

# REVISTA DE AGRICULTURA

DIRETORES

Prof. N. Athanassof  
Prof. Octavio Domingues  
Prof. S. T. Piza Junior  
Prof. Carlos T. Mendes  
Prof. Ph. W. C. Vasconcellos

Publicação bi-mensal de ensinamento teórico e prático

Vol. 20

Janeiro - Fevereiro - 1945

N. 1-2

## METABOLIMETRIA INDIRETA

Milton de Souza Piza

Prof. Cat. de Zootecnia Geral, Genética Animal  
e Bromatologia da Fac. Med. Veterinária da  
Universidade de São Paulo

### METABOLISMO BASAL

Achamos conveniente, por uma questão meramente pedagógica, começar com uma sucinta descrição do aparelho de Benedict, de metabolimetria indireta, que dará ao leitor conhecimentos que facilitarão mais tarde a compreensão do assunto.

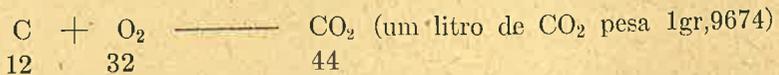
Um litro de oxigênio assimilado pelo organismo corresponde à produção de 4,825 Cal. (grandes calorias), portanto, 207,2 cc de oxigênio assimilados corresponderão a 1 Cal. e 20,72 a 0,1 (um décimo) de Cal.

1000 cc O <sub>2</sub> (760 mm de Hg e 0° C)	. . .	4,825 Cal
207,2'' '' '' '' '' '' ''	. . .	1,000 ''
20,72 '' '' '' '' '' '' ''	. . .	0,100 '' (um décimo)

Construindo-se um aparelho para medir a quantidade de oxigênio assimilado num determinado tempo, poder-se-á saber a quantidade de calorias que o organismo animal produziu nesse mesmo tempo. Por se determinar **indiretamente** a quanti-

dade de calorías produzidas pelo organismo, pela quantidade de oxigênio consumido, o processo que vamos descrever é um processo de **metabolimetria indireta**.

É preciso notar, antes de tudo, que um litro de anidrido carbônico contém, em pêso, a quantidade de oxigênio correspondente a um litro.



$$\frac{1,9674 \times 32}{44} = 1,4290 \text{ (um litro de O}_2 \text{ pesa 1gr,4289)}$$

Isto quer dizer que um litro de oxigênio assimilado pode dar um litro de anidrido carbônico, sem que haja um excesso de produção de gás. É um dos interessantes equilíbrios que permitem a vida dos animais.

As funções termorreguladoras defendem o organismo contra elevação e baixa excessivas de temperatura e, de um modo geral, a cessão de calor será tanto maior, quanto maior fôr a quantidade de oxigênio assimilado.

Quando o indivíduo está em completo repouso, tendo recebido a última refeição quase isenta de proteínas, há mais de doze horas, sem sentir calor nem frio (neutralidade térmica), o organismo funciona apenas para manter um estado de vida, por assim dizer, vegetativo, com um mínimo de esforço. O metabolismo nestas condições é o metabolismo de base ou **metabolismo basal**.

Se é muito difícil, quando se trata do homem, saber se as suas condições foram boas durante tóda a operação de metabolimetria, para os animais é ainda mais difícil. Não se pode saber se o animal está calmo, como também é muito difícil conhecer o estado de neutralidade térmica. O conhecimento do ritmo cardíaco e respiratório dão indicações preciosas sôbre o estado do indivíduo durante a experiência.

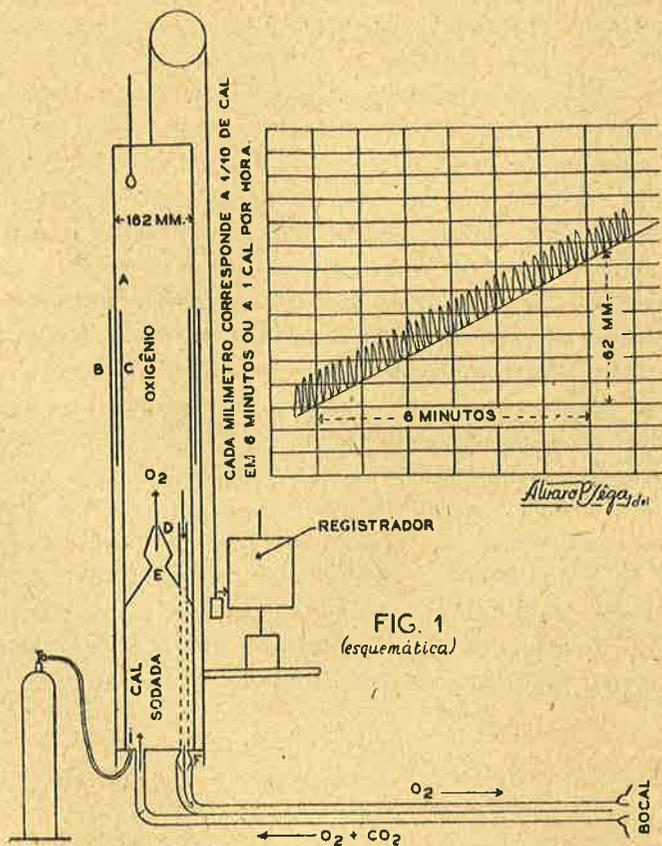
Sabendo-se que a perda de calor por quilo e por hora varia com o tamanho do animal, ao passo que a perda por unidade de superfície corporal (metro quadrado) é por hora aproximadamente a mesma, estando os indivíduos nas mesmas condições de alimentação e de ambiente, resolveu-se tomar como unidade a perda de calor por metro quadrado e por hora. A demonstração do que acabamos de dizer pode ser conhecida num artigo que escrevemos em número anterior desta Revista.

