

O CICLO DA INTERMUDA EM *MACROBRACHIUM BORELLII* (NOBILI, 1896) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE): A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO COMPRIMENTO DO ANIMAL¹

Georgina Bond²

Ludwig Buckup^{2,3}

RESUMO. Foram realizados estudos de laboratório sobre o camarão de água doce do sul do Brasil *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896). Foram analisadas as relações entre as médias das temperaturas e a duração do ciclo de intermuda e entre o tamanho do corpo do animal e a duração do ciclo.

ABSTRACT. Laboratory studies were made on the biology and the ecology of *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), a prawn from southern Brazil. The relationship between the averages of variable temperatures and the length of the intermolt cycle and between the body size and length of the cycle were analyzed.

Tendo por objetivo avaliar, quantitativamente, a influência da temperatura da água e do comprimento do animal sobre a duração do ciclo da intermuda, em *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), um camarão da água doce que ocorre no Brasil meridional, realizou-se um experimento, em forma de cultivo, com 673 dias de duração, no laboratório de Carcinologia do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porte Alegre, Brasil.

A duração do ciclo da muda é influenciada não só por hormônios, mas também por fatores ambientais (Hiatt, 1948; Templeman, 1936; Travis, 1954; Carlisle, 1957; Roberts, 1957; Jefferies, 1964; Lockwood, 1968; Descouturelle, 1976). Fry, 1947, ressalta que o exame das respostas fisiológicas dos indivíduos a fatores ambientais específicos, permite que se faça a interpretação de relações causais ligadas à distribuição das espécies; isto significa que o estudo das relações do ciclo

¹Parte da Dissertação de Mestrado em Ecologia de G. Bond, aprovada pelo CPG Ecologia da UFRGS em 29. iv. 1980.

²Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

³Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCT)

da intermuda com os fatores ambientais assume importância ecológica e biogeográfica.

Drach, 1949, constatou que as condições térmicas da muda influem sobre a distribuição geográfica de quatro espécies de "caranguejos". Kinne, 1971, apud Nelson et alii, 1977, menciona que nos ecossistemas aquáticos a temperatura e a salinidade são consideradas, geralmente, os principais fatores ambientais que limitam a distribuição dos invertebrados.

Nos crustáceos, as variações térmicas interferem na frequência das mudas e na duração do ciclo da intermuda (Templeman, 1936; Hiatt, 1948; Drach, 1949; Travis, 1954; Carlisle, 1957; Roberts, 1957; Boyd & Johnson, 1963; Jefferies, 1964; Lockwood, 1968; Kamiguchi, 1971; Descouturelle, 1976; Vargas & Paternina, 1977).

Em *M. borellii*, Setz e Buckup, 1977, encontraram uma duração média da intermuda de 68 dias (mínima: 42 e máxima: 91 dias). Em *P. argentinus* os mesmos autores encontraram uma média de 25,5 dias (mínima: 11; máxima: 34 dias). Os experimentos foram conduzidos em temperaturas médias de 23°C.

Outros fatores podem interferir no ciclo da intermuda, como, por exemplo, a luz (Templeman, 1936), as mutilações de apêndices (Hiatt, 1948; Stoffel & Hubschman, 1974) e a idade (Travis, 1954; Jefferies, 1964). Katre & Reddy, 1976, afirmam que a frequência da muda não é afetada pelo tamanho do animal, mas sim pela quantidade de alimento disponível. Roberts, 1957, verificara que a falta de alimento dificulta a realização da muda. Ling & Merican, 1961, ressaltam que a duração do ciclo em *M. rosenbergii* depende de vários fatores, como: quantidade de alimento consumido, idade do espécimen e, ainda, dos estágios do desenvolvimento das gonadas durante o período em questão. Descouturelle, 1978, constatou em *Atyaephyra desmaresti desmaresti*, que a duração da intermuda é significativamente diferente nas fêmeas em pré-vitelogênese, em vitelogênese e em incubação.

MATERIAL E MÉTODOS

O material de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) procede do Banhado do Taim, que abrange parte dos municípios de Rio Grande e de Santa Vitória do Palmar, no Estado do Rio Grande do Sul.

Como recipientes do cultivo foram utilizados 24 aquários de 13 litros e 18 aquários de 9 litros. Durante os 673 dias do experimento foram feitos registros sobre as variações da temperatura e o acompanhamento das variações das condições físico-químicas da água nos ambientes de cultivo. A rotina adotada no experimento pode ser encontrada em Bond e Buckup, 1982, com todos os detalhes dos métodos utilizados.

Na análise das relações entre as médias das temperaturas utilizadas no experimento e a velocidade média do ciclo da intermuda, encontrou-se a indicação de que a faixa de temperatura considerada, poderia corresponder a porção intermediária, quase reta, da curva logística, ou

seja, a expressão matemática considerada como aquela que melhor descreve essa relação nos animais poiquilotérmicos (Andrewartha & Birch, 1954). De fato, não foi possível encontrar diferenças importantes no ajuste aos pontos quando se considerou uma reta ou uma curva. Nada se opôs, portanto, a que os resultados do experimento, naqueles aspectos que consideraram a influência da temperatura, fossem analisados como uma regressão linear, com vantagem óbvia para o manejo dos dados.

