

Exigências térmicas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

Paulo B. Ribeiro¹; Paulo R. P. Costa²; Alci E. Loeck³; Élvia E. S. Vianna⁴ & Paulo Silveira Júnior⁵

1. Depto de Microbiologia e Parasitologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, (UFPEL), Caixa Postal 354, 96010-900, Pelotas, RS.

2. *In memoriam*.

3. Depto de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, UFPEL.

4. Museu de História Natural, Escola de Educação, Universidade Católica de Pelotas, Caixa Postal 402, 96010-000, Pelotas, RS.

5. Depto de Matemática, Estatística e Computação, UFPEL.

ABSTRACT. Thermal requirements of *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. The thermal requirements of *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) and the number of generations in the year are determined. The colony to obtain eggs, larvae, pupae and adults was established under laboratory conditions. Every stage was maintained at constant temperature (15, 20, 25 and 30°C), in cameras, with relative humidity of $80\% \pm 5$ and photophase of 12 hours, to settle down the thermal inferior limit and the thermal constant by the method of the hiperbole. The thermal inferior limit to phase of egg, larvae and pupa were respectively 10.0, 9.1 and 10.2°C, and 10.2°C to all the aquatic cycle, with a thermal constant of 207.2 degree-day, with the mean of 15.5 generations per year in Pelotas, State of Rio Grande do Sul.

KEYWORDS. *Culex*, Culicidae, thermal requirements.

INTRODUÇÃO

Culex quinquefasciatus (Say, 1823) é cosmopolita, bem adaptada ao ambiente urbano, desenvolve-se preferencialmente em pequenas coleções de água estagnada ou de baixa vazão, rica em matéria orgânica, suportando inclusive poluição química ocasionada, muitas vezes, pela deficiência de ações sanitárias efetivas que acompanhem a demanda de urbanização. Em ambientes aquáticos altamente poluídos por matéria orgânica, o oxigênio dissolvido é baixíssimo. Isto impede a vida da maioria dos invertebrados, com exceção daqueles que conseguem respirar através de sifão respiratório, como *C. quinquefasciatus* (NEVES, 1995). Esta espécie é o principal vetor da *Wuchereria bancrofti* (Cobbold, 1877); transmite *Brugia malayi* (Buckley & Edeson, 1956), *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) e poxvirus aviário. É o provável transmissor do vírus das encefalites Saint Louis e equina (HARWOOD & JAMES, 1979).

COSTA *et al.* (1994) observaram que, em condições de laboratório a 5°C e 40°C, não houve desenvolvimento de estágios do ciclo aquático de *C. quinquefasciatus* e que a 10°C, apenas as larvas se desenvolveram, mas com baixa viabilidade (4,54%). À temperatura de 35°C, houve desenvolvimento de ovos e pupas, enquanto que as larvas não se desenvolveram. VIANNA *et al.* (1996b) constataram que, em Pelotas, RS, o ciclo aquático da espécie, no ambiente, desenvolve-se durante todo o ano; que a duração desse ciclo variou de 8 a 48 dias e a viabilidade dos estágios de ovo e pupa manteve-se alta ao longo do ano; a fase de larva foi a mais prejudicada quanto à viabilidade, cuja redução ocorreu nos meses de março, novembro e dezembro, mantendo-se superior a 80% nos demais meses.

No Texas, STRICKMAN (1988) constatou aumento na atividade de oviposição de *C. quinquefasciatus* em

temperaturas superiores a 22°C, enquanto que em temperatura inferior a 2°C a oviposição praticamente cessou. VIANNA *et al.* (1996a), ao avaliarem a oviposição e a longevidade da espécie em condições ambientais em Pelotas, constataram que a média de oviposição por fêmea ao longo do ano variou de 0,14 a 1,61 nos meses de julho e dezembro, respectivamente. A longevidade média oscilou de 21,4 a 43,5 dias e nos meses com temperaturas superiores a 20°C foi inferior a 30 dias.

O objetivo foi estimar as exigências térmicas, a viabilidade dos estágios de desenvolvimento, o número de gerações e a disponibilidade térmica ao longo do ano para *C. quinquefasciatus* no município de Pelotas.