A unidade de metabolismo basal é, portanto, a **quantidade de calor cedida pelo organismo e correspondente a um metro quadrado de superfície corporal, estando o animal em jejum, completo repouso e neutralidade térmica.** Embora nem todo o calor seja cedido pela pele, tomou-se o quociente do calor total cedido pelo corpo expresso em grandes calorías, pela superfície do corpo expressa em metros quadrados, como unidade. Assim, um homem de 70 quilos de peso e de 1,70 de altura, terá 1m<sup>2</sup>,55 (um metro quadrado e cinquenta e cinco decímetros quadrados) de superfície corporal (pelo gráfico de Janet). A unidade de seu metabolismo basal (MB) será, para uma perda de 61 Cal.,225, de 39 Cal.,50. Por simplificação passou-se a chamar de MB a unidade de metabolismo basal; assim, 39 Cal., 50 será o MB do homem considerado.

$$\frac{61,225}{1,55} = 39,5$$

Dadas estas noções indispensáveis, passemos ao estudo do aparelho Benedict, que foi construído para medir a quantidade de oxigênio assimilado num determinado tempo.

Neste aparelho o indivíduo inspira oxigênio puro e expira para dentro do mesmo uma mistura de oxigênio e anidrido carbônico; não é possível fazer com que o indivíduo respire oxigênio puro durante uma hora, por motivos de ordem fisiológica e técnica, razão pela qual o tempo foi diminuído para um décimo da hora, ou seja, para seis minutos. Isto quer dizer que 20cc,72 de oxigênio assimilados em seis minutos, corresponderiam a 207cc,2 em uma hora.



O aparelho para isso construído consta de um cilindro emborcado *a* que entra no espaço existente entre outros dois cilindros *b* e *c*. O cilindro *a* é móvel e seus movimentos transmitem-se a uma agulha marcadora que está em contato com um papel enrolado num tambor que é movido por um dispositivo de relojoaria. Entre os dois cilindros *b* e *c* há água para impedir comunicação entre o interior do aparelho e o ar exterior, e, também, possibilitar a subida e a descida do cilindro *a*, que é o cilindro medidor. Cada milímetro de altura do cilindro *a* cor-

responde a 20cc,72 de capacidade e, por isso, podemos calcular o seu diâmetro interno do seguinte modo:

$$0m,001 \times \frac{VD^2}{4} = 0m^3,000020720$$

$$D = \sqrt{\frac{0,000020720 \times 4}{0,001 \times 3,1416}} = 0m,162 \text{ ou } 162 \text{ milímetros}$$

Dentro do cilindro *c* há um depósito de cal sodada *e*. As válvulas *d* e *f*, feitas de tubo de borracha achatados nas extremidades indicadas, só permitem a passagem de gás nos sentidos dados pelas setas. Para se pôr o aparelho em condições de funcionar baixa-se ao máximo o cilindro *a* e prende-se com a mão nessa posição; faz-se entrar o oxigênio contido num pequeno torpedo, pela torneira *i*. O gás encherá todo o recipiente e começará a sair pela válvula *f*. Quando isso se der, solta-se o balão, que começa a subir até atingir a posição indicada da Fig. 1. Neste ponto fecha-se o torpedo.

Quando o individuo começar a respirar ligado ao aparelho (deve sempre começar por uma inspiração), ele receberá em seus pulmões o oxigênio contido no balão medidor e em cada expiração ele comprimirá para dentro do cilindro, através da cal sodada, a mistura de anidrido carbônico e oxigênio que sai dos pulmões. O anidrido carbônico fica retido pela cal sodada e somente o oxigênio que não foi assimilado voltará ao cilindro medidor *a*.

Acontece que, em sucessivas respirações, uma certa quantidade de oxigênio, que veio do cilindro medidor *a* aos pulmões, não volta mais ao mesmo cilindro *a*, porque foi transformada em CO<sub>2</sub> pelo organismo e ficou retida pela cal sodada. Em cada respiração desaparece, portanto, uma certa quantidade de oxigênio do cilindro *a*, de modo que o cilindro baixa um pouco em cada respiração. Isto quer dizer que cada vez que ele sobe e desce ele volta a um ponto um pouco mais alto que o da partida anterior (quando o cilindro *a* desce, a agulha marcaçora sobe). Ver o gráfico junto à figura 1.

