

Consumo de oxigênio em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)

Efeito da saturação de oxigênio dissolvido (*)

Lélio Favaretto (**)

Alfio Bogdan (***)

Eufrásio de Souza Santos (***)

Resumo

Foram feitas medidas de consumo de oxigênio em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) em diferentes concentrações de oxigênio dissolvido. Os dados obtidos indicaram adaptação respiratória desta espécie, no sentido da diminuição do consumo para saturações menores que 22,73%.

INTRODUÇÃO

O camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Fig. 1), é encontrado em toda a bacia amazônica, notadamente nos rios Solimões/Amazonas e vários de seus afluentes. Parece ter preferência pelos rios de águas barrentas como os dois citados, sendo que no período de nossas coletas na região de Manaus (dez. 75/mar. 76), observamos a pouca incidência do crustáceo no rio Negro, cujas características diferem notadamente daquelas apresentadas pelo Solimões.

Embora abundante, inclusive nos lagos e paranás (1) do Solimões, seu consumo é restrito.

OBJETIVO

Como parte dos trabalhos desenvolvidos com esta espécie, procuramos investigar seu consumo de oxigênio, visto tratar-se de informação importante quando se intenta sua criação em cativeiro e introdução em outros habitats.

MATERIAL E MÉTODOS

Os animais foram capturados com rede de malha fina (1 cm entre os nós) e peneiras de malha metálica.

Como locais de captura optamos pelo furo (2) do Cambixe (ilha do Careiro) e lago Castanho (Janauacá), ambos situados nas vizinhanças de Manaus, no rio Solimões. Transportados em água do próprio local, acondicionados em caixas de isopor, munidas de bomba de aeração elétrica, eram mantidos em aquários de vidro nos laboratórios do INPA-Manaus, até o momento das medidas respirométricas. Usamos aproximadamente 150 camarões, divididos em grupos de 10 para cada experiência, sendo que escolhemos para esse primeiro trabalho, devido à sua maior incidência, camarões pequenos cujo peso individual oscilava em torno de 0,5g.

O respirômetro utilizado (fig. 2) é do tipo estacionário, isto é, não há fluxo de água pelo mesmo durante a operação de medida de consumo.

O consumo é calculado através da verificação da diferença entre duas medidas de oxigênio dissolvido; uma feita no início e outra, após 15 minutos. Este tempo foi limitado, visando a minimizar os efeitos de um confinamento prolongado.

Idealizamos esse tipo de respirômetro quando das medidas de consumo de oxigênio de *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897). Sua descrição e utilização acham-se incluídas

(*) — Trabalho levado a efeito no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus.

(**) — Departamento de Biologia da F.F.C.L. de Ribeirão Preto - USP.

(***) — Pós-graduados de Bioestatística da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

(1) — Canais de comunicação entre rios e lagos.

(2) — Canal de ligação entre dois rios ou dois pontos diferentes de um mesmo rio.

