

# VARIAÇÕES NO CONSUMO DE OXIGÊNIO DE UMA PRAGA DE COQUEIRO, *HOMALINOTUS CORIACEUS* GYLL. 1836

IRACEMA A. NASCIMENTO

Departamento de Biologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia — Salvador, Bahia.

## SUMARIO

Estudou-se o consumo de oxigênio do *Homalinotus coriaceus*, praga de coqueiro muito danosa, visando-se obter dados que, além de possibilitarem um maior conhecimento da fisiologia do inseto, pudessem constituir ponto de referência para posterior avaliação da maior ou menor eficácia de inseticidas, visto estes agentes químicos determinarem alterações no referido consumo. Em vista dos objetivos, as medidas do consumo de oxigênio foram realizadas inicialmente em condições as mais próximas das que cercam o inseto em seu meio ecológico natural, sendo alteradas em seguida, para verificar se o metabolismo se modificaria nestas novas condições. Relacionando-se o consumo de oxigênio ao tamanho do corpo em animais adultos, sem distinção de sexos, verificou-se que o consumo de oxigênio medido em  $\text{mm}^3 \text{O}_2/\text{h}/\text{mg}$  peso seco, decresce com o aumento do tamanho (comprimento) animal; esta redução não é uniforme.

Determinando-se o consumo de oxigênio por animais adultos e larvas em relação ao peso seco do corpo, verificou-se existir correlação positiva entre os valores considerados, ocorrendo, em relação à taxa metabólica, no caso dos animais adultos, uma situação intermediária entre proporcionalidade ao peso e proporcionalidade à área de superfície. Relacionando-se o consumo de oxigênio por animais adultos, com o sexo, notou-se não existir diferença estatisticamente significativa entre os valores de  $\text{Q O}_2$  obtidos para ambos os sexos. Fazendo-se medidas de consumo de oxigênio à luz ambiente e na obscuridade, obteve-se: a) à luz o consumo de  $\text{O}_2$  por larvas e adultos, aumenta; b) nas fêmeas a diferença entre as taxas de consumo de oxigênio à luz e na obscuridade é altamente significativa, enquanto nos machos é provavelmente significativa. Com a finalidade de verificar se o animal adulto é capaz de ajustamentos metabólicos, variando-se a temperatura ambiental para mais e para menos, observou-se que o *Homalinotus coriaceus* é capaz de alterar rapidamente o consumo de oxigênio em resposta às variações da temperatura ambiente.

## VARIATION IN THE OXYGEN CONSUMPTION OF A COCONUT PEST, *HOMALINOTUS CORIACEUS* GYLL. 1836

### ABSTRACT

In this work it was studied the oxygen consumption of *Homalinotus coriaceus*, a very danous insect pest of the coconut palms,

to obtain basic facts that, besides making possible a better knowledge of the insect physiology, it also can be reference points to evaluate the usefulness of insecticides, because these chemical agents promote change in the oxygen consumption. Measurements of oxygen consumption, was first realized under conditions closer to that of the used natural ecological environment, and then under different conditions to verify whether the metabolism would modify in these new conditions or not.

Relating the oxygen consumption with the body size in adult animals, without distinction of sexes, was verified that the oxygen consumption measured in  $\text{mm}^3 \text{O}_2/\text{h}/\text{mg}$  dry weight, decrease with the animal length. The oxygen consumption determined for adult animals and larva in relation with the dry weight of the body, showed a positive correlation between the considered values. The relation of oxygen consumption for adult animals and sex, showed no existence of meaningful statistical differences between the values of  $\dot{Q} \text{O}_2$  obtained for both sexes. The measurement of oxygen consumption under natural light and under darkness, has showed that: a) under natural light the oxygen consumption for larva and animals will increase; b) in the females the difference of the rate of oxygen consumption under natural light and under darkness is quite meaningful, in the males it seems not to be meaningful of statistical point of view. In verifying the capacity of metabolic adjustments in adult animal when the environmental temperature changes, it was observed that the *Homalinotus coriaceus* is able to change quickly the oxygen consumption in answer to the variations of temperature.

## INTRODUÇÃO

Segundo dados recentes, o Brasil apresenta uma área de 108.729 hectares cultivados com coqueiro <sup>(1)</sup>. Grandes extensões de território possuem condições favoráveis ao desenvolvimento desta cultura que, entretanto, não apresenta o rendimento esperado, devido a uma série de fatores ligados a não racionalização do cultivo, além de grande ocorrência de pragas que chegam a destruir 70% da produção anual, maior responsável pelo baixo rendimento dos coqueiros brasileiros. Dentre estas pragas, destaca-se o *Homalinotus coriaceus*, curculionídeo que ataca diretamente as inflorescências e daí a sua importância econômica. Foi primeiramente descrito por Gyllenhal em 1836 em material proveniente do Brasil. Bondar <sup>(4)</sup> foi o primeiro a indicar este inseto como nocivo aos coqueiros, no Brasil. Posteriormente o mesmo autor divulgou observações sobre a biologia, importância econômica e medidas de combate a esta praga. Emanuel Franco <sup>(14)</sup> indica o *Homalinotus coriaceus* como um dos principais derrubadores de frutos dos coqueiros e Robbs <sup>(20)</sup> tratou do combate à praga, apresentando os resultados da aplicação de modernos inseticidas clorados. Por sua vez, Costa Lima e Seabra <sup>(6)</sup> estudaram o *H. coriaceus*, apresentando uma chave sistemática para reconhecimento das espécies, acompanha-

da de um sumário da biologia, e Fonseca <sup>(13)</sup> estuda a morfologia, a distribuição geográfica, a importância econômica, a bionomia e o combate, e deixa claro ser a biologia deste inseto pouco conhecida.

O combate químico a esta praga tem sido relativamente intenso, mas talvez ainda não suficiente para uma erradicação. Segundo Robbs <sup>(20)</sup>, o BHC (1.2.3.4.5.6. hexaclorociclohexano) é o inseticida aconselhável. Normalmente, porém, só os adultos são atingidos pelo inseticida, pois as larvas, devido à própria localização no coqueiro, não são afetadas. Além disso, o inseticida também pode danificar as inflorescências recém abertas e impedir o trabalho de insetos polinizadores, o que, de algum modo, prejudica a cultura. Nos últimos anos, vem sendo usado o Metasystox (Dimetil-etilmercapto-tiofosfato de etila) com muito bons efeitos. Entretanto, necessários se fazem cuidados especiais durante sua aplicação e mesmo após, visto o inseticida ter efeito residual prolongado, sendo perigosa a utilização dos produtos do coqueiro por um certo período. Como se sabe, muitos inseticidas atuam sobre o metabolismo dos insetos, determinando, principalmente, alterações no consumo de oxigênio, as quais poderão constituir ponto de referência para avaliação da maior ou menor eficácia do agente químico. Por outro lado, como se sabe, a respiração constitui índice da intensidade do metabolismo aeróbio, o que faculta explorar agentes ou condições que afetam a taxa metabólica. Tanto o consumo de oxigênio como a produção de gás carbônico constituem critérios utilizados na avaliação da referida taxa. Desejando-se tomar como índice a taxa metabólica avaliada pelo consumo de oxigênio, antes de aplicar o inseticida, importa conhecer o comportamento do animal nas condições normais, isto é, em bom estado e no ambiente em que vive. A avaliação do consumo de oxigênio dentro de tais condições é o objeto precípua deste trabalho.

## MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do material foi realizada no litoral baiano, em Salvador, em coqueiros da espécie *Cocus nucifera* L.; na maioria das vezes foi feita em horas matinais, quando os insetos adultos saíam de seus esconderijos à procura de alimento, tornando-se mais fácil a captura. Nos coqueiros mais baixos, as folhas eram tracionadas de modo a haver separação entre as bainhas e o estipe, encontrando-se adultos protegidos por uma quantidade de flores masculinas secas e excrementos,

de onde eram retirados com pinças longas. Algumas vezes, casulos de ninfas eram coletados também desta maneira, em contacto com o estipe. As larvas estavam alojadas em galerias na bainha das folhas ou no pedúnculo floral; vários casulos eram também obtidos aí. A coleta era facilitada grandemente quando se procedia a derrubada de coqueiros atacados. O diagnóstico era feito com base nas vesículas escuras do tronco, locais anteriormente ocupados pelos casulos, enegrecidos após a queda das folhas, e presença de cachos com frutos pecos. Uma vez no chão, as bainhas eram desligadas do estipe, capturando-se os exemplares. No laboratório, larvas, adultos e ninfas eram postos em gaiolas com tela em armação de madeira, onde também eram colocados pedaços de bainha de folhas mais novas, ricas em seiva, para servir de alimento. De três em três dias, aproximadamente, o alimento era substituído devido ao aparecimento de fungos e menor quantidade de seiva. Em várias ocasiões, vimos os adultos e larvas alimentando-se. As larvas são xilófagas e os adultos sugam a seiva, deixando no material colocado na gaiola, as perfurações feitas com seu aparelho bucal. Permaneciam assim, no laboratório, à sombra, à temperatura ambiente que, no período de 1.º de outubro de 1969 a 1.º de março de 1970, em Salvador e adjacências variou de aproximadamente 6°C, tendo a média das máximas atingido cerca de 29.4°C e a das mínimas, 23.4°C, com uma umidade relativa, que, em média, variou de 33% entre máxima e mínima. Esta variação, praticamente, não deve ter sido significativa para as funções biológicas. As medidas do consumo de oxigênio foram realizadas com o microrespirômetro de Scholander. Como câmara respiratória, utilizaram-se frascos de vidro com 6 cm de altura e diâmetro interno de 1,8 cm, obliterados por rolha de borracha, atravessada por uma agulha de injeção; esta comunicava o interior da câmara respiratória com o aparelho, ao qual se achava ligada pela extremidade proximal. Os recipientes usados como câmara respiratória foram sempre maiores em relação a cada animal utilizado, de modo a ficarem livres na câmara e bem acomodados. Ascarite foi a substância utilizada para absorção de gás carbônico. Devido a tendência à deposição apresentada por este gás, o absorvente foi colocado no fundo da câmara respiratória e, para evitar queimaduras no animal, separado de seu corpo por uma tela fina, apoiada numa argola de vidro, que se introduzia na câmara, após conter o ascarite. Utilizou-se o líquido de Brodie (uma solução de taurocolato de sódio, azul de metileno e cloreto de sódio) como indicador manométrico.

Os animais foram retirados da gaiola de criação e colocados, um por vez, na câmara respiratória, para medida do consumo de oxigênio. A identificação do sexo foi feita segundo técnica aplicada por Nascimento & Carvalho <sup>(18)</sup>. Previamente, as dimensões do animal foram determinadas. Para medida, os adultos eram presos no sentido longitudinal, entre as duas extremidades de uma pinça reta e grande, ficando uma das pontas da pinça sobre a região tergal e outra sob a esternal do inseto; assim, permaneciam imóveis durante tempo suficiente para a tomada das medidas com papel milimetrado; todas foram feitas com exclusão das trombas. Quanto às larvas, devido às contrações de sua forte musculatura, não puderam ser medidas enquanto vivas. Após pesquisa do consumo de oxigênio, foram mergulhadas em água quente, apresentando depois de mortas uma relativa flacidez, que permitiu medidas mais precisas; estas foram tomadas fazendo-se pequenas aberturas na porção lateral de um pedaço de papel milimetrado e, com ele, envolvendo o animal em cartucho, de modo a contê-lo inteiramente; a cabeça estando ao nível das "janelinhas", marcava-se a lápis, no papel, o ponto correspondente ao término do abdomen do animal, e assim se obtinha o comprimento; quanto à espessura, foi tomada medindo-se a distância em que uma extremidade do papel milimetrado, depois de envolver o animal em cartucho, tocava a outra. Colocando-se o animal na câmara respiratória, esta foi adaptada ao aparelho, o qual, por sua vez, foi mergulhado num banho de temperatura constante. Esta constância foi mantida graças a utilização de um termostato de mercúrio, ligado por intermédio de uma chave eletromagnética a um aquecedor e a um homogenizador provido de hélice. Após cerca de dez minutos de espera para estabilização do aparelho, determinou-se o consumo de oxigênio para cada animal em um período de uma hora. As leituras foram feitas com intervalos de cinco minutos. Após cada experiência, os adultos foram mortos com vapores de éter e as larvas por mergulho em água quente. Depois, ambos foram levados a uma estufa a 110°C para obtenção do peso seco. Para cada animal, fizeram-se 3 a 4 pesagens, sendo a primeira realizada após 48 horas de permanência na estufa; as demais foram tomadas depois de 24 a 48 horas após ter sido feita a primeira, até se verificar constância de peso.

Obteve-se o  $Q_{O_2}$  de cada animal em  $mm^3$  de oxigênio/hora/miligrama de peso seco. A parte experimental realizou-se em cinco etapas:

- 1 – Verificação do consumo de oxigênio em relação ao tamanho do corpo, que variou de 26 a 41 mm de comprimento, por animais adultos, sem distinção de sexos.
- 2 – Determinação do consumo de oxigênio por animais adultos, em relação ao peso, que variou de 310,2 a 1.322,0 mg, sem distinção de sexos.
- 3 – Determinação do consumo de oxigênio pelas larvas de 63,7 a 1.275,5 mg.
- 4 – Determinação do consumo de oxigênio pelas fêmeas e pelos machos adultos.
- 5 – Determinação do consumo de oxigênio por animais adultos, variando a temperatura do ambiente, para mais e para menos, com a finalidade de verificar se o animal é capaz de ajustamentos metabólicos em tais condições.

As experiências acima mencionadas, exceto a última, foram feitas, parte na câmara escura e parte à luz ambiente. A câmara escura foi construída com quatro suportes de madeira, presos verticalmente a uma base, sustentando uma capa de tecido preto com uma abertura estreita, que permanecia fechada durante os experimentos, a não ser por rápidos momentos durante as leituras; nessas ocasiões, pouquíssima luz penetrava no interior da câmara, vez que a abertura era adaptada ao olho do observador. A medida do consumo de oxigênio na obscuridade se fez, tendo em vista o fato de o animal procurar sempre os locais mais escuros para ficar durante o dia e só sair de seu esconderijo ao entardecer ou nas primeiras horas matinais. O animal entretanto, parece não ter hábitos noturnos.

Cerca de dez minutos após a permanência na câmara respiratória, período necessário à estabilização do aparelho, o besouro se aquietava, ficando em repouso. Muito raramente se movimentava, mas, neste caso, os movimentos eram sempre pouco intensos. As experiências realizaram-se à temperatura do laboratório, que atingiu uma máxima de aproximadamente 27°C, sendo esta também a temperatura do banho em que se achava mergulhado o respirômetro. Para o estudo da influência da temperatura, a experiência fez-se a 27°C por um período de uma hora; a seguir, o aparelho foi transportado para um banho à temperatura de 37°C, onde, após 10 a 15 minutos de espera, para estabilização do aparelho, mediu-se o consumo por mais uma hora,

no fim da qual o aparelho foi recolocado no banho a 27°C, fazendo-se então nova medida do consumo de oxigênio. A seguir, com outros exemplares, fez-se uma nova série de medidas do consumo de oxigênio. A experiência inicial também foi realizada a 27°C por um período de uma hora e então, o aparelho foi transportado para um banho à temperatura de 17°C, onde o consumo de O<sub>2</sub> foi medido por mais uma hora, após a espera para estabilização do aparelho, sendo posteriormente colocado à temperatura inicial, isto é, a 27°C, para nova medida. Todos os resultados foram trabalhados estatisticamente, segundo técnicas usuais <sup>(15)</sup>.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

- 1) *Consumo de oxigênio pelos adultos, relacionado ao tamanho do corpo.* a) à luz ambiente; b) na obscuridade.

O consumo de oxigênio por mg de peso, tanto na luz ambiente como na obscuridade, decresce com o aumento do tamanho do animal, o que está de acordo com Bertalanffy <sup>(3)</sup>, que afirma ser o tamanho absoluto do corpo o fator determinante de maior importância na taxa dos processos metabólicos. Isto é perfeitamente explicável, pelo fato de todas as condições biológicas ligadas ao metabolismo variarem caracteristicamente com o crescimento do corpo, o que seria válido para todos os organismos, apesar da diversidade de sua anatomia, mecanismos fisiológicos e adaptações ao meio. É, pois, regra geral em fisiologia que a taxa metabólica decresce com o aumento do tamanho do corpo. Todavia, mesmo obedecendo à regra geral, em certos casos, a relação entre taxa metabólica e tamanho do corpo não é a mesma para todos os organismos, sendo antes uma característica fisiológica de grupo de espécies afins, nesse sentido.

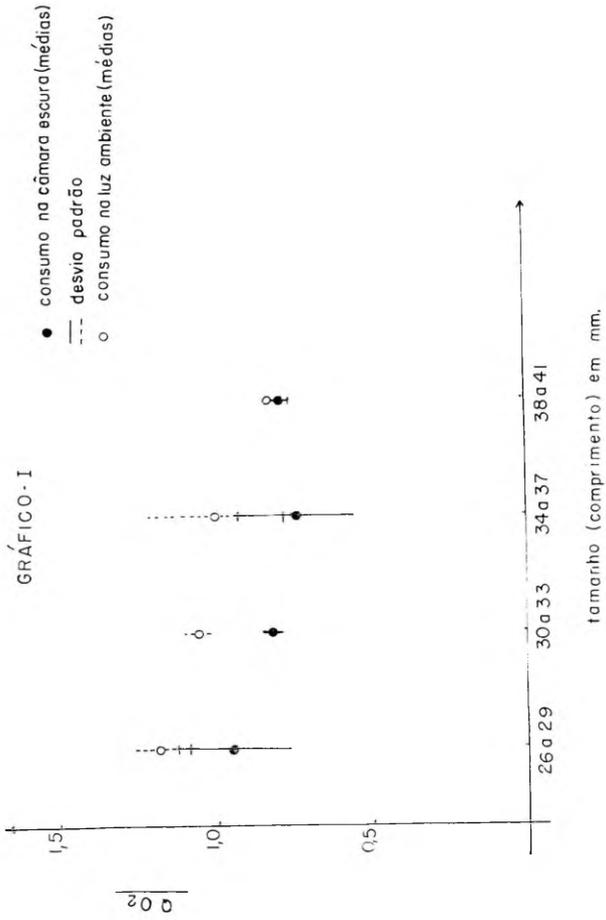
A tabela I e o gráfico I mostram os resultados desta primeira etapa. Pode-se verificar que o decréscimo do Q O<sub>2</sub> (mm<sup>3</sup>/ O<sub>2</sub>/h/mg de peso seco animal) não apresenta uniformidade com o aumento do tamanho do corpo, isto é, o decréscimo não é linear. Todas as variáveis, passíveis de controle neste caso, mantiveram-se constantes e daí pode-se talvez atribuir o desproporcional decréscimo do consumo de O<sub>2</sub> ao aumento de tecidos metabolicamente inertes e de material de estocagem, que comumente ocorre com o crescimento do animal. Evidencia-se também um menor consumo de oxigênio pelos mesmos

animais, cujas medidas foram realizadas em condições de obscuridade. Este fato leva a supor que a luz, provavelmente por mecanismo neuro-hormonal, teria influência na atividade metabólica desses animais, tornando-a mais intensa. É ponto a ser estudado posteriormente com

TABELA 1

Consumo de O<sub>2</sub> em relação ao tamanho animal (comprimento)

| Comprimento            | 26 a 29 mm |       | 30 a 33 mm |       | 34 a 37 mm |       | 38 a 41 mm |       |      |
|------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------|
|                        | Luz        | Obsc. | Luz        | Obsc. | Luz        | Obsc. | Luz        | Obsc. |      |
| QO <sub>2</sub>        | 1,59       | 1,36  | 1,38       | 0,62  | 0,52       | 0,64  | 0,82       | 0,78  |      |
|                        | 0,87       | 0,84  | 1,41       | 1,11  | 0,69       | 0,83  |            |       | 0,84 |
|                        | 1,05       | 0,56  | 1,42       | 0,65  | 0,57       | 0,99  |            |       |      |
|                        | 2,73       | 1,22  | 1,02       | 1,03  | 1,60       | 0,60  |            |       |      |
|                        | 0,86       | 0,60  | 1,22       | 0,93  | 0,70       | 0,58  |            |       |      |
|                        | 0,66       | 1,05  | 0,86       | 0,71  | 1,14       |       |            |       |      |
|                        | 0,89       | 1,50  | 0,84       | 0,64  | 1,84       |       |            |       |      |
|                        | 1,41       | 0,59  | 1,09       | 1,10  | 0,99       |       |            |       |      |
|                        | 1,03       | 0,93  | 0,91       | 0,70  |            |       |            |       |      |
|                        | 1,50       | 1,01  | 0,41       | 0,43  |            |       |            |       |      |
|                        | 0,59       | 0,74  | 0,65       | 1,18  |            |       |            |       |      |
|                        |            |       | 0,88       | 0,79  |            |       |            |       |      |
|                        |            |       | 1,17       | 0,58  |            |       |            |       |      |
|                        |            |       | 1,02       | 0,93  |            |       |            |       |      |
|                        |            |       | 1,11       | 0,65  |            |       |            |       |      |
|                        |            |       | 0,77       | 0,97  |            |       |            |       |      |
|                        |            |       | 2,21       |       |            |       |            |       |      |
|                        |            | 1,04  |            |       |            |       |            |       |      |
|                        |            | 0,98  |            |       |            |       |            |       |      |
|                        |            | 0,67  |            |       |            |       |            |       |      |
|                        |            | 1,21  |            |       |            |       |            |       |      |
| Médias QO <sub>2</sub> | 1,19       | 0,95  | 1,05       | 0,81  | 1,00       | 0,73  | 0,82       | 0,81  |      |
| Desvio padrão          | 0,31       | 0,60  | 0,08       | 0,11  | 0,55       | 0,55  | —          | 0,04  |      |
| Variância              | ±0,09      | ±0,18 | ±0,02      | ±0,02 | ±0,22      | ±0,19 | —          | ±0,02 |      |



mais detalhes e melhores recursos. Os resultados desta primeira etapa poderiam ser representativos, pelo fato do metabolismo decrescer com o tamanho do animal, mas deve-se notar que são imprecisos, pois somente o comprimento foi considerado. Como há sérias dificuldades em poder-se medir o tamanho absoluto do corpo de um animal, resultados mais concretos deveriam ser obtidos, relacionando-se o consumo de oxigênio com o peso do animal. Bertalanffy<sup>(3)</sup> indica que a dependência do consumo total de oxigênio ao peso do corpo animal pode ser expressa pela equação:  $M = bW^a$ , onde  $M$  é o consumo total por unidade tempo;  $W$ , o peso do corpo, e  $a$  e  $b$  são constantes; a primeira pode ser calculada quando os valores do consumo total contra peso do corpo são plotadas em papel log-log.

Os valores da taxa metabólica (consumo total por unidade de peso,  $Q_{O_2}$ ) podem ser plotadas ao invés dos valores do metabolismo total e a curva logarítmica torna-se negativa. Pode ocorrer que  $a$  seja igual a  $2/3$  e a taxa metabólica seguirá a lei da superfície; se  $a$  é igual à unidade, a taxa metabólica é diretamente proporcional ao peso; quando  $a$  é menor que a unidade, porém maior que  $2/3$ , obtém-se um caso intermediário.

- 2) *Consumo de oxigênio relacionado ao peso do animal adulto.*  
a) à luz ambiente; b) na obscuridade.

A tabela 2 e os gráficos II e III indicam os resultados obtidos nesta segunda etapa dos experimentos. Ellenby<sup>(12)</sup>, trabalhando com *Drosophila melanogaster*, demonstrou que no estágio pré-pupal o oxigênio consumido está relacionado com a área de superfície. Kitell, estudando o metabolismo respiratório em relação ao tamanho animal em dípteros e coleópteros, inclusive curculionídeos, encontrou uma direta proporcionalidade entre o consumo total de oxigênio e o peso vivo. Edwards<sup>(8)</sup>, demonstrou crer na possibilidade dos hemimetábolos seguirem a lei da superfície, enquanto os holometábolos teriam uma intensidade de metabolismo mais estreitamente relacionada ao peso. De acordo com Zeuthen<sup>(23)</sup>, nos insetos o metabolismo respiratório é proporcional ao peso do corpo, variando com ele. Bertalanffy<sup>(3)</sup>, afirma que a proporcionalidade direta entre consumo total de oxigênio e peso é encontrada em larvas de insetos em desenvolvimento e em insetos hemimetábolos. Não se refere, no entanto, aos holometábolos, grupo em que se inclui a espécie em estudo. Os re-

TABELA 2

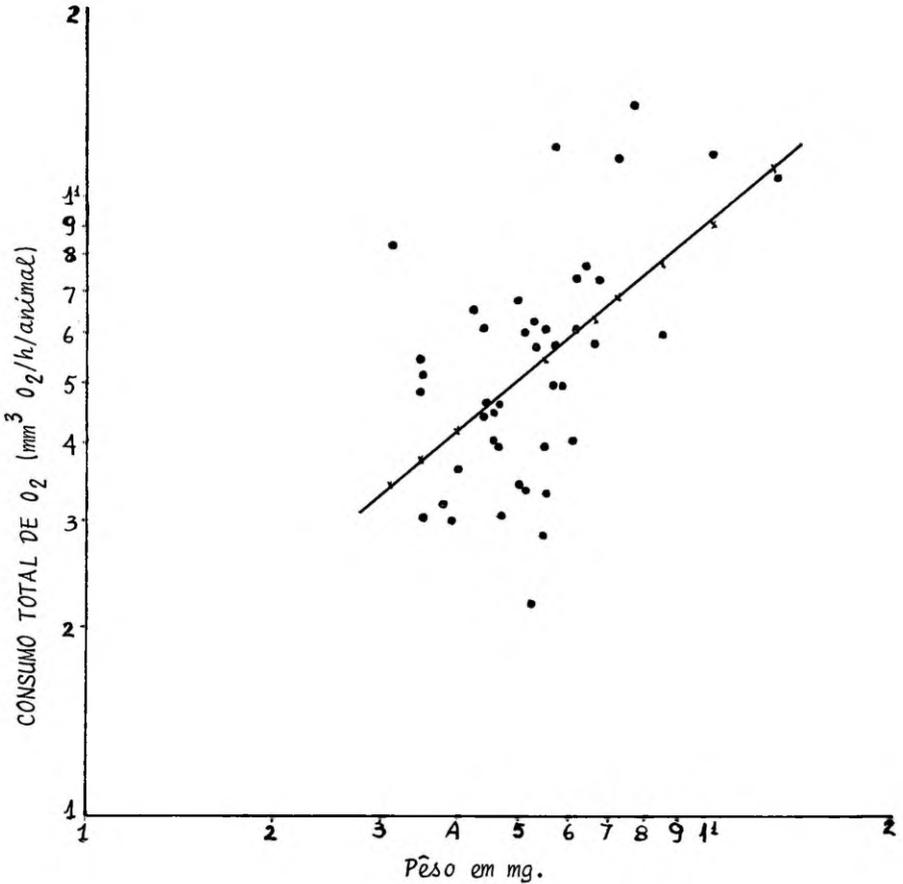
Consumo de O<sub>2</sub> em relação ao peso em adultos

| Peso em mg | Consumo mm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /h/<br>/animal |             | Peso em mg | Consumo mm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /h/<br>/animal |             |
|------------|---|-------------|------------|---|-------------|
|            | Luz   | Obscuridade |            | Luz   | Obscuridade |
| 310,2      | 847,3   | 189,0       | 526,3      | 220,3   | 376,0       |
| 344,7      | 488,3   | —           | 531,8      | 579,6   | —           |
| 346,0      | 550,9   | 470,9       | 543,7      | 283,1   | —           |
| 349,7      | 520,0   | —           | 547,5      | 605,6   | 566,8       |
| 350,9      | 306,0   | —           | 549,5      | 395,0   | 341,4       |
| 374,7      | 320,8   | —           | 556,5      | 331,6   | 338,4       |
| 387,8      | —   | 584,6       | 560,2      | —   | 332,2       |
| 390,5      | 300,9   | —           | 567,2      | 1.204,5   | 672,2       |
| 399,7      | 364,9   | 440,7       | 570,0      | 583,6   | 373,5       |
| 421,0      | 632,7   | 312,7       | 574,8      | 497,0   | —           |
| 438,8      | 446,6   | 483,9       | 589,8      | 498,9   | 397,3       |
| 438,9      | 619,9   | 411,0       | 605,2      | 406,7   | —           |
| 444,8      | 469,9   | 580,8       | 612,5      | 609,0   | —           |
| 453,0      | 454,0   | —           | 617,2      | 757,9   | 576,1       |
| 456,3      | 407,9   | 375,7       | 630,0      | —   | 272,7       |
| 458,2      | 472,5   | 531,1       | 640,7      | 778,0   | —           |
| 461,7      | 400,2   | 564,3       | 660,0      | 585,9   | 383,0       |
| 469,2      | 308,7   | —           | 672,6      | 749,1   | 532,3       |
| 478,8      | —   | 337,4       | 720,6      | 1.157,3   | 716,9       |
| 495,8      | 685,4   | 311,3       | 762,2      | 1.403,6   | 632,5       |
| 506,3      | 343,0   | —           | 763,8      | —   | 491,8       |
| 511,7      | 341,3   | 290,8       | 853,8      | 605,4   | 548,7       |
| 512,0      | 601,0   | 477,5       | 1.027,2    | 1.180,4   | 867,2       |
| 520,0      | 635,0   | 539,9       | 1.322,0    | 1.094,9   | 1.035,0     |

sultados desse experimento parecem coincidir com os da maioria, especialmente com os apresentados por Edwards podendo-se notar uma relação positiva entre consumo de oxigênio e peso do animal. Através de cálculos estatísticos esta correlação foi considerada boa ( $R = 0,6$ ); embora a dispersão dos pontos, provavelmente explicada pela impossibilidade de controle de todas as variáveis, dificultasse a visualização do tipo de função, cálculos matemáticos indicaram a dependência, nos gráficos II e III, de acordo com a expressão  $M = bW^a$ , sendo 0,8 e 0,7 respectivamente os valores de  $a$  a que se refere Bertalanffy<sup>(3)</sup>.