As sucessivas inspirações e expirações durante os seis minutos, um décimo da hora, darão, em leitura direta, o número de calorías que seriam cedidas pelo organismo em uma hora.

1 mm corresponde a 20cc,72 de O<sub>2</sub> em seis minutos  
 „ „ „ „ 207cc,2 „ „ „ 60 „

Por exemplo:

62mm correspondem a 62 x 207cc,2 em sessenta minutos ou a 63 Cal. por hora.

Para um homem de um metro e setenta centímetros de altura e setenta quilos de pêso (como já vimos) a superfície é de 1m<sup>2</sup>,55 e teremos:

$62 \div 1,55 = 39,5$  Cal. por metro quadrado e por hora (MB).

Até aqui tivemos como única preocupação mostrar o funcionamento do aparelho; quando em trabalho é preciso passar tôdas as medidas feitas para 760 mm. de Hg e O°C., antes e depois de cada medida.

Para evitar o cálculo já existem gráfico e tabelas de duas entradas.

No gráfico vemos que foi desprezada uma pequena parte anterior e posterior aos seis minutos, para ser tomada a parte mais perfeita. São minúcias muito úteis para quem se dedica a este gênero de pesquisas.

O processo indireto se aproxima muito, quanto aos resultados, do processo direto, em que o individuo fica dentro de um calorímetro.

Existem aparelhos de metabolimetria indireta em que o paciente é posto dentro do aparelho.

Os aparelhos deste tipo, de circuito fechado, têm, como parte principal, uma câmara indeformável para as pressões em que trabalha. Uma bomba mantém o ar em circulação. A quantidade de anidrido carbônico formado e de oxigênio absorvido durante a experiência pode ser determinada.

A relação em volume dada pelo anidrido carbônico formado e pelo oxigênio absorvido pelo individuo, chama-se **quociente respiratório individual (QRI)**. Por exemplo:

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = \frac{4,5}{5} = 0,90$$

quer dizer que o quociente respiratório individual é de 90 centésimos. Como já vimos, um litro de CO<sub>2</sub> contém um litro de O<sub>2</sub>.

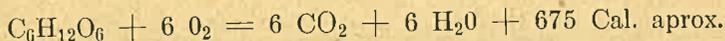
Existem aparelhos, tanto de câmara como portáteis, de circuito aberto, isto é, em que, por um sistema especial de válvulas, o ar é inspirado diretamente da atmosfera e os gases da respiração são encaminhados para depósito donde podem ser retiradas amostras. As análises do ar feitas antes de entrar para os pulmões e depois de sair dão o Q.R.I.

Para experiências com pessoas e animais que trabalham no campo existem, para coletar a mistura de gases que sai dos pulmões, sacos impermeáveis. Tanto o ar atmosférico como o produto da respiração são medidos e analisados para se poder determinar o Q.R.

.....

Vamos agora saber porque foi tomada a quantidade de 4 Cal,825 para um litro de oxigênio assimilado. Começemos pelo cálculo do **quociente térmico** do oxigênio, isto é, o calor expresso em grandes calorias, produzido por um litro de oxigênio quando produz combustão do alimento considerado e o quociente respiratório dos principais componentes dos alimentos, isto é, a relação entre o anidrido carbônico e o oxigênio que se formam durante a combustão de cada elemento no organismo. O QR permite-nos saber a quantidade e a qualidade dos elementos metabolizados pelo organismo, o que pretendemos demonstrar por esta parte deste artigo.

Tomando-se um monossacarídeo temos:



$$\text{QR} = \frac{6 \text{ mol. CO}_2}{6 \text{ mol. O}_2} = \frac{6 \text{ vol. CO}_2}{6 \text{ vol. O}_2} = 1$$

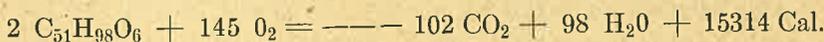
O volume molecular de qualquer gás perfeito é 22,4 litros

nas condições de pressão e temperatura universalmente adotadas. Para oxidar uma molécula do monossacarídeo acima foram necessários 6 O<sub>2</sub>, ou 6 x 22,4 = 134,4 litros de oxigênio. O quociente de 675 ÷ 134,4 é o número de calorías correspondente a um litro de oxigênio.

$$\frac{675}{6 \times 22,4} = \frac{675}{134,4} = 5,02 \text{ Cal.}$$

que é o quociente térmico do oxigênio quando queima o monossacarídeo dado.

Para a tripalmitina temos:



$$\text{QR} = \frac{102}{145} = 0,70$$

O QT para o oxigênio será:

$$\frac{15314}{22,4 \times 145} = 4,71$$

Para as proteínas é preciso fazer os seguintes cálculos, baseados no balanço dado pelos elementos que constituem a proteína, a urina e os excrementos, isto é, no balanço entre o que entra e sai do organismo. Isto porque uma parte da proteína é rejeitada sