (MIP) para reduzir impactos ambientais e à saúde (Hoddle, 2024; Zhou et al., 2024). A eficácia do MIP depende do monitoramento populacional e do conhecimento da biologia da praga; entre esses fundamentos, as exigências térmicas são centrais, pois a temperatura modula funções fisiológicas e adaptativas de ectotérmicos, incluindo imunidade, sobrevivência e comportamento (Abram et al., 2017).

Este trabalho tem o objetivo de determinar as exigências térmicas dos estágios imaturos de *M. domestica* sob diferentes temperaturas constantes, visando subsidiar o uso racional do controle biológico em sistemas sustentáveis de produção animal.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em câmaras climatizadas (B.O.D.) nos Laboratórios de Biologia de Insetos e de Ecologia de Parasitos e Vetores, a partir de colônia de *Musca domestica* mantida sob condições controladas. As exigências térmicas foram avaliadas em sete temperaturas constantes (15,0; 20,0; 22,5; 25,0; 30,0; 35,0; 40,0 °C), com três réplicas de 100 ovos por temperatura.

Para evitar pseudorréplica, a unidade experimental foi a réplica e, por temperatura, calculou-se uma taxa de desenvolvimento média ponderada, gerando um ponto robusto por réplica. A análise modelou a relação taxa-temperatura em duas etapas: primeiro, ajuste linear do método do grau-dia na faixa quase linear (15–40 °C para larvas; 20–40 °C para pupas) para estimar Tb e K; depois, ajustes não lineares biologicamente realistas em toda a gama térmica com os modelos Brière-1, Lactin-2 e Meia-parábola. A seleção baseou-se no AIC, complementada por comparação ao modelo nulo e pela coerência de

parâmetros como T_b e T_{opt} . As rotinas foram implementadas em R (4.5.1) com pacotes usuais para ajuste e visualização.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a obtenção dos dados e a realização das análises, os quatro modelos avaliados apresentaram evidência estatística em pelo menos um critério de comparação com o nulo ($p<0,05$). Para o desenvolvimento de larvas (Figura 1), o ajuste linear por grau-dia, restrito ao trecho quase linear de 15 a 40 °C, estimou $T_b \approx 7,11$ °C e $K \approx 134,4$ grau-dias, com diferença em relação ao nulo por LRT ($\chi^2(1)=45,6$; $p<0,001$) e $AIC=-97,5$. Entre os não-lineares, a Meia-parábola apresentou o menor AIC ($AIC=-160,0$), seguida de Brière-1 ($AIC=-158,0$; $\Delta AIC=2,0$) e Lactin-2 ($AIC=-152,0$; $\Delta AIC=8,0$). As estimativas foram consistentes: Meia-parábola com $T_b=T_{min}=12,5$ °C, $T_{opt} \approx 40,0$ °C e $K \approx 139$; Brière-1 com $Tb_{curva} \approx 3,0$ °C, $Tmax_{curva} \approx 50,0$ °C, $T_{opt} \approx 40,3$ °C e $K \approx 128$; Lactin-2 com $Tb_{curva} \approx 0,0$ °C, $Tmax_{curva} \approx 48,2$ °C, $T_{opt} \approx 39,2$ °C e $K \approx 131$.

Para o desenvolvimento de pupas (Figura 2), no intervalo quase linear de 20 a 40 °C, o modelo linear indicou $T_b \approx 5,57$ °C e $K \approx 141,0$ grau-dias ($AIC=-112,1$), com evidência contra o nulo por LRT ($\chi^2(1)=19,1$; $p<0,001$). Entre os não-lineares, Brière-1 e Lactin-2 empataram como melhores por informação ($AIC \approx -150$ para ambos; $\Delta AIC < 2$), enquanto a Meia-parábola apresentou ajuste inferior ($AIC=-123$; $\Delta AIC \approx 27$). As estimativas dos dois modelos de topo foram concordantes, com Tb_{curva} entre 12,9 e 13,2 °C, T_{opt} entre 35,2 e 35,7 °C e $Tmax_{curva}$ entre 42,0 e 42,6 °C, e forte ganho em relação ao nulo (Brière-1: $p<0,001$; Lactin-2: $p<0,001$).