MATERIAL E MÉTODOS

Adultos de *Culex quinquefasciatus* foram obtidos a partir de larvas coletadas em criadouros na zona urbana de Pelotas, Rio Grande do Sul e levadas ao Laboratório de Entomologia, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Universidade Federal de Pelotas. Em bandejas plásticas, com água decolorada, foram alimentadas com levedo de cerveja e ração para ratos previamente diluídos. As pupas eram removidas para Beckers e transferidas para gaiolas de criação (30x30x30 cm) para a emergência dos adultos. Estes foram mantidos em gaiolas revestidas com tela plástica e alimentados diariamente com água açucarada e mel a 10%. Duas vezes por semana oportunizou-se a hematofagia dos insetos, expondo-se em cada gaiola *Coturnix japonica* (Temminck & Schlegel, 1849), codorna, onde também era mantido um frasco com capacidade de 100 ml de água decolorada para a oviposição.

Ovos, larvas e pupas obtidos a partir das colônias de adultos foram submetidos a temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C e UR $80\% \pm 5$, em câmara. As exigências térmicas

(K), em graus-dia (GD) e o limite inferior de temperatura (Tb) foram estimados pelo método da Hipérbole, conforme proposto por HADDAD & PARRA (1984). O número de ciclos foi estimado através do quociente entre a disponibilidade térmica anual e a exigência térmica do ciclo aquático de *C. quinquefasciatus*. O cálculo das acumulações diárias de temperatura foi desenvolvido conforme RIBEIRO *et al.* (2001).

Para a avaliação do número de gerações, o modelo da análise estatística utilizado apresenta a seguinte decomposição, onde as influências ano, mês, resíduo e total equivalem, respectivamente, aos graus de liberdade 4; 11; 44 e 59. Procedeu-se à análise de variação da variável número de ciclos com um estudo complementar de regressão polinomial, com o propósito de verificar o número de gerações ao longo do ano e nos diferentes anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de incubação dos ovos de *Culex quinquefasciatus* variou de 1 a 6 dias, sendo inversamente proporcional à temperatura (tab. I). Na Malásia, SHIVER & BICKLEY (1964) reportaram que o período embrionário e a viabilidade de ovos de *C. quinquefasciatus* foram, respectivamente, menos de 27 h e 57% a 35°C, 68 h e 44% a 18°C e a faixa de temperatura de 23,9 a 29,4°C a que apresentou a maior viabilidade (70%). As diferentes temperaturas (15°C - 30°C) praticamente não influenciaram a viabilidade no estágio de ovo, cujos valores mantiveram-se acima de 97,9%.

Relacionando-se a viabilidade de ovos de *C. quinquefasciatus* com resultados obtidos por RAYAH & GROUN (1983) em uma população do Sudão, em que não houve eclosão a 13 e a 39°C, infere-se que pode existir variação na viabilidade, quanto ao limiar inferior e superior de temperatura, relacionada às características específicas de populações em regiões geográficas distintas.

O período larval desta espécie aumentou com o decréscimo da temperatura, de 30°C e 15°C, com variação média de 7,5 a 35,7 dias, respectivamente (tab. II). Na

Tabela I. Influência da temperatura no período de incubação, em dias (PI) e viabilidade (V) de *Culex quinquefasciatus*, em condições de laboratório (T, temperatura; N, número de ovos).

T(°C)	N	PI		V (%)
		Média	Variação	
15	11168	3,3	3 - 6	99,6
20	9549	2,6	2 - 3	98,0
25	8893	1,5	1 - 1,5	97,9
30	8654	1,0	—	98,1

Tabela II. Influência da temperatura no período larval, em dias (PL) e viabilidade (V) de larvas de *Culex quinquefasciatus*, em condições de laboratório (T, temperatura; N, número de larvas).

T(°C)	N	PL		V (%)
		Média	Variação	
15	750	35,7	20 - 48	34,0
20	750	11,7	10 - 29	53,5
25	750	12,5	7 - 19	83,6
30	750	7,5	5 - 15	79,7

Tabela III. Influência da temperatura no período pupal, em dias (PP) e viabilidade (V) de pupas de *Culex quinquefasciatus*, em condições de laboratório (T, temperatura; N, número de pupas).

T(°C)	N	PP		V (%)
		Média	Variação	
15	750	5,2	4 - 7	78,0
20	750	5,4	3 - 8	98,7
25	750	1,4	1 - 3	95,8
30	750	1,7	1 - 2	80,8

Tabela IV. Influência da temperatura no ciclo aquático de *Culex quinquefasciatus*, em condições de laboratório (T, temperatura; V, viabilidade).