GRÁFICO II

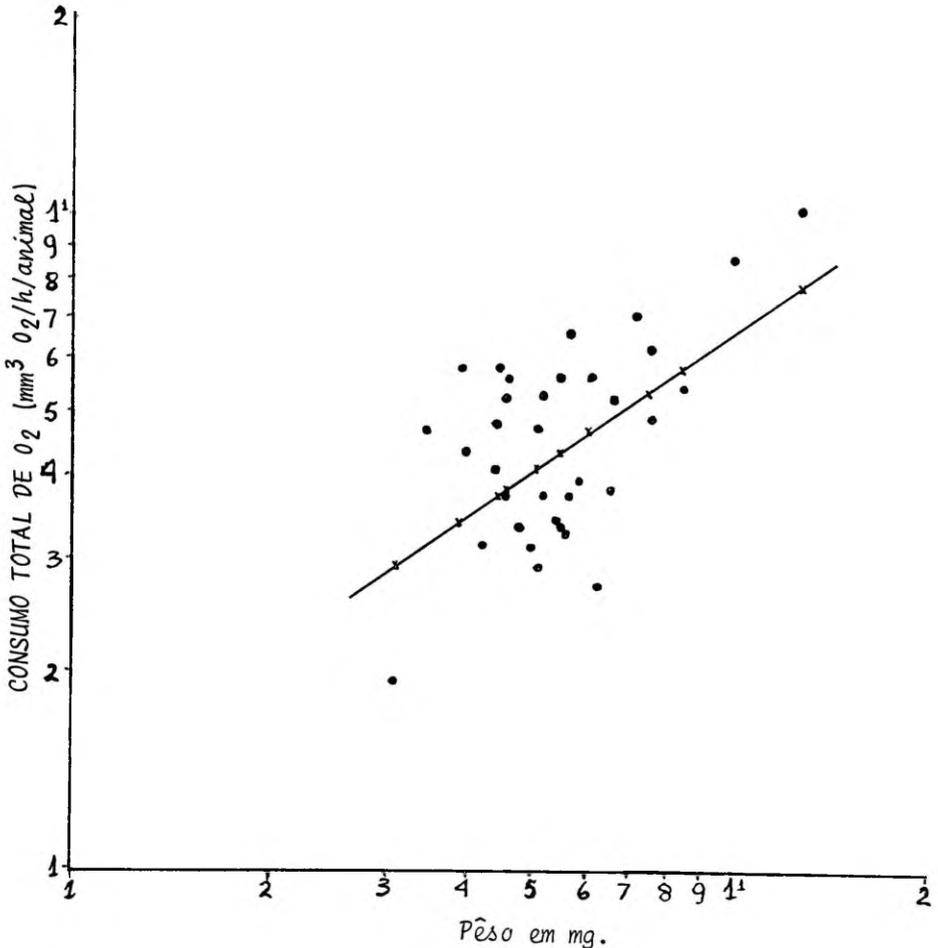
CONSUMO TOTAL DE  $O_2$  EM RELAÇÃO AO PÊSO,  
POR ANIMAIS ADULTOS, NA LUZ AMBIENTE



As medidas não foram realizadas com o animal em condições de “metabolismo standard”; essas, preconizadas por Krogh, como se sabe, são relativas, podendo dar margem a erros, pois as condições de pós-absorção e as de repouso absoluto são difíceis de conseguir-se, e a duração e reprodutibilidade de condições próximas a estas, pra-

GRÁFICO III

CONSUMO TOTAL DE  $O_2$  EM RELAÇÃO AO PÊSO,  
POR ANIMAIS ADULTOS, NA OBSCURIDADE



ticamente, são impossíveis de controlar-se, devido às diferenças individuais e mesmo em uma só espécie. Por outro lado, não são comparáveis o metabolismo basal dos mamíferos e o "metabolismo standard" dos insetos. Mesmo que um inseto permaneça imóvel, não se pode

concluir que a taxa respiratória represente o consumo mínimo de oxigênio necessário, ou que corresponda ao sono nos vertebrados. Além disso, procurando-se medir o consumo de oxigênio em condições o mais próximo possível daquelas em que se encontra o inseto em seu meio, variando-se um fator por vez, poder-se-iam obter dados úteis para um estudo comparativo. Supõe-se que, pelo fato dos indivíduos da espécie terem o mesmo regime alimentar, a única diferença para as medidas feitas em jejum seria a redução da taxa metabólica respiratória como acontece com *Rhodnius prolixus*, embora com regime alimentar diferente <sup>(19)</sup>.

Para correlacionar consumo de oxigênio e peso, utilizou-se o peso seco. Edwards e Irving <sup>(9)</sup>, trabalhando com crustáceos, verificaram que, relacionando-se consumo de oxigênio com peso seco ou úmido, obtém-se o mesmo tipo de relação. Os mesmos autores, trabalhando com *Talorchestia megalopthalma*, chegaram às mesmas conclusões. Durante a dissecação há apenas perda de água, que é pouco ativa metabolicamente e, se um exemplar maior tem relativamente mais água, sua superfície menor em relação ao volume lhe permite uma perda quantitativamente inferior se comparada com a de um animal menor, no mesmo espaço de tempo. Este fator, como foi citado anteriormente, foi controlado, pois os animais permaneciam na estufa até verificação de constância do peso. Por outro lado, o exo-esqueleto, relativamente inerte do ponto de vista metabólico, sendo maior nos exemplares de maior tamanho, antes contribuiria para que as taxas obtidas do consumo de oxigênio pelos animais maiores, tivessem menores valores.

- 3) *Consumo de oxigênio pelas larvas, em relação ao peso do corpo.*  
a) à luz ambiente; b) na obscuridade.

Os dados são apresentados na tabela 3 e nos gráficos IV e V. As investigações em torno do assunto indicam uma relação positiva, embora fraca ( $R = 0,3$ ), entre consumo total de oxigênio e peso do corpo, de acordo com os resultados aqui obtidos. Estes dados deverão ser aceitos com reservas, visto o início do período larvar usualmente envolver diferenciação de tecidos e, no final deste período, várias mudanças ocorrerem para a transformação em pupa. Embora, com base nos trabalhos de Trager e Abercrombie, pareça possível que, em parte do período larvar, possa um aumento de tecido envolver um equivalente incremento do metabolismo, Biolacewicz, trabalhando com larvas de *Bombyx*, encontrou no 5.º estágio a taxa de consumo de