Os resultados revelam curvas térmicas côncavas e biologicamente plausíveis para ambos os estágios, com ótimos distintos e faixas de tolerância específicas. Em larvas, T_{opt} concentra-se em torno de 40 °C e o desempenho é melhor descrito por modelos curvilíneos, com clara vantagem informacional da Meia-parábola e forte proximidade de Brière-1, ao passo que o ajuste linear serve apenas como referência local no trecho quase linear. Em pupas, Brière-1 e Lactin-2 fornecem descrições equivalentes e parcimoniosas da resposta térmica, com T_{opt} entre 35 e 36 °C e $Tmax_{curva}$ próximo de 42 a 43 °C, enquanto a Meia-parábola perde aderência aos dados. Em comparação com Lysyk e Axtell (1987), não se observou queda nítida da taxa de desenvolvimento de larvas acima de 35 °C, o que sugere a necessidade de ampliar a amostragem em temperaturas mais altas, como 42,5 e 45 °C, para delimitar melhor $Tmax$ e caracterizar a declividade no extremo quente. No conjunto, a superioridade dos modelos curvilíneos e o tratamento adequado da variância sustentam inferências mais robustas sobre exigências térmicas, parâmetros críticos (T_b , T_{opt} , $Tmax$) e diferenças entre estágios, com implicações diretas para planejamento experimental, manejo e previsão sob distintos cenários térmicos.

Figura 1: desenvolvimento de larvas de *M. domestica* em diferentes temperaturas.
Fonte: acervo pessoal.

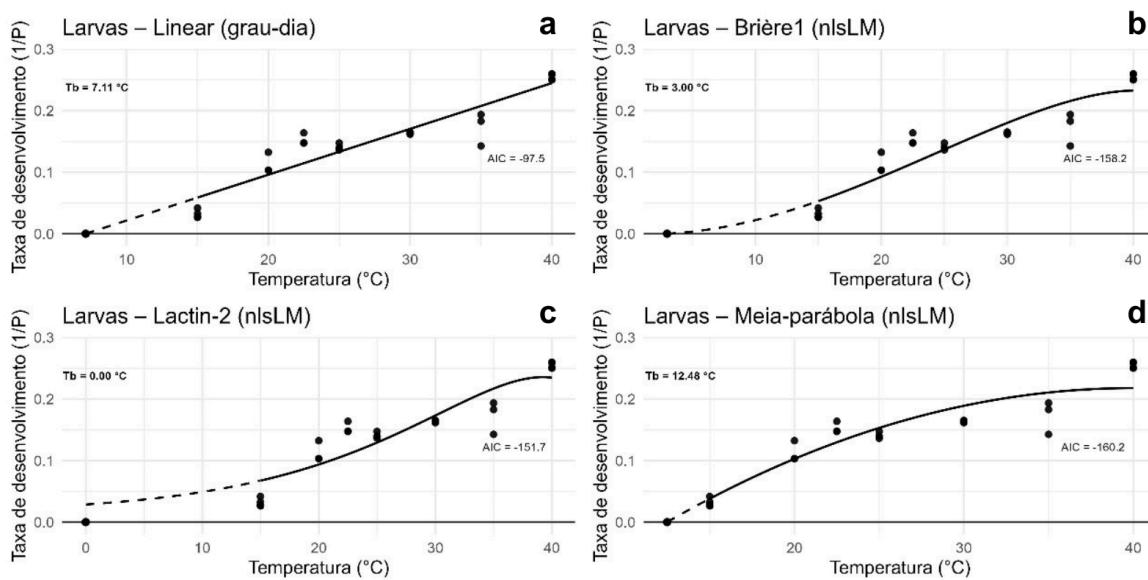
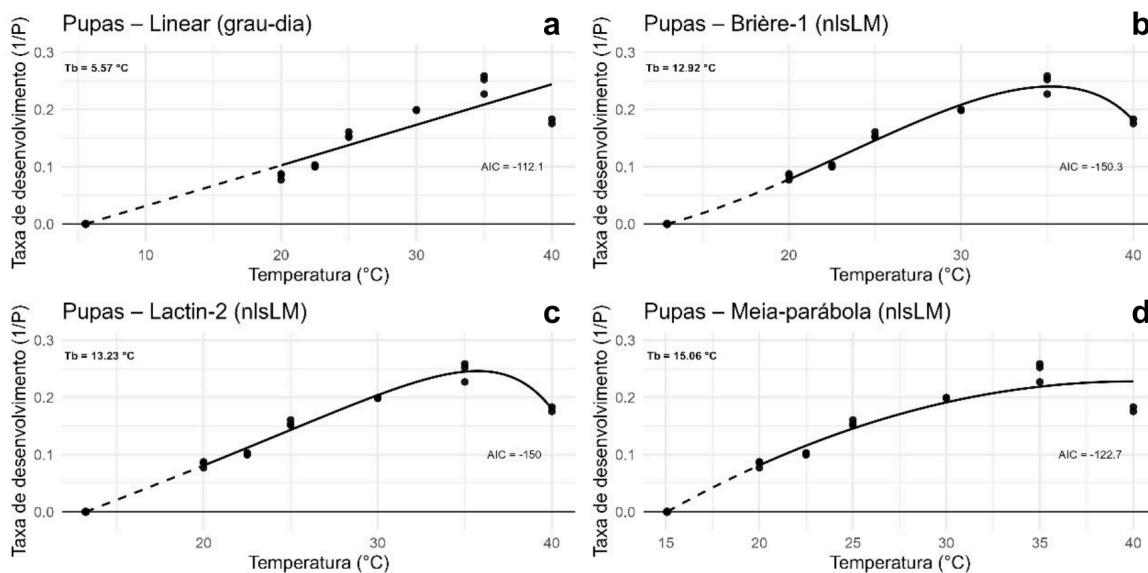