T(°C)	Ciclo (dias)	V (%)
15	44,3	26,4
20	19,6	48,8
25	15,3	78,4
30	10,2	63,2

Carolina do Norte, RUEDA *et al.* (1990) obtiveram períodos larvais inferiores (5,4 e 25,3 dias), utilizando as mesmas temperaturas (30° e 15°C). A maior viabilidade ocorreu a 25°C (83,6%), com considerável redução abaixo desta temperatura.

Observou-se que o período de pupa variou em média de 1,7 (30°C) a 5,2 (15°C) dias (tab. III) e a viabilidade manteve-se acima de 78% nas temperaturas de 20°C a 30°C. Constatou-se ligeiro declínio a 15°C (78%), evidenciando menor influência da temperatura sobre a viabilidade quando comparado ao estágio de larva.

O ciclo aquático da espécie variou de 10,2 a 44,3 dias, com maior viabilidade (78,4%) a 25°C (tab. IV). O período de desenvolvimento de *C. quinquefasciatus* foi influenciado pela temperatura, resultando em uma variação inversamente proporcional ($r = -0,91$) (tab. IV).

A expressão da hipérbole e sua recíproca para o desenvolvimento de *C. quinquefasciatus* em laboratório, representa a linearização ao atingir o eixo dos X, indicada pela temperatura base (Tb) (velocidade de desenvolvimento igual a zero), respectivamente, para ovo, larva, pupa e ciclo aquático (figs. 1-4).

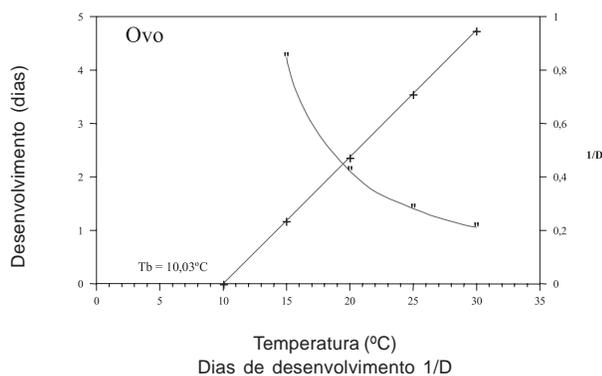


Fig. 1. Curva de velocidade de desenvolvimento da fase de ovo de *Culex quinquefasciatus*, em diferentes temperaturas. Fotofase 10 horas.

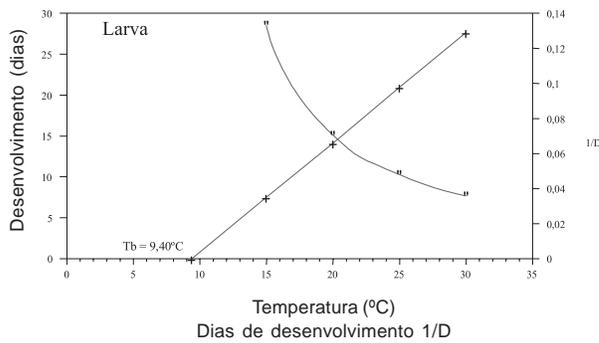


Fig. 2. Curva de velocidade de desenvolvimento da fase de larva de *Culex quinquefasciatus*, em diferentes temperaturas. Fotofase 10 horas.

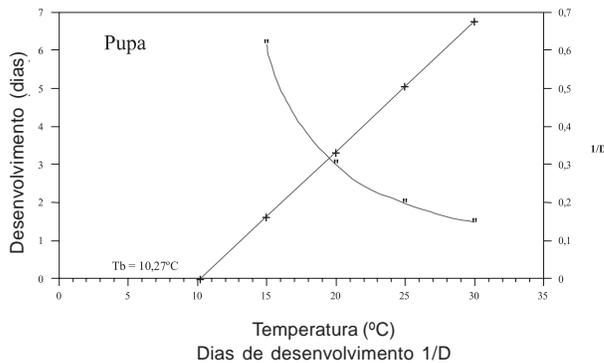


Fig. 3. Curva de velocidade de desenvolvimento da fase de pupa de *Culex quinquefasciatus*, em diferentes temperaturas. Fotofase 10 horas.