TABELA 3

Consumo de  $O_2$ , em relação ao peso, em larvas

| Peso (mg) | Consumo $mm^3 O_2/h/animal$ |             |
|-----------|-----------------------------|-------------|
|           | Luz                         | Obscuridade |
| 63,7      | 265,5                       | 332,3       |
| 186,4     | 915,6                       | 539,5       |
| 296,7     | 357,4                       | 314,2       |
| 318,2     | 426,5                       | 374,8       |
| 420,0     | 510,7                       | —           |
| 446,0     | 360,3                       | 301,7       |
| 544,0     | 864,0                       | 543,0       |
| 551,8     | 428,4                       | 425,2       |
| 566,4     | 605,5                       | —           |
| 573,0     | 616,7                       | 481,9       |
| 649,0     | 733,1                       | —           |
| 654,0     | 710,0                       | 367,3       |
| 823,6     | 795,0                       | 490,7       |
| 876,6     | 476,5                       | —           |
| 1.275,5   | 678,8                       | —           |

oxigênio por unidade de peso, permanecendo constante durante os cinco primeiros dias, enquanto o peso do corpo sobrepassa o triplo. Bertalanffy <sup>(3)</sup>, afirma existir direta proporcionalidade entre consumo total de oxigênio e peso, nas larvas em crescimento. Janda, trabalhando com larvas de *Croesus*, achou que a taxa de respiração total é aproximadamente proporcional ao peso do corpo. Todavia afirma que as larvas consomem enorme quantidade de alimento por dia, o que indica incluir o peso do corpo considerável quantidade de alimento não incorporado e, conseqüentemente, uma direta proporcionalidade entre respiração e peso do corpo é fortuita, não fornecendo elementos para conclusão. Apesar de as medidas de consumo de oxigênio neste

experimento terem sido feitas com larvas de diferentes idades, procuramos diminuir as causas de erro, fazendo medidas só depois de seis horas de jejum, uma vez que, no laboratório, ficou evidenciado que a larva não vive mais que 48 horas sem alimento. Como aconteceu com os adultos, a luz parece ter influência no metabolismo da larva, tornando-o mais ativo. Pode-se ver que os valores das taxas obtidas para o consumo, na obscuridade, foram menores.

GRÁFICO IV

CONSUMO TOTAL DE  $O_2$ , EM RELAÇÃO AO PÊSO,  
EM LÁRVAS, NA LUZ AMBIENTE.

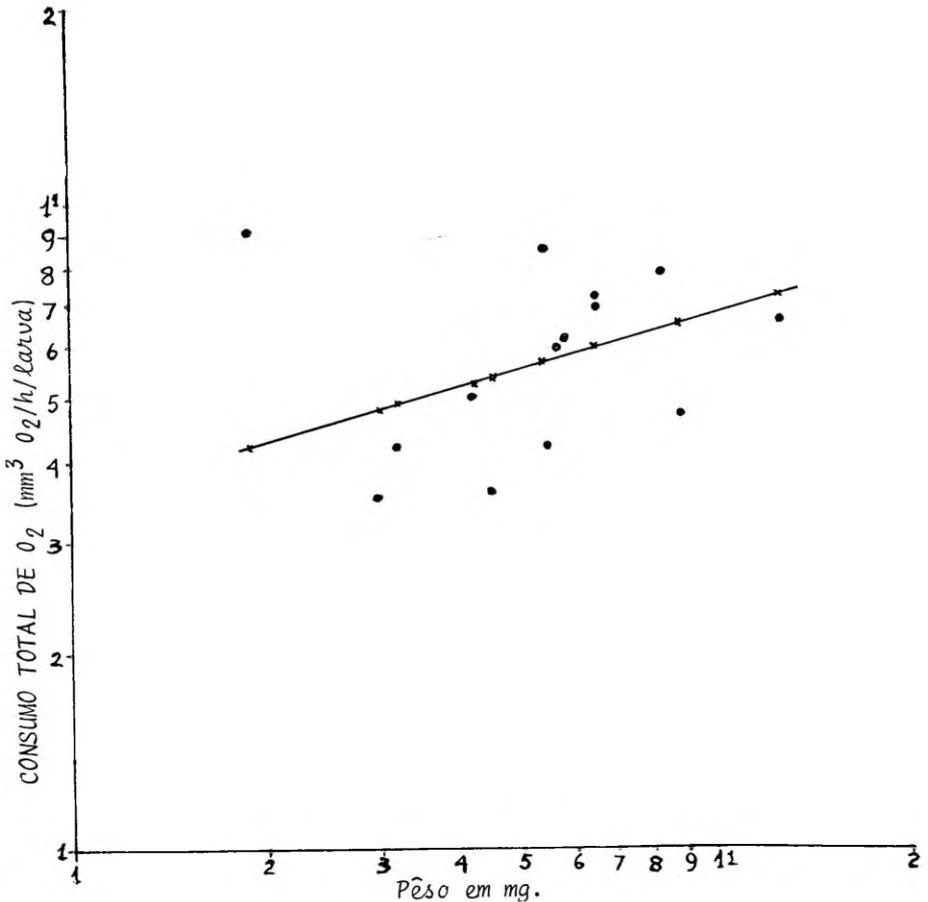
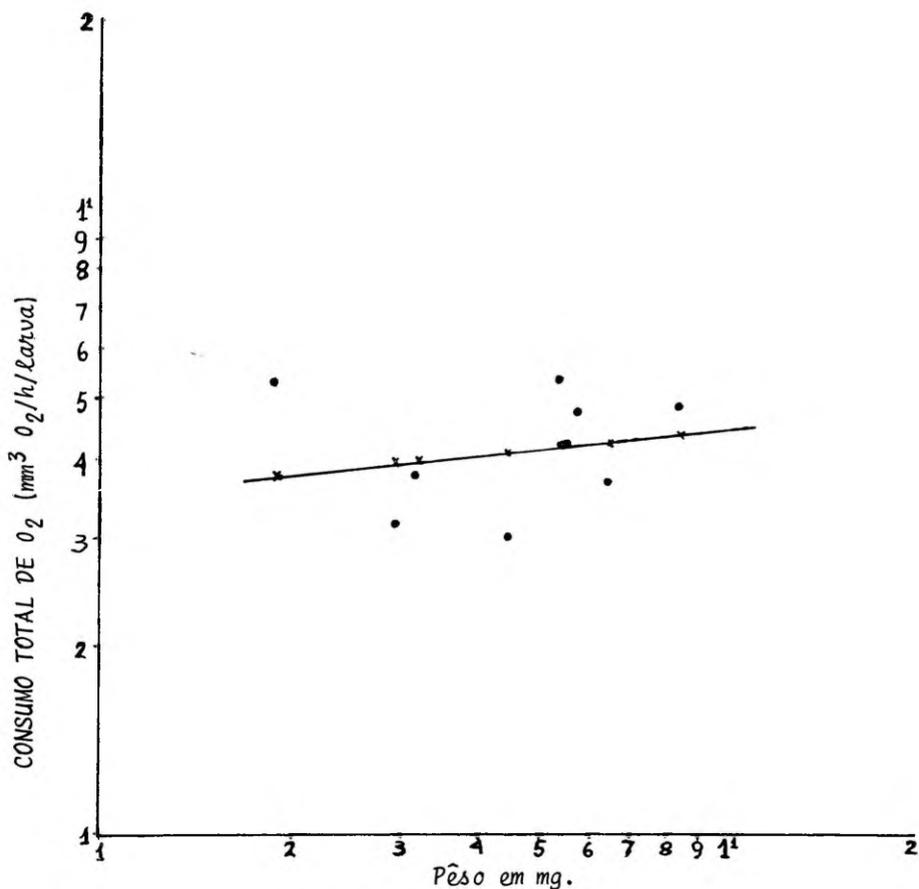


GRÁFICO V

CONSUMO TOTAL DE  $O_2$  EM RELAÇÃO AO PESO,  
EM LARVAS, NA OBSCURIDADE.



- 4) *Consumo de oxigênio relacionado ao sexo.* a) à luz ambiente;  
b) na obscuridade.