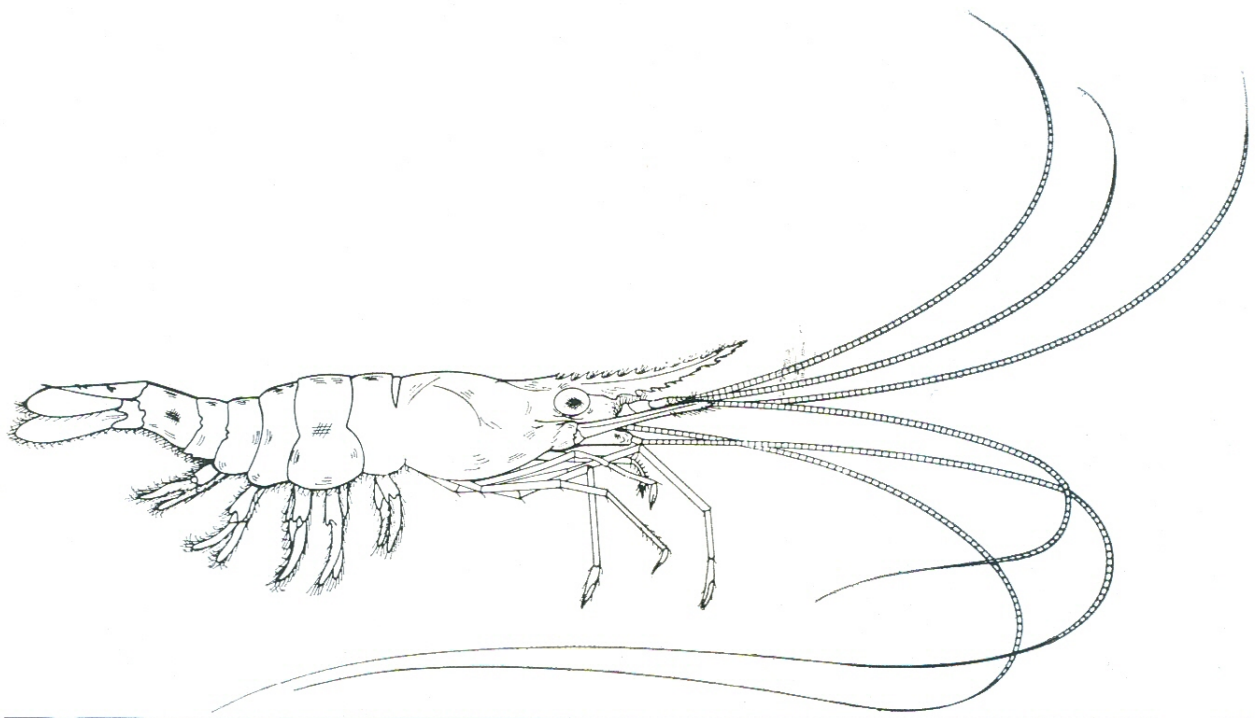


Fig. 1 — *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)

no trabalho (Favaretto, 1973 : 13). A principal característica é o balão de plástico, que se comunica com o exterior e cuja finalidade é manter constante a pressão interna do respirômetro (Fig. 2-2) quando se remove água por aspiração.

O método utilizado para a quantificação do oxigênio dissolvido foi o de Winkler, modificado por Bruhns (Worthington, 1970 : 127).

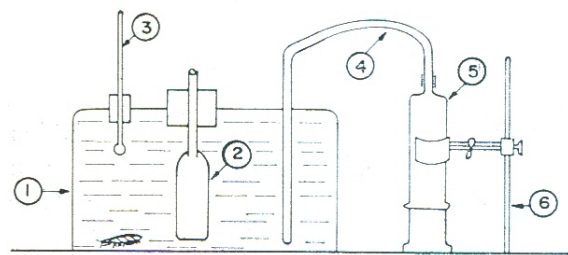
No presente trabalho, a fixação de oxigênio, pelo sulfato manganoso e azida alcalina, foi feita *na própria seringa* (Fig. 2-5), sendo os reagentes introduzidos através da pequena abertura do intermediário, com a utilização de finas cânulas de vidro colocadas, à maneira de agulhas, em duas seringas luer do tipo usado para injeções de insulina. Precedendo esta operação, o tubo plástico (Fig. 2-4), que comunica o respirômetro à seringa, era fechado e desligado do intermediário. O êmbolo era mantido em posição com o uso de uma estativa (Fig. 2-6), evitando-se assim a penetração de ar na seringa.

A água usada nas experiências foi coletada no próprio local de captura dos camarões, sendo filtrada em algodão hidrófilo na

hora do uso, e a temperatura ajustada para 25°C, normal nas águas da região.

As diferentes saturações de O₂ dissolvido na água foram obtidas fazendo borbulhar argônio (para se conseguir baixas concentrações) ou ar comprimido (para altas concentrações) e variando o tempo. O titulante (tissulfato de sódio) foi ajustado para 0,01N.

Uma vez feitas as titulações e os cálculos correspondentes, o resultado era anotado em mg O₂/g/15'.