Na análise da regressão da duração do ciclo da intermuda para a temperatura, a variável dependente é representada pela recíproca, ou seja, pela velocidade média do ciclo da intermuda em um dia, expresso em porcentagem ($\frac{100}{y}$). A variável independente corresponde à média aritmética das temperaturas médias diárias ocorridas durante o período de intermuda.

Visando destacar a influência da temperatura, sobre a velocidade média do ciclo da intermuda em um dia, com a menor interferência possível do tamanho do animal, decidiu-se analisar os dados em grupos formados por intervalos de classe de comprimento, para cada sexo.

Em outra análise, buscando destacar a influência do comprimento do animal, formou-se grupos amostrais com intervalos de classe de temperatura para cada sexo.

Na análise das diversas regressões abordadas no presente trabalho adotou-se os procedimentos recomendados por Snedecor & Cochran, 1967. A comparação das retas, duas a duas, seguiu o método da análise da covariância recomendado pelos mesmos autores.

Adotou-se intervalos de confiança de 95%. Significância é identificada, nas tabelas, por S, ausência de significância por NS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas primeiras tentativas de avaliação das relações entre a temperatura e a velocidade do ciclo de intermuda, ignorando-se a idade dos "camarões", encontrou-se graus de correção muito baixos, não significativos. Isto se explica pelo crescimento muito desigual entre "camarões" da mesma idade. Em um coorte de *M. borellii*, nascido em laboratório no dia 25/11/1976, as medidas de comprimento, tomadas entre os dias 8 e 11/06/1977, ou seja, cerca de 196 dias após a eclosão, mostraram a seguinte variação de dados: machos: média de $24,4 \pm 1,6$ mm, com uma amplitude de 19 a 32 mm; fêmeas: média de $24,6 \pm 1,4$ mm, com uma amplitude de 20 a 31 mm. Com o decorrer do tempo esta desigualdade no crescimento tende a acentuar-se cada vez mais.

A análise da regressão da velocidade do ciclo para a temperatura passou a mostrar coeficientes de determinação mais elevados quando no exame dos dados considerou-se grupos amostrais formados por classes de comprimento e por sexo.

Em *M. borellii* a identificação do sexo torna-se segura em animais maiores do que 20 mm (comprimento rostro-telso). Os maiores exempla-

res de *M. borellii* alcançaram 60 mm de comprimento. Assim, com uma amplitude de cerca de 40 mm e dispondo-se de registros sobre um total de 389 intermudas (machos: 204; fêmeas: 185), optou-se por 8 intervalos de classe, cada um com uma amplitude de 5 mm.

Nas fêmeas de *M. borellii* não houve unidades amostrais na classe I, o que se explica pela rapidez com que as fêmeas menores passam à classe superior subsequente (II) ao concluírem o primeiro ciclo de intermuda a partir da primeira medição.

A análise da variância da regressão nas classes II e VIII das fêmeas, foi prejudicada pelo reduzido número de unidades amostrais.

Os resultados da análise da regressão da velocidade média do ciclo da intermuda, em um dia, para a temperatura média do período, constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise da regressão da velocidade média do ciclo de intermuda, em um dia, para a temperatura.

<i>Macrobrachium borellii</i> (Nobili, 1896), machos.						
Classes	Intervalo da classe comprimento (mm)	N	a ± EP _a	b ± EP _b	r ²	F
I	21 — 26	6	-7,348 ± 9,831	0,679 ± 0,517	0,301	1,724 NS
II	26 — 31	7	-0,961 ± 8,919	0,306 ± 0,460	0,081	0,442 NS
III	31 — 36	23	-5,979 ± 2,140	0,507 ± 0,104	0,530	23,63 S
IV	36 — 41	66	-0,761 ± 1,260	0,223 ± 0,059	0,183	14,35 S
V	41 — 46	48	-5,332 ± 1,582	0,424 ± 0,072	0,433	35,12 S
VI	46 — 51	29	-2,876 ± 1,375	0,287 ± 0,063	0,438	21,09 S
VII	51 — 56	11	-3,211 ± 4,490	0,295 ± 0,201	0,193	2,157 NS
VIII	56 — 61	14	1,374 ± 1,520	0,065 ± 0,073	0,062	0,789 NS

<i>Macrobrachium borellii</i> (Nobili, 1896), fêmeas.						
Classes	Intervalo da classe comprimento (mm)	N	a ± EP _a	b ± EP _b	r ²	F
III	31 — 36	22	-4,147 ± 0,882	0,438 ± 0,042	0,845	110,99 S
IV	36 — 41	38	-2,302 ± 1,745	0,306 ± 0,080	0,289	14,65 S
V	41 — 46	51	-4,326 ± 1,316	0,378 ± 0,061	0,438	38,17 S
VI	46 — 51	43	-2,567 ± 0,839	0,283 ± 0,040	0,554	50,83 S
VII	51 — 56	21	-2,572 ± 1,141	0,281 ± 0,053	0,593	27,75 S

Pelo exame global dos resultados da análise da regressão se verifica, em ambos os sexos, uma aceleração da velocidade média do ciclo da intermuda, ou seja, uma redução na duração do período da intermuda, quando a temperatura média da água, durante o ciclo, se torna mais elevada.