Os resultados são apresentados na tabela 4. Pode-se notar que à luz ambiente, o consumo de oxigênio por miligrama de peso seco, pelas fêmeas é maior, ocorrendo o contrário com os machos, que têm em relação a estas um maior consumo na obscuridade. Do ponto de

TABELA 4

Consumo de O<sub>2</sub> relacionado ao sexo

| Sexo            | Masculino |             | Feminino |             |
|-----------------|-----------|-------------|----------|-------------|
|                 | Luz       | Obscuridade | Luz      | Obscuridade |
| QO <sub>2</sub> | 1,38      | 0,62        | 0,98     | 0,97        |
|                 | 1,41      | 0,58        | 0,99     | 0,65        |
|                 | 0,85      | 0,60        | 1,02     | 0,74        |
|                 | 0,52      | 1,11        | 0,77     | 1,01        |
|                 | 0,69      | 1,36        | 0,67     | 0,93        |
|                 | 1,42      | 0,78        | 1,04     | 0,93        |
|                 | 0,57      | 0,65        | 1,50     | 0,58        |
|                 | 0,91      | 0,84        | 1,03     | 0,79        |
|                 | 1,59      | 0,56        | 1,41     | 1,18        |
|                 | 0,82      | 0,99        | 1,17     | 0,43        |
|                 | 1,02      | 1,03        | 0,88     | 0,70        |
|                 | 0,87      | 1,22        | 1,11     | 0,59        |
|                 | 0,89      | 0,60        | 2,21     |             |
|                 | 0,66      | 0,93        | 1,21     |             |
|                 | 1,60      | 0,84        | 0,65     |             |
|                 | 1,22      | 0,83        |          |             |
|                 | 0,86      | 0,71        |          |             |
|                 | 2,73      | 1,30        |          |             |
|                 | 1,84      | 1,50        |          |             |
|                 | 1,14      | 0,64        |          |             |
|                 | 1,05      | 0,64        |          |             |
|                 | 0,41      | 1,10        |          |             |
|                 | 1,09      |             |          |             |
| 0,84            |           |             |          |             |
| 0,86            |           |             |          |             |
| 1,01            |           |             |          |             |
| 0,70            |           |             |          |             |
| Médias          | 1,07      | 0,88        | 1,11     | 0,79        |
| Desvio padrão   | 0,41      | 0,28        | 0,38     | 0,23        |

vista estatístico, porém, estas diferenças não são significativas, o que vale dizer que entre machos e fêmeas, na espécie estudada, os valores de  $Q O_2$  mais ou menos se equivalem. Procurando-se estudar estatisticamente as diferenças entre as taxas de consumo de oxigênio, em cada um dos sexos separadamente, na luz ambiente e na obscuridade, verifica-se que, nas fêmeas, esta diferença é altamente significativa, enquanto nos machos é provavelmente significativa.

No que se refere às diferenças de consumo de oxigênio relacionado ao sexo, deve-se lembrar que Taylor e Steinback<sup>(21)</sup>, trabalhando com *Galleria mellonella*, sugerem a possibilidade de diferença na taxa de consumo de oxigênio entre pupas, machos e fêmeas. Esclarecendo os resultados obtidos com base em sugestão de Krogh, os autores explicam a variação do metabolismo entre sexos, como decorrente da diferença da quantidade de tecidos metabolicamente ativos, presente nos machos e fêmeas, durante o desenvolvimento pupal. No entanto, Ellenby<sup>(12)</sup>, num trabalho com *Drosophila melanogaster*, encontrou inicialmente variações da taxa de consumo de oxigênio, entre os sexos, que posteriormente verificou serem devidas às diferenças de tamanho entre machos e fêmeas. Lambremont<sup>(17)</sup>, trabalhando com curculionídeos, não achou diferença significativa entre os sexos. As diferenças de  $Q O_2$ , obtidas à luz ambiente e na obscuridade, mais significativas nas fêmeas, podem corroborar a hipótese de que estas são mais sensíveis à luz devido provavelmente a diferenças hormonais. Em ambos os casos, os dados estão de acordo com Edwards<sup>(8)</sup>, quando afirma que, em certas espécies diurnas, a obscuridade reduz a atividade.

- 5) *Consumo de oxigênio relacionado às mudanças bruscas da temperatura ambiental, em adultos.* a) variação para +10°C; b) variação para -10°C.

Os resultados acham-se na tabela 5 e poderiam fundamentar as seguintes conclusões: 1) — Variações rápidas no metabolismo ocorrem com as mudanças de temperatura do ambiente. 2) — A taxa metabólica aumenta pela elevação da temperatura e diminui quando a temperatura do ambiente decresce como é natural nos poiquilotermos. Os limites do incremento ou redução do consumo de oxigênio não puderam ser averiguados. 3) — *H. coriaceus* parece ser capaz de ajustamentos metabólicos rápidos, embora pouco amplos, evidenciados pelo fato de o animal ter menor consumo de oxigênio quando retorna

TABELA 5

Consumo de O<sub>2</sub> relacionado a mudanças bruscas de temperatura

| Exemplares  | 1               | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | Médias |
|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Temperatura | QO <sub>2</sub> |      |      |      |      |      |      |        |
| 27          | 0,41            | 1,21 | 1,09 | 0,65 | 0,84 | 0,86 | 0,70 | 0,82   |
| 37          | 2,69            | 2,88 | 3,01 | 1,55 | 2,03 | 1,73 | 1,85 | 2,24   |
| 27          | 0,69            | 0,51 | 0,57 | 0,38 | 0,54 | 0,34 | 0,61 | 0,52   |
| 27          | 1,30            | 0,43 | 1,50 | 0,70 | 0,59 | 0,64 | 1,10 | 0,89   |
| 17          | 0,57            | 0,42 | 0,63 | 0,54 | 0,25 | 0,36 | 0,48 | 0,47   |
| 27          | 1,58            | 0,99 | 1,08 | 0,76 | 0,69 | 0,66 | 0,60 | 0,90   |

da temperatura a +10°C para a do ambiente e um pouco mais alto, quando da temperatura -10°C para a inicial. Se estas modificações fossem exclusivamente devidas ao "stress", pelas mudanças súbitas da temperatura, os resultados, em ambos os casos, mostrariam um aumento da taxa respiratória, durante a última fase de medida. Esta etapa dos experimentos foi baseada num trabalho de Edwards e Pérez Gonzalez <sup>(11)</sup>, quando afirmam representarem as mudanças bruscas e amplas da temperatura um dos métodos para se determinar a capacidade do animal, estudado nestas condições, a ajustamentos metabólicos. Mostraram que os insetos estudados (larvas de odonatos, coleópteros e hemípteros) apresentam um tipo simples de resposta metabólica, quando submetidos às mudanças bruscas ou vagarosas de temperatura, de grande ou pequena amplitude. Tomam este fato como indicação de não apresentarem adaptações do metabolismo. Bullock <sup>(5)</sup> chama a atenção para o fato de, entre os poiquilótermos, muitos animais apresentarem, em níveis diferentes, capacidade de compensar metabolicamente mudanças de temperaturas, por mecanismos os mais diversos. Citando trabalhos de Scholander, Flag, Walters e Irving com insetos, concordam em que alguns deles têm certa tendência para compensar metabolicamente as trocas de temperatura, embora a maioria seja relativamente pobre nesta habilidade. Como ficou esclarecido anteriormente, a atividade motora do animal não pôde ser controlada e, realmente, em alguns casos, foi mais intensa em temperatura elevada;

todavia a grande diferença no consumo de oxigênio jamais poderia ser explicada pela variação desta atividade, visto a diferença observada ter sido pequena. Grainger<sup>(16)</sup>, investigando as alterações respiratórias de animais após curto tempo de modificação de temperatura, verificou que, em *Artemia*, o consumo de oxigênio permanecia alto, mesmo quando toda a atividade locomotora cessara por efeito de anestesia.

O fato do animal apresentar capacidade para pequenos ajustamentos metabólicos, poderia circunstancialmente estar de acordo com sua ampla distribuição também por regiões, nas quais a temperatura, contrariamente ao que ocorre na Bahia, apresenta variação relativamente grande em muitos períodos.