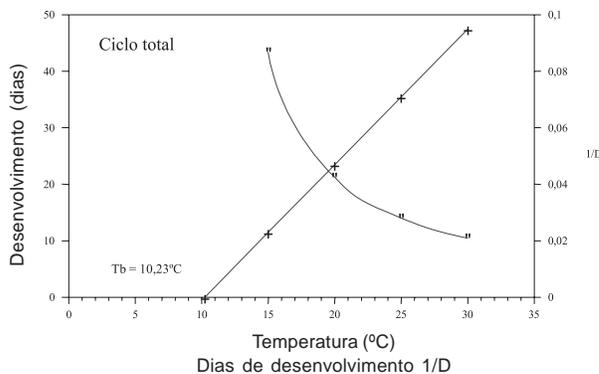


Fig. 4. Curva de velocidade de desenvolvimento do ciclo total de *Culex quinquefasciatus*, em diferentes temperaturas. Fotofase 10 horas.

Os valores da temperatura base inferior (Tb) e da constante térmica (K) para as fases de ovo, larva, pupa e o ciclo total de desenvolvimento foram de 10,0; 9,1; 10,3; 10,2 e de 21,0; 160,0; 29,1; 207,2 GD, respectivamente (tab. V).

Tabela V. Temperaturas bases inferiores (Tb) e constantes térmicas (K) dos estágios aquáticos de *Culex quinquefasciatus*, em laboratório.

Fase	Modelo matemático	Tb (°C)	K (GD)	R ² (%)
Ovo	$Y = -0,47685 + 0,047519X$	10,0	21,0	97,0
Larva	$Y = -0,05871 + 0,00625X$	9,1	160,0	93,0
Pupa	$Y = -0,352527 + 0,034337X$	10,3	29,1	81,0
Ovo-Larva-Pupa	$Y = -0,04935 + 0,004826X$	10,2	207,2	99,0

A disponibilidade térmica (GD) para *C. quinquefasciatus*, no período de 1990 a 1994, foi menor nos meses de junho, julho e agosto e a disponibilidade térmica acumulada anual média foi de 3215,3 GD (tab. VI).

O número de ciclos anuais não diferiu significativamente no período de 1990/94. Todavia, o número de ciclos aquáticos durante os meses do ano, no quinquênio 90/94, variou entre 0,5 a 2,0 (tab. VII). Estes dados, submetidos à análise de variação e de regressão polinomial (tab. VIII), indicaram variação significativa ao longo dos anos. Este comportamento é melhor representado pela regressão de 4º grau, cujo coeficiente de determinação foi de 96%. Verificou-se que ocorreram praticamente duas gerações por mês de *C. quinquefasciatus*, no período de dezembro a março (tab. VII). A média de ciclos aquáticos de junho a agosto foi de 0,6 (tab. VIII), indicando que este constituiu o período crítico para o desenvolvimento desta espécie. Este fato foi constatado por VIANNA *et al.* (1996a) que, ao estudarem a oviposição e longevidade desta espécie em condições ambientais em Pelotas, verifica-

Tabela VI. Disponibilidade térmica (GD) para *Culex quinquefasciatus*, considerando temperatura base de 10,23°C para ciclo aquático, no período de 1990 a 1994, em Pelotas, RS.

Mês	Ano					Médias
	1990	1991	1992	1993	1994	
Jan	455,9	389,3	421,3	448,9	399,8	423,0
Fev	370,4	369,1	425,5	367,1	356,6	377,7
Mar	341,4	382,0	419,5	403,2	361,1	381,4
Abr	296,8	282,7	296,8	336,9	261,7	295,0
Mai	154,9	258,5	170,0	205,3	259,3	209,6
Jun	71,5	120,4	180,3	117,9	133,6	124,7
Jul	100,9	96,7	69,7	72,6	117,7	91,5
Ago	153,9	178,1	119,4	136,2	119,4	141,4
Set	141,2	201,9	175,6	135,1	347,0	200,2
Out	301,2	245,9	259,7	265,1	252,2	264,8
Nov	349,1	288,6	274,5	255,8	305,2	288,6
Dez	349,5	422,5	369,8	378,3	566,0	417,2
GD	3086,7	3235,7	3182,1	3092,4	3479,6	3215,3

Tabela VII. Número de ciclos aquáticos de *Culex quinquefasciatus* no período de 1990 a 1994, em Pelotas, RS.

Mês	Ano					Médias
	1990	1991	1992	1993	1994	
Jan	2,2	1,9	2,0	2,2	1,9	2,0
Fev	1,8	1,8	2,1	1,8	1,7	1,8
Mar	1,6	1,8	2,0	1,9	1,7	1,8
Abr	1,4	1,4	1,4	1,6	1,3	1,4
Mai	0,7	1,2	0,8	1,0	1,3	1,0
Jun	0,3	0,6	0,9	0,6	0,6	0,6
Jul	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	0,5
Ago	0,7	0,9	0,6	0,7	0,6	0,7
Set	0,7	1,0	0,8	0,7	1,7	0,9
Out	1,5	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3
Nov	1,7	1,4	1,3	1,1	1,5	1,4
Dez	1,7	2,0	1,8	1,8	2,7	2,0
Total	14,8	15,7	15,3	15,1	16,8	15,5

Tabela VIII. Análise da variação do número de ciclos aquáticos de *Culex quinquefasciatus*, em Pelotas, RS (**, significativo; ns, não-significativo).

Causas da variação	GL	QM	F
Ano	4	0,0573	1,12ns
Mês	(11)	-	-
Regressão Linear	1	0,9601	18,70**
Regressão Quadrática	1	12,8645	250,57**
Regressão Cúbica	1	0,8835	17,21**
Regressão de 4º grau	1	0,9771	19,03**
Desvio de Regressão	7	0,0915	1,78ns
Resíduo	44	0,0513	-

ram variação na duração do ciclo aquático de 8 a 48 dias, nos meses de março e julho, respectivamente. FORATTINI (1962) demonstrou existir uma relação direta entre a temperatura e o desenvolvimento aquático da espécie. Pode-se inferir que em períodos de condições ambientais adversas, meses de baixas temperaturas, *C. quinquefasciatus* responde estrategicamente com diapausa facultativa na fase de larva.

O clima de Pelotas permite o desenvolvimento de *C. quinquefasciatus* durante todo o ano. A disponibilidade térmica para esta espécie varia significativamente durante o ano, mantendo similaridade ao longo dos anos. Neste município ocorrem no mínimo 15 ciclos aquáticos anuais.

Em condições de laboratório, de 15 a 30°C, o desenvolvimento do ciclo aquático de *C. quinquefasciatus* foi completo, variando apenas a duração deste período, inversamente proporcional à temperatura. A disponibilidade térmica de Pelotas, exigência térmica e número de gerações ao longo do ano desta espécie, associados a outros fatores bióticos, permitem prever intervalo entre tratamentos e outras estratégias de manejo para controle desta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, P. R. P.; VIANNA, E. E. S. *et al.* 1994. Influência da temperatura na longevidade e viabilidade do ciclo aquático do *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) (Diptera: Culicidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Paulo, 3(2):87-92.
- FORATTINI, O. P. 1962. **Entomologia médica**. São Paulo, EDAMEC. 662p.
- HADDAD, M. L. & PARRA, J. R. P. 1984. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento de diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos**. Piracicaba, FEALQ. 12p.
- HARWOOD, R. F. & JAMES, M. T. 1979. **Entomology in human and animal health**. New York, Macmillan. 548p.
- NEVES, P. D. 1995. **Parasitologia humana**. 9. ed. São Paulo, Atheneu. 524p.
- RAYAH, E. A. EL & GROUND, N. A. A. 1983. Effect of temperature on hatching of eggs and embryonic survival in the mosquito *Culex quinquefasciatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, 33(3):349-351.
- RIBEIRO, P. B.; CARVALHO, C. J. B. *et al.* 2001. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Ophyra aenescens* Wiedemann, 1830 (Diptera, Muscidae, Azeliinae), em Pelotas, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, 68(1):75-82.
- RUEDA, L. M.; PATEL, K. J. *et al.* 1990. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, Lanham, 27(5):892-898.
- SHIVER, D. & BICKLEY, W. E. 1964. The effect of temperature on hatching of eggs of mosquito *Culex quinquefasciatus*. **Mosquito News**, Tampa, 24:137-146.
- STRICKMAN, D. 1988. Rate of ovipositor by *Culex quinquefasciatus* in San Antonio, Texas, during three years. **Journal of the American Mosquito Control Associate**, Lake Charles, 4(3):339-344.
- VIANNA, E. E. S.; COSTA, P. R. P. & RIBEIRO, P. B. 1996a. Oviposição e longevidade de adultos do *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) (Diptera: Culicidae) em condições ambientais, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Paulo, 5(1):47-52.
- . 1996b. Longevidade e viabilidade do ciclo aquático do *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) (Diptera: Culicidae) em condições ambientais, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Paulo, 5(1):53-56.