Pelos resultados da comparação das retas de regressão, figuras 1 e 2 e Tabelas 2 e 3, pode-se constatar que, em ambos os sexos, a velocidade do ciclo da intermuda é afetada pela temperatura, de uma forma que varia com o comprimento do animal.

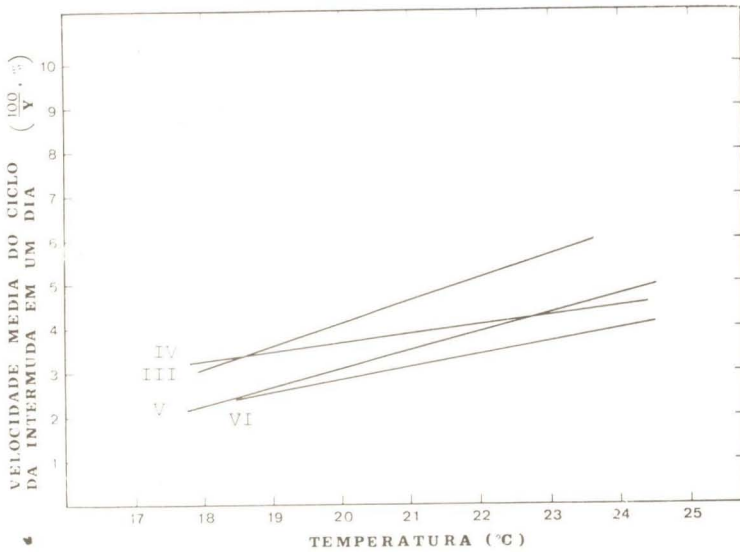


Figura 1 - *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), machos. Retas de regressão da velocidade média do ciclo da intermuda para a temperatura nas classes de comprimento III a VI.

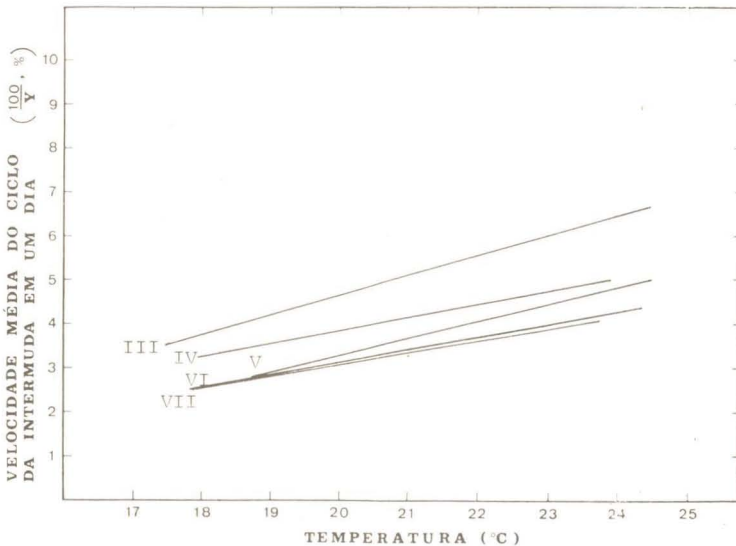


Figura 2 - *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), fêmeas. Retas de regressão da velocidade média do ciclo da intermuda para a temperatura nas classes de comprimento III a VII.

Tabela 2 – Comparação entre as retas de regressão da velocidade média do ciclo da intermuda para a temperatura, nas classes de comprimento. *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), machos.

Classes	F(s ²)	F(b)	F(a)
III x IV	F _(21,64) = 1,044NS	F _(1,85) = 5,720 S	F _(1,86) = 8,630 S
III x V	F _(21,46) = 1,344NS	F _(1,67) = 0,474NS	F _(1,68) = 24,597 S
III x VI	F _(21,27) = 2,908 S	F _(1,48) = 3,429NS	F _(1,49) = 50,044 S
IV x V	F _(64,46) = 1,288NS	F _(1,110) = 4,396S	F _(1,111) = 1,470NS
IV x VI	F _(64,27) = 2,785 S	F _(1,91) = 0,352NS	F _(1,92) = 16,791 S
V x VI	F _(46,27) = 2,163 S	F _(1,73) = 1,706NS	F _(1,74) = 11,261 S

Tabela 3 – Comparação entre as retas de regressão da velocidade média do ciclo da intermuda para a temperatura, nas classes de comprimento. *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), fêmeas.