- 1 Aquário de plástico transparente
- 2 Balão de compensação
- 3 Termômetro
- 4 Cânula de saída
- 5 Seringa Luer de 100cc
- 6 Estativa

Fig. 2 — Respirômetro

A linearização dos dados foi conseguida tomando-se o inverso negativo das saturações, seguida de regressão linear através da técnica dos mínimos quadrados, para cálculo da equação correspondente (Snedecor, 1967; Brownlee, 1960; Rider, 1938; Mood, 1963; Draper, 1968).

RESULTADOS

Os resultados obtidos são mostrados nas tabelas I e II e figuras 3 e 4.

TABELA I — Dados de consumo de oxigênio ($\text{mg O}_2/\text{g}/15'$) em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), em função de diferentes saturações de oxigênio (%). Dez camarões por grupo.

Grupos	Saturação de O_2 (%)	Consumo de O_2 ($\text{mg O}_2/\text{g}/15'$)
1	3	*
2	9	0,025
3	10	0,040
4	18	0,085
5	22	0,105
6	28	0,133
7	34	0,137
8	54	0,143
9	56	0,147
10	83	0,157
11	92	0,163

Temp. da água 25°C (*) — Experiência não concluída. Morte dos camarões em 1 h.

TABELA II — Consumo de oxigênio em *M. amazonicum* (Heller, 1862) dados em $\text{mg O}_2/\text{g}/15'$, cálculo do inverso negativo da saturação e respectivas variâncias ($\hat{V}(y)$) e desvio padrão ($\sqrt{\hat{V}(y)}$).

$-\frac{1}{x}$	y	$\hat{V}(y)$	$\sqrt{\hat{V}(y)}$
-0,110	0,025	0,0000275	0,0052
-0,100	0,040	0,0000230	0,0048
-0,056	0,085	0,0000119	0,0035
-0,045	0,105	0,0000114	0,0034
-0,036	0,133	0,0000117	0,0034
-0,029	0,137	0,0000123	0,0035
-0,019	0,143	0,0000137	0,0037
-0,018	0,147	0,0000139	0,0037
-0,012	0,157	0,0000152	0,0039
-0,011	0,163	0,0000155	0,0039

Consumo de oxigênio.

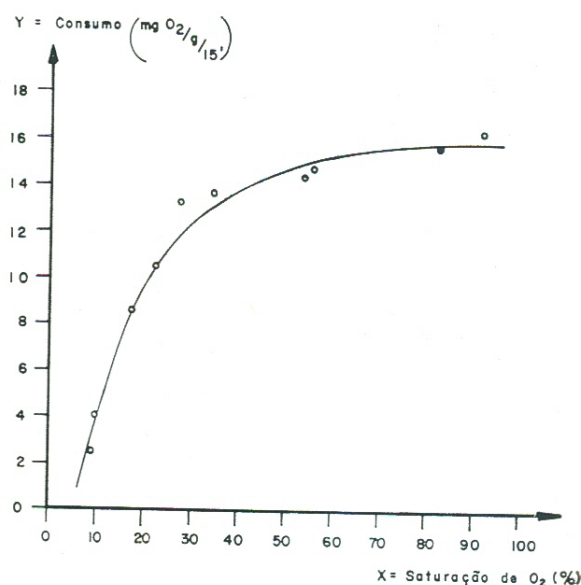


Fig. 3 — Consumo de oxigênio de *M. amazonicum* (Heller) em função da saturação de oxigênio.

DISCUSSÃO

Nosso respirômetro mostrou-se de fácil manejo e a manobra de fixação de oxigênio feita ainda no interior da seringa, parece ter proporcionado maior sensibilidade ao método. Acharmos também conveniente que o tiosulfato seja preparado em normalidade 0,01.