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos levam às seguintes conclusões:

1) — O consumo de oxigênio por *H. coriaceus* medido em  $\text{mm}^3 \text{O}_2/\text{h}/\text{mg}$  peso seco, decresce com o aumento do tamanho (comprimento) animal; esta redução, porém, não é uniforme. 2) — Em *H. coriaceus* há correlação positiva entre consumo de oxigênio e peso (seco) do corpo, sendo a função potência ( $M = bW^a$ ) o modelo matemático mais adequado para representar a dependência dos dados obtidos com os animais adultos. Os valores de  $a$  indicam que, nesse caso, em relação à taxa metabólica ocorreria uma situação intermediária entre proporcionalidade ao peso e proporcionalidade à área de superfície. 3) — À luz, o consumo de oxigênio de larvas e adultos aumenta. 4) — Nas fêmeas a diferença entre as taxas de consumo de oxigênio à luz e na obscuridade, é altamente significativa. 5) — Não se observa diferença estatisticamente significativa, entre os valores de  $Q \text{O}_2$  em ambos os sexos. 6) — O *H. coriaceus* adulto é capaz de alterar rapidamente o consumo de oxigênio em resposta às variações da temperatura do ambiente.

### A G R A D E C I M E N T O S

Desejo expressar minha gratidão ao Dr. Paulo Sawaya e a Prof.<sup>a</sup> Maria Dolores Pérez Gonzalez, da Universidade de São Paulo, a quem devo o aprendizado da técnica utilizada nesta experiência; a toda a equipe do Instituto Biológico da Bahia na pessoa de seu Diretor Dr. Moacyr Dunham de Moura Costa e a todo o grupo de Professores e funcionários do Departamento de Fisiologia Geral

e Animal da Universidade de São Paulo; e estendo os meus agradecimentos aos Professores do Departamento de Estatística do Instituto de Matemática da Universidade Federal da Bahia e ao Prof. Edison P. dos Santos, da Universidade de São Paulo, pelos esclarecimentos prestados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, S. N. de; DUNHAN, O. e BELTRÃO, A. (1969) — Manual do Plantador do Coqueiro. Cultura do Coqueiro (SUDENE), 1(2):49.
2. AGREL, I. (1947) — Thermal Adjustment in Insects. Arkiv zool., 39A(10): 1-47.
3. BERTALANFFY, L. von (1951) — Metabolic Types and Growth Types. Amer. Nat., 85(821):111-117.  
 ——— (1957) — Quantitative Laws in Metabolism and Growth. Quart. Rev. Biol., 32(3):217-231.
4. BONDAR, G. (1915) — Os coqueiros do litoral brasileiro. Bol. Agri. (São Paulo), 16:435-441.  
 ——— (1922) — Insetos daninhos e moléstias do coqueiro (*Cocus nucifera*) no Brasil. Bahia, Imprensa Oficial do Estado, 113 p.  
 ——— (1929) — Estudos entomológicos. Bol. Lab. Pat. Veg. (Bahia), 8: 34-44.  
 ——— (1940) — Insetos nocivos e moléstias do coqueiro (*Cocus nucifera*) no Brasil. Bol. Ins. Cent. Fom. Eco. Bahia, n.º 8:160.
5. BULLOCK, T. H. (1955) — Compensation for temperature in the metabolism and activity of poikilotherms. Biol. Rev., 30:311-342.
6. COSTA LIMA, A. M. e SEABRA, C. A. C. (1955) — Notas sobre *Rhinastus* (Col. Curcul. Cholinae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 53(2-4):421-434.
7. CROZIER, W. J. (1924-1925) — On biological oxidations as a function of temperature. Jour. Gen. Phy., 7:189-216.
8. EDWARDS, G. A. (1953) — Respiratory metabolism. In: Roeder, K. D. Insect physiology: New York, John Wiley. 1099 p.
9. EDWARDS, G. A. and IRVING, L. (1943) — The influence of temperature and season upon the oxygen consumption of the sand crab, *Emerita talpoida* Say. Jour. Cell. Comp. Physiol., 21:169-182.  
 ——— (1943) — The influence of season and temperature upon oxygen consumption of the beach flea, *Talorchestia megalopthalma*. Jour. Cell. Comp. Physiol., 21:183-189.
10. EDWARDS, G. A. and NUTTING, L. W. (1950) — The influence of temperature upon the respiration and heart activity of *Thermobia* and *Grylloblatta*. Psyche, 57:33-44.
11. EDWARDS, G. A. e GONZALEZ, M. D. P. (1953) — A influência de certos agentes químicos sobre o metabolismo da broca do café. Zoologia, 18: 77-90.

- \_\_\_\_\_ (1954) — The influence of temperature upon the respiratory metabolism of certain tropical aquatic insects. *Acta Physiol. Lat. Amer.*, **4**(3):127-132.
12. ELLENBY, C. (1937) — Relation between body size and metabolism. *Nature* (London), **140**:853.
13. FONSECA, S. P. (1962) — Broca dos pedúnculos dos coqueiros (*Homalinotus coriaceus*, Gyllenhal, 1836). *O Biol.* (São Paulo), **28**(1):20-25.
14. FRANCO, E. (1948) — Derrubadores de frutos de coqueiros. *Bahia. Rur.*, **16**(7):3-4.
15. GOMES, F. P. (1966) — *Curso de Estatística Experimental*. 3.<sup>a</sup> edição ampliada. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 420 p.
16. GRAINGER, J. N. R. (1956) — Effects of changes of temperature on the respiration of certain Crustácea. *Biol. Rev.*, **30**:311-342.
17. LAMBREMONT, E. N. (1961) — Homegenate respiration of diapausing and non-diapausing Boll Weevils. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **54**:313.
18. NASCIMENTO, I. A. & CARVALHO, H. A. (1970) — Estudo morfo-fisiológico do aparelho reprodutor do *Homalinotus coriaceus* Gyllenhal, 1836. *Bol. Ins. Biol. Bahia*, **2**(1):1-9.
19. OKASHA, A. V. K. (1968) — Changes in the respiratory metabolism of *Rhodnius prolixus* as induced by temperature. *Jour. Ins. Physiol.*, **14**:1621-1634.
20. ROBBS, C. F. (1950) — Principais pragas do coqueiro na Baixada Fluminense. *Bol. Campo*, **6**(37):1-6.
- \_\_\_\_\_ (1959) — Insetos nocivos ao coqueiro e meios de combatê-los. *Bol. Campo*, **15**(119):3-14.
- \_\_\_\_\_ (1953) — O BHC no combate à broca dos pedúnculos florais do coqueiro (*Cocus nucifera*, L.). *Bol. Campo*, **9**(55):3-9.
21. TAYLOR, I. R. and STEINBACK, H. B. (1927) — Respiratory metabolism during pupal development of *Galleria mellonella* (Bee Moth). *Physiol. Zool.*, **4**:604-619.
22. VERNALHA, M. M. (1952) — Contribuição zoogeográfica para o estudo dos Curculionídeos do Estado do Paraná. *Arq. Biol. Tecnol. (Curitiba)*, **7**:34-37.
23. ZEUTHEN, F. (1953) — Oxygen uptake and body size in organisms. *Quart. Rev. Biol.*, **28**:1-12.
- \_\_\_\_\_ (1955) — Comparative Physiology (Respiration). *Ann. Rev. Physiol.*, **17**:459-482.

Os trabalhos citados no texto, ausentes da lista bibliográfica final, estão indicados no cap. "Respiratory Rate" do livro "Advances in Insects Physiology", editado por Beamont, Theherne, Wigglesworth, London (etc.), Academic Press, 1969.