Classes	F(s ²)	F(b)	F(a)
III x IV	F _(20,36) = 0,383 NS	F _(1,56) = 1,947 NS	F _(1,57) = 25,459 S
III x V	F _(20,49) = 0,441 NS	F _(1,69) = 0,473 NS	F _(1,70) = 70,236 S
III x VI	F _(20,41) = 0,880 NS	F _(1,61) = 6,825 S	F _(1,62) = 142,170 S
III x VII	F _(20,19) = 1,025 NS	F _(1,39) = 5,179 S	F _(1,40) = 125,82 S
IV x V	F _(36,49) = 1,151 NS	F _(1,85) = 0,524 NS	F _(1,86) = 8,359 S
IV x VI	F _(36,41) = 2,298 S	F _(1,77) = 0,077 NS	F _(1,78) = 26,699 S
IV x VII	F _(36,19) = 2,677 S	F _(1,55) = 0,061 NS	F _(1,56) = 18,943 S
V x VI	F _(49,41) = 1,997 S	F _(1,90) = 1,702 NS	F _(1,91) = 3,881 NS
V x VII	F _(49,19) = 2,326 S	F _(1,68) = 1,093 NS	F _(1,69) = 3,566 NS
VI x VII	F _(41,20) = 1,165 NS	F _(1,60) = 0,002 NS	F _(1,61) = 0,181 NS

Nas figuras 1 e 2 pode-se observar que, de uma maneira geral, a declividade das retas de regressão estimadas das diversas classes de comprimento, tende a diminuir com o aumento do comprimento dos animais. Em alguns casos, esta tendência se expressa na progressiva redução dos valores dos coeficientes de regressão (b) e em outros, supletivamente ou não, admitida a existência de paralelismo das retas, observa-se uma elevação progressiva do valor das constantes de regressão (a).

As Tabelas 2 e 3 contendo os resultados da comparação das retas, duas a duas, pelo método da análise da covariância, mostram que a diferença entre a declividade de retas de classes adjacentes raramente é significativa, ao menos no nível de significância adotado (α igual ou menor do que 0,05). Este resultado é esperado, quando se lida com grupos de medidas muito próximas, com um número de unidades amostrais limitado e, principalmente, com coeficiente de determinação relativamente baixo.

No entanto, comparando-se as classes extremas, ou seja, os animais menores com os maiores, a diferença entre as retas, seja pelo valor de b , seja pelo valor de a , é sempre significativa. Constata-se, portanto, que em *M. borellii*, a elevação da temperatura resulta em um incremento da velocidade do ciclo da intermuda mais pronunciado nos animais menores do que nos animais maiores.

Os resultados aqui apresentados confirmam, em aspectos mais gerais, as conclusões dos diversos autores que viram na temperatura um fator ambiental capaz de modificar a duração do ciclo da intermuda (Templeman, 1936; Hiatt, 1948; Travis, 1954; Carlisle, 1957; Roberts, 1957; Jefferies, 1964).

Para a interpretação das relações da temperatura com o ciclo da intermuda seria oportuno considerar as observações de Descouturelle, 1976, sobre a importância da atividade hormonal durante os estágios C e D_0 no "camarão" *atyaephyra desmaresti*. O estágio C corresponde ao período de estabilidade da intermuda, quando os cones das cerdas já se apresentam bem formados; no estágio D_0 , ocupando 1/3 do ciclo durante a pré-muda, ocorre o deslocamento da epiderme. Descouturelle (op. cit) constatou que quanto mais fria for a água, na dependência do tempo de exposição, mais longo será o estágio D_0 . Em temperaturas altas, entretanto, haverá um encurtamento dos estágios da intermuda, especialmente, os estágios C e D_0 . É em D_0 que o hormônio da muda interfere, produzindo profundas modificações nos tecidos, no preparo da epiderme, com uma intensa atividade mitótica. A ação do frio pode situar-se ao nível da produção hormonal ou ao nível do metabolismo dos tecidos ou, ainda, simultaneamente, nos dois níveis. Descouturelle (op. cit.) pondera que o caráter fragmentário dos atuais conhecimentos sobre a atuação hormonal no ciclo da muda torna impossível explicar o fenômeno em todos os seus aspectos.

Outro objetivo do presente trabalho está na confirmação da influência do comprimento do animal sobre a duração do período de intermuda e, ainda, na avaliação dos aspectos quantitativos desta relação.

Visando uniformizar, na medida do possível, a comprovada influência da temperatura, considerou-se grupos amostrais formados por classe de temperatura, ou seja, analisou-se as relações entre o comprimento e a velocidade do ciclo em grupos de "camarões", cujos ciclos de intermuda se completaram dentro de uma mesma classe de temperaturas médias. Cada intervalo de classe correspondeu a uma amplitude de $1,5^{\circ}\text{C}$. No experimento, as temperaturas médias ocorridas durante

os ciclos da intermuda variaram de 17,5 a 25^oC. Assim, formou-se cinco classes de temperatura, com intervalo de 1,5^oC.

Os resultados da análise da regressão da velocidade média do ciclo da intermuda, em um dia, para o comprimento constam na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise da regressão da velocidade média do ciclo da intermuda, em um dia, para o comprimento.