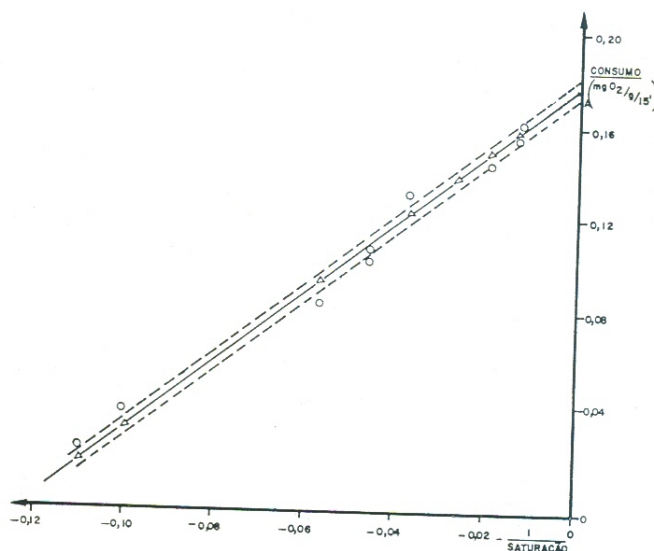


Fig. 4 — Consumo de oxigênio em *M. amazonicum* (Heller) em função do inverso negativo da saturação de oxigênio.

De posse dos resultados passaremos a discutir a estatística aplicada aos mesmos.

Com os dados da Tabela I plotamos o consumo (y) contra a saturação de O₂ (x), encontrando o gráfico da figura 3. Este é do tipo exponencial, sugerindo-nos a transformação visando a linearização dos mesmos. Isso foi conseguido transformando-se os dados de saturação para seu inverso negativo (Tabela II), que deu como resultado o gráfico da fig. 4, ficando evidenciado que o modelo é do tipo $\tau_1 = \alpha + \beta x$ (1).

ANÁLISE DA REGRESSÃO

Tendo o modelo (1) procuramos a regressão ajustada,

$$y = a + bx \quad (2)$$

onde a e b são coeficientes da regressão e estimadores de α e β . O método utilizado foi dos mínimos quadrados e como resultados obtivemos:

$$y = 0,174 + 1,37x \quad (3)$$

Sob a hipótese nula ($\beta=0$), o teste dado por

$$\frac{b-0}{\sqrt{\hat{V}(b)}} = \frac{1,37}{0,0608} \cong 22,533 \quad (4)$$

que tem uma distribuição t(GL = 8), nos leva a rejeitá-la com probabilidade de 95%.

Procuramos, a seguir, o intervalo de confiança de 95% para:

$$b - t_{0,95} \sqrt{\hat{V}(b)} \leq \beta \leq b + t_{0,95} \sqrt{\hat{V}(b)} \quad (5)$$

ou seja

$$1,23 \leq \beta \leq 1,51 \quad (6)$$

Outro teste foi para o intersepto (a), ou seja, para o valor de $(y)_{x=0}$ que é igual a 0,174.

Sob a hipótese nula ($\alpha=0$), o teste

$$\frac{a-0}{\sqrt{\hat{V}[(y)_{x=0}]}} = \frac{0,174}{0,00338} = 51,48 \quad (7)$$

que se distribui segundo uma t(GL = 8), nos leva à rejeição da mesma.

Verificamos a seguir o intervalo de confiança ao nível de 95% para α :

$$a - t_{0,95} \sqrt{\hat{V}[(y)_{x=0}]} \leq \alpha \leq a + t_{0,95} \sqrt{\hat{V}[(y)_{x=0}]} \quad (8)$$

$$\sqrt{\hat{V}[(y)_{x=0}]} \quad (8)$$

e portanto

$$0,17 \leq \alpha \leq 0,18 \quad (9)$$

Pela análise da variância da reta, sob a equação $\hat{V}(y) = 0,0037x^2 + 0,00326x + 0,0000186$ (10)

com os dados da tabela II, concluímos que, nosso modelo, apresentado na figura 4, é bem ajustado.