Figura 2: desenvolvimento de pupas de *M. domestica* em diferentes temperaturas.

Fonte: acervo pessoal.



4. CONCLUSÕES

As análises indicam que o Binomial Negativo com termo quadrático descreve melhor a sobrevivência em função da temperatura, por captar a curvatura térmica e acomodar a superdispersão, superando o linear e outras formas. Em larvas, os não lineares representam todo o gradiente com vantagem para a meia-parábola (muito próxima de Brière-1), enquanto o linear é apenas referencial no trecho quase retilíneo. Em pupas, Brière-1 e Lactin-2 são equivalentes, com preferência prática por Brière-1 pela parcimônia. Integrando os estágios, observam-se ótimos distintos e janelas de alta sobrevivência centradas neles, com a faixa mais estreita contida na mais ampla. A ausência de queda marcada em altas temperaturas para larvas sugere ampliar a amostragem no extremo quente. Recomenda-se o Binomial Negativo quadrático para inferências,

com meia-parábola (larvas) e Brière-1 (pupas), mantendo Lactin-2 como sensibilidade; os achados orientam planejamento, manejo e projeções térmicas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAM, Paul K. et al. Behavioural effects of temperature on ectothermic animals: unifying thermal physiology and behavioural plasticity. **Biological Reviews**, v. 92, n. 4, p. 1859-1876, 2017.

CAVALHEIRO, Caroline da Silva et al. Controlling house fly populations under laboratory conditions: *Hydrotaea aenescens* larvae as effective predator. **Journal of Applied Entomology**, 2024.

FREEMAN, Jamie C.; ROSS, Douglas H.; SCOTT, Jeffrey G. Insecticide resistance monitoring of house fly populations from the United States. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 158, p. 61-68, 2019.

GEDEN, C. J. et al. House fly (Diptera: Muscidae): biology, pest status, current management prospects, and research needs. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 12, n. 1, p. 39, 2021.

HODDLE, Mark S. A new paradigm: proactive biological control of invasive insect pests. **BioControl**, v. 69, n. 3, p. 321-334, 2024.

MUTAMISWA, Reyard et al. Overview of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel)(Diptera: Tephritidae) in Africa: From invasion, bio-ecology to sustainable management. **Crop Protection**, v. 141, p. 105492, 2021.

LYSYK, T. J.; AXTELL, R. C. A simulation model of house fly (Diptera: Muscidae) development in poultry manure. **The Canadian Entomologist**, v. 119, n. 5, p. 427-437, 1987.

NEUPANE, Saraswoti; NAYDUCH, Dana; ZUREK, Ludek. House flies (*Musca domestica*) pose a risk of carriage and transmission of bacterial pathogens associated with bovine respiratory disease (BRD). **Insects**, v. 10, n. 10, p. 358, 2019.

R Core Team (version 4.5.1)(2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

ZHOU, Wentao et al. Integrated pest management: an update on the sustainability approach to crop protection. **ACS omega**, v. 9, n. 40, p. 41130-41147, 2024.