<i>Macrobrachium borellii</i> (Nobili, 1896), machos.						
Classe	Intervalo de classe temperatura (°C)	N	a ± EP _a	b ± EP _b	r ²	F
I	17,5 — 19,0	30	7,383 ± 0,765	-0,098 ± 0,020	0,466	24,41 S
II	19,0 — 20,5	39	5,375 ± 0,494	-0,048 ± 0,012	0,297	15,64 S
III	20,5 — 22,0	39	7,686 ± 0,674	-0,092 ± 0,016	0,479	33,92 S
IV	22,0 — 23,5	81	9,601 ± 0,556	-0,127 ± 0,013	0,564	102,0] S
V	23,5 — 25,0	15	5,141 ± 2,798	-0,0006 ± 0,068	0,000	0,00 NS

<i>Macrobrachium borellii</i> (Nobili, 1896), fêmeas.						
Classe	Intervalo de classe temperatura (°C)	N	a ± EP _a	b ± EP _b	r ²	F
I	17,5 — 19,0	32	5,269 ± 0,542	-0,051 ± 0,012	0,364	17,13 S
II	19,0 — 20,5	34	6,314 ± 0,607	-0,071 ± 0,014	0,452	26,39 S
III	20,5 — 22,0	37	7,637 ± 0,552	-0,086 ± 0,013	0,564	45,36 S
IV	22,0 — 23,5	65	7,501 ± 0,726	-0,073 ± 0,016	0,241	20,04 S
V	23,5 — 25,0	14	9,761 ± 1,438	-0,104 ± 0,035	0,420	8,71 S

Os resultados gerais da análise da regressão indicam que, tanto nos machos como nas fêmeas, ocorre uma redução da velocidade média do ciclo da intermuda, ou seja, uma redução na duração do período de intermuda quando o comprimento do animal se torna maior.

Pelos resultados da comparação das retas de regressão Figuras 3 e 4 e ainda, Tabelas 5 e 6, pode-se constatar que em ambos os sexos, a velocidade do ciclo da intermuda é influenciado pelo comprimento do animal de uma forma que varia com a temperatura média do período de intermuda.

Nas Figuras 3 e 4 pode-se observar que, de uma maneira geral, a declividade das retas de regressão estimadas das diversas classes de temperatura, em cada sexo, tende a aumentar a medida que a temperatura média do período de intermuda se torna mais elevada.

A significância das diferenças entre as retas de regressão foi examinada pelo método da análise da covariância, em comparações de duas a duas. Como era esperado, a diferença entre as retas de classes de temperaturas adjacentes raramente foi significativa, seja pelo coefi-

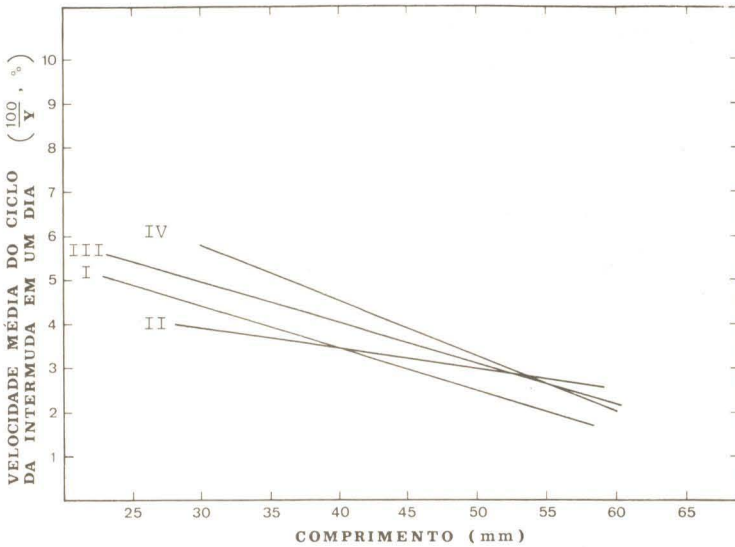


Figura 3 - *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), machos. Retas de regressão da velocidade média do ciclo da intermuda para o comprimento nas classes de temperatura I a IV.

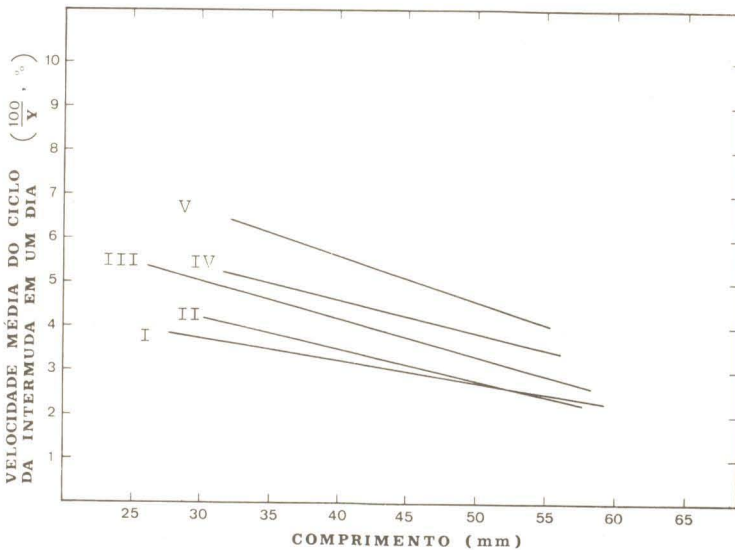


Figura 4 - *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) fêmeas. Retas de regressão da velocidade média do ciclo da intermuda para o comprimento nas classes de temperatura I a V.