Restou apenas o cálculo de \bar{X} , \bar{Y} que deu como resultado

$\bar{X} = 0,044$, o que representa uma saturação de O₂ de 22,73%

$$\bar{Y} = 0,114$$

Well, Randall e Takata (1954), citados em Bastos & Paiva (1959:415), classificaram os animais aquáticos em dois grupos quanto ao consumo de oxigênio:

1) Animais que consomem quantidades iguais de oxigênio em tempos iguais, independente da saturação de oxigênio, e

2) Animais que apresentam capacidade de adaptar-se a condições de menor consumo quanto mais baixas forem as concentrações de oxigênio dissolvido.

Tivemos alguma evidência de que *M. iheringi* (Ortmann, 1897) pertenceria a um terceiro grupo, tendo mostrado maior consumo de O₂ quando foram submetidos a baixas concentrações do gás (Favaretto, 1973 : 85).

No presente trabalho, com base na análise dos dados, parece ser *M. amazonicum* (Heller, 1862) pertencente ao primeiro grupo, isto é, animais que se adaptam a menor consumo de O₂ quando submetidos a baixas saturações de oxigênio dissolvido.

É interessante notar que o ponto Δ (fig. 4) parece indicar uma saturação crítica, a partir da qual se daria a adaptação respiratória (22,73%).

A análise nos informa ainda que, neste caso, o consumo é função linear do inverso negativo da saturação do oxigênio.

Sugerimos para finalizar que, para melhor aceitação do estudo realizado, a experiência seja repetida, bem como a introdução de variações tais como, o emprego de camarões de maior e menor peso, variação da temperatura e salinidade da água, etc.

CONCLUSÕES

1. O respirômetro usado neste trabalho se mostrou de fácil manejo e boa sensibilidade.
2. Nesta experiência, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) mostrou que o consumo de oxigênio é função linear do inverso negativo da saturação do gás na água.
3. Para uma saturação média de 22,73% o consumo médio calculado, foi de 0,114 mg O₂/g/15'.
4. Este ponto (\bar{X} , \bar{Y}) parece coincidir com o ponto de início para a adaptação respiratória de baixo consumo para baixas concentrações.
5. Sugere-se, para melhor aceitação do estudo realizado, repetições das experiências, com introdução de outras variáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Warwick Estevam Kerr, diretor do INPA, ter possibilitado o desenvolvimento deste trabalho; a to-

do pessoal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, que direta ou indiretamente nos auxiliaram no mesmo; ao Departamento de Matemática da F.M.R.P.-USP na pessoa do Prof. Dr. Euclides Custódio de Lima Filho pela orientação na parte estatística.

SUMMARY

Measurements of oxygen consumption of the fresh-water prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) at different dissolved oxygen concentration, were made. Our data indicate that the consumption of this species tends to decrease up to saturations under 22,73%.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BASTOS, J.A.M. & PAIVA, M.P.
1959 — Notas sobre o consumo de oxigênio do camarão "sossego", *M. jelskii* (Miers, 1877) Chace & Holthuis 1948. **Rev. Brasil. Biol.** Rio de Janeiro, 19(4) : 413-419, 2 fig.
- BROWNLEE, K.A.
1960 — Statistical theory and methodology in science and engineering. In: **A Wiley publication in applied statistics**. 1.^a ed. New York, John Wiley & sons.
- DRAPER, N.R. & SMITH, H.
1968 — **Applied regression analysis**. 1.^a ed. New York, John Wiley & sons.
- FAVARETTO, L.
1975 — **Aspectos físico-ecológicos do camarão de água doce, *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae)** — Tese de doutoramento. Fac. Filos., Cien. Letras Ribeirão Preto, 106 p., 29 fig.
- MOOD, A.M. & GRAYBILL, F.S.
1963 — **Introduction to the Theory of Statistics**. 2.^a ed. New York, McGraw-Hill book comp.
- RIDER, P.R.
1938 — **An introduction to Modern Statistical Methods**. New York, John Wiley & sons.
- SNEDECOR, G.W. & COHRAN
1967 — **Statistical methods**. 6. ed. Iowa, The Iowa State Univ. press.
- WORTHINGTON, E.B.
1970 — **Methods for chemical analysis of fresh waters**. London, 166 p. il.