Tabela 5 – Comparação entre as retas de regressão da velocidade média do ciclo da intermuda para o comprimento, nas classes de temperatura. *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), machos.

Classes	F(s ²)	F(b)	F(a)
I x II	F _(28,37) = 3,390 S	F _(1,65) = 4,751 S	F _(1,66) = 0,069 NS
I x III	F _(28,37) = 1,868 S	F _(1,65) = 0,049 NS	F _(1,66) = 5,847 S
I x IV	F _(28,79) = 2,070 S	F _(1,107) = 1,908 NS	F _(1,108) = 32,256 S
II x III	F _(37,37) = 0,551 NS	F _(1,74) = 4,983 S	F _(1,75) = 9,836 S
II x IV	F _(37,79) = 0,610 NS	F _(1,116) = 18,122 S	F _(1,117) = 42,202 S
III x IV	F _(37,79) = 1,108 NS	F _(1,116) = 3,026 NS	F _(1,117) = 9,367 S

Tabela 6 – Comparação entre as retas de regressão da velocidade média do ciclo de intermuda para o comprimento, nas classes de temperatura. *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), fêmeas.

Classes	F(s ²)	F(b)	F(a)
I x II	F _(30,32) = 1,382 NS	F _(1,62) = 1,181 NS	F _(1,63) = 1,418 NS
I x III	F _(30,35) = 1,063 NS	F _(1,65) = 4,068 S	F _(1,66) = 36,222 S
I x IV	F _(30,63) = 0,536 NS	F _(1,93) = 1,113 NS	F _(1,94) = 63,919 S
I x V	F _(30,12) = 0,418 NS	F _(1,42) = 3,078 NS	F _(1,43) = 103,868 S
II x III	F _(32,35) = 0,769 NS	F _(1,67) = 0,631 NS	F _(1,68) = 29,132 S
II x IV	F _(32,63) = 0,388 NS	F _(1,95) = 0,009 NS	F _(1,96) = 55,718 S
II x V	F _(32,12) = 0,302 NS	F _(1,44) = 1,195 NS	F _(1,45) = 105,132 S
III x IV	F _(35,63) = 0,505 NS	F _(1,98) = 0,343 NS	F _(1,99) = 8,464 S
III x V	F _(35,12) = 0,393 NS	F _(1,47) = 0,357 NS	F _(1,48) = 45,807 S
IV x V	F _(63,12) = 0,778 NS	F _(1,75) = 0,741 NS	F _(1,76) = 17,001 S

ciente (b) seja pela constante de regressão (a), ao menos no nível de significância adotado (α igual ou menor do que 0,05). Como já se ponderou anteriormente, esta situação resulta da proximidade dos grupos de medidas, do número limitado de unidades amostrais e, principalmente, dos coeficientes de determinação relativamente baixos.

No entanto, à semelhança do que se verificou no confronto entre a velocidade do ciclo e a temperatura, aqui também se constata que na comparação entre classes extremas, ou seja, de classes de temperatura baixas como as classes de temperaturas mais altas, a diferença entre as retas é sempre significativa (Tabelas 5 e 6). Conclui-se, portanto, que em *M. borellii* o aumento do comprimento do "camarão" resulta numa diminuição da velocidade do ciclo da intermuda; esta redução é mais pronunciada em temperaturas mais altas do que nas temperaturas baixas. Isto significa que a desaceleração do ciclo da intermuda, que acompanha o aumento do comprimento dos animais, no presente caso, é menos pronunciada na faixa de temperaturas de 17,5 a 19,0°C do que na faixa de 22,0 a 23,5°C ou de 23,5 a 25,0°C.

Os resultados aqui apresentados confirmam, nos aspectos mais gerais, as observações dos autores que informaram sobre mudas mais freqüentes em animais jovens (ou menores) do que em animais mais velhos (ou maiores), nos crustáceos (Travis, 1954; Jefferies, 1964).

Na introdução foi feita uma referência a conclusões de Katre & Reddy, 1976, que afirmam que em *Paleomon lamarrei*, um outro Carideo, a freqüência da muda não seria afetada pelo tamanho do animal. Independentemente do fato de que os autores trabalharam com apenas cinco exemplares em cada teste e de que o critério de escolha dos animais fora o da semelhança de peso, o que seriam métodos questionáveis, deve-se salientar que os resultados aqui apresentados sobre Carideos do gênero *Macrobrachium* não coincidem com aquelas conclusões.

O reexame, de forma mais ampla, das relações da duração do período da intermuda (aqui examinada pela recíproca, ou seja, a velocidade média do ciclo da intermuda em um dia) com a temperatura e com o comprimento do animal, conduz a alguns destaques adicionais. Em algumas poucas classes de comprimento (Tabela 1, machos, classe VII e VIII) e de temperatura (Tabela 4, machos, classe V) não foi possível rejeitar a hipótese de nulidade (teste t) para o valor do coeficiente de regressão (b). No caso da temperatura, isto prova que nos animais maiores a influência da temperatura é tão tênue que a comprovação estatística da existência de uma regressão se torna quase impossível.

Nos dois casos do comprimento acima citados, a impossibilidade de demonstrar a existência de uma regressão, ao menos no nível de significância adotado, pode ser atribuída a uma grande dispersão de dados, associada a um número menor de unidades amostrais.

O coeficiente de determinação (r^2), como se sabe, informa sobre a parte da variação total da variável dependente que é explicada pela variação da variável independente. No presente trabalho, a análise das regressões revelou valores de r^2 variáveis e frequentemente baixos, o que significa, no caso, que apenas uma parte da variação da duração da intermuda pode ser atribuída diretamente as variações da temperatura ou do comprimento.

A propósito, vale lembrar que o ciclo da intermuda nos crustáceos é um processo complexo, no qual a temperatura não deve ser entendida

como um fator ambiental capaz de influir diretamente sobre a velocidade do ciclo. Ao nível do organismo, o desencadeamento dos processos fisiológicos associados às diversas etapas da intermuda, fica, principalmente, na dependência da variação da atividade hormonal. Esta, por sua vez, pode ser influenciada tanto pelos fatores ambientais como por fatores fisiológicos regulados pelo metabolismo geral do animal.

Compreende-se, desta forma, que outros fatores devem influir na duração da intermuda. Descouturelle, 1978, por exemplo, constatou que no "camarão" *Atyaephyra desmaresti desmaresti* ocorre uma diferença significativa na duração das intermudas de fêmeas em pré-vitelogênese, vitelogênese, incubação e pseudoincubação.

Fêmeas em vitelogênese não foram destacadas, no presente trabalho, das demais fêmeas durante o controle da duração da intermuda. Stoffel e Hubschman, 1974, por outro lado, mostraram que a perda de um ou mais pares de pereiópodos pode induzir a muda no "camarão" *Palaemonetes Kadiakensis*, na dependência do estágio da muda em que o animal se encontra. No presente experimento com *M. borellii* não foi possível evitar a perda ocasional de apêndices, como resultado do canibalismo inevitável em ambientes de confinamento ou como consequência da manipulação periódica dos "camarões" durante a medição e/ou marcação.

A importância da qualidade e da quantidade de alimento para a realização da muda foi destacada por Katre & Reddy, 1976, Roberts, 1957, e por Ling & Merican, 1961. Embora o fornecimento de uma ração adequada e em quantidade suficiente tivesse sido uma preocupação metodológica constante no presente experimento, não se pode garantir que os animais, em cada aquário, tenham consumido sempre a mesma porção de alimento. Aqui, à semelhança do que Green et alii, 1977, e Forster & Beard, 1974, observaram no cultivo de *M. rosenberguii*, também se constatou que a alimentação dos animais menores era perturbada especialmente pelos machos maiores. Trata-se de uma tendência progressiva para o estabelecimento de uma territorialidade, ou seja, para o domínio de uma área física que se estende até o alcance das antenas por parte dos animais mais velhos. Pode-se supor, portanto, que alguns animais não tenham tido uma duração normal da intermuda por dificuldades metabólicas decorrentes de insuficiência alimentar. De fato, em alguns animais se observou alguma dificuldade para a conclusão da ecdise propriamente dita; em outros, a ecdise só foi realizada em partes do corpo do animal, como apenas o cefalotorax ou apenas o abdômen.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no cultivo experimental, em laboratório, de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), permitem formular as seguintes conclusões:

1. Em ambos os sexos, ocorre uma aceleração da velocidade média do ciclo da intermuda, quando a temperatura média da água, durante o ciclo, se torna mais elevada; em ambos os sexos, a velocidade do ci-

clo da intermuda é afetada pela temperatura, de uma forma que varia com o comprimento do animal, ou seja, a elevação da temperatura resulta em um incremento da velocidade do ciclo da intermuda, mais pronunciado nos animais menores do que nos animais maiores;

2. Em ambos os sexos, ocorre uma redução da velocidade de média do ciclo da intermuda, quando o comprimento do animal se torna maior; em ambos os sexos, a velocidade do ciclo da intermuda é afetada pelo comprimento do animal, de uma forma que varia com a temperatura média do período de intermuda, ou seja, o aumento do comprimento do animal resulta numa diminuição da velocidade do ciclo da intermuda de uma forma mais pronunciada nas temperaturas baixas do que nas temperaturas elevadas;

3. Nos animais de menor comprimento existe maior intensidade nas relações entre a temperatura e a velocidade do ciclo da intermuda; os animais maiores, por outro lado, são menos sensíveis às variações da temperatura;

4. Apenas uma parte da variação da velocidade do ciclo da intermuda pode ser explicada pela variação da temperatura média do ciclo;

5. Apenas uma parte da variação da velocidade do ciclo da intermuda pode ser explicada pela variação do comprimento do animal.

6. *Macrobrachium borellii*, vivendo em latitudes mais altas, em águas que atingem temperaturas baixas mais freqüentemente, é menos sensível às variações de temperaturas, reduzindo a influência da temperatura sobre o ciclo da intermuda.

REFERÊNCIAS

- ANDREWARTHA, H. G. and L. C. BIRCH, 1954. *The distribution and abundance of animals*. The University of Chicago Press, Chicago and London. 782 pp.
- BOND, G. & L. BUCKUP, 1982. O Ciclo reprodutor de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) e suas relações com a temperatura. *Rev. Brasil. Biol.*, **42**(3): 473-83.
- BOYD, C. M. and M. W. JOHNSON, 1963. Variations in the larval stages of a decapod crustacean, *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Galatheidæ). *Biol. Bull.*, Woods Hole, 124: 141-152.
- CARLISLE, D. B., 1957. On the hormonal inhibition of moulting in decapod crustacea. II. The terminal anecdysis in crabs. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 36:291-307.

- DESCOUTURELLE, G., 1976. Influence de la température et de la sexualité sur la durée des stades d'intermue chez la crevette d'eau douce *Atyaephyra desmaresti* Millet. *Vie et Milieu, C., Fr.*, 26:149-162.
- DESCOUTURELLE, G., 1978. Influence de l'ablation des pédoncules oculaires sur la longévité, l'évolution ovarienne et la durée du cycle d'intermue chez la crevette d'eau douce *Atyaephyra desmaresti* Millet, 1831. Étude des facteurs température, saison et sexualité. *Arch. Zool. Exp. Gén.* 119(2): 433-445.
- DRACH, P., 1949. Périodes de mue chez un Crustacé à croissance lente (*Xantho floridanus* Montagu) dans le district septentrional de son aire de répartition. *Compt. Rend.* 228:128-130.
- FORSTER, J. R. and T. W. BEARD, 1974. Experiments to assess the suitability of nine species of prawns for intensive cultivation. *Aquaculture* 3(4):355-368.
- FRY, F. E. J., 1947. Effects of the environment of animal activity. *Publ. of the Ontario Fish. Res. Lab.*, 68(55):1-62.
- GREEN, J. P., T. L. RICHARDS and T. SINGH, 1977. A massive Kill of pond-reared *Macrobachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 11(3):263-272.
- HIATT, R. W., 1948. The biology of the lined shore crab, *Pachygrapsus crassipes* Randall. *Pacific Sci.* 2(3):135-213.
- JEFFERIES, D. J., 1964. The moulting behaviour of *Palaemonetes varians* (Leach) (Decapoda, Palaemonidae). *Hydrobiologia* 24(4):457-488.
- KAMIGUCHI, Y., 1971. Studies on the moulting in the freshwater prawn, *Palaemon paucidens*. I. Some endogenous and exogenous factors influencing the intermolt cycle. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool.* 18(1):15-23.
- KATRE, S. and S. REDDY, 1976. Effects of different feeding levels on moulting, growth and conversion efficiency of *Palaemon lamarrei*. *Hydrobiologia* 50(3):239-243.
- LING, S. W. and MERICAN, A. B. O., 1961. Notes on the life and habits of the adults and larval stages of *Macrobachium rosenbergii* (De Man). *Proc. Indo-Pacif. Fish. Counc.*, 9(2):55-60.
- LOCKWOOD, A. P. M., 1968. *Aspects of the physiology of crustacea*. London, Aberdeen University Press, 1968. 328 pp.
- NELSON, S. G., D. A. ARMSTRONG, A. W. KNIGHT and H. W. LI, 1977. The effects of temperature and salinity on the metabolic rate of juvenile *Macrobachium rosenbergii* (Crustacea, Palaemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.*, 56A:533-537.

- ROBERTS, J. L., 1957. Thermal acclimation of metabolism in the crab *Pachygrapsus crassipes* Randall. I. The influence of body size, starvation and moulting. *Physiol. Zool.* 30(3):232-242.
- SETZ, E. Z. F. and L. BUCKUP, 1977. A duração da intermuda e o comportamento reprodutivo de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Palaemonetes (Palaemonetes) argentinus* Nobili, 1901, no cultivo em laboratório (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Rev. Bras. Biol.*, 37(4):889-906.
- SNEDECOR, C. L. and W. G. COCHRAN, 1967. *Statistical Methods*. 6th ed., Ames, The Iowa State University Press. 593 pp.
- STOFFEL, L. A. and J. H. HUBSCHMAN, 1974. Limb loss and the moult cycle in the freshwater shrimp, *Palaemonetes Kadiakensis*. *Biol. Bull.* 147:203-212.
- TEMPLEMAN, W., 1936. The influence of temperature, salinity, light and food conditions on the survival and growth of the larvae of the lobster (*Homarus americanus*). *J. Biol. Bd. Can.* 2(5):485-497.
- TRAVIS, D. F., 1954. The moulting cycle of the spiny lobster *Panulirus argus* Latreille, I. Molting and growth in laboratory-maintained individuals. *Biol. Bull.*, 107(3):433-450.
- VARGAS, R. M. and S. PATERNINA, 1977. Contribución a la ecología y cultivo de larvas en laboratorio del camaron de agua dulce *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda: Palaemonidae). *Ecología Tropical*, 1(3):1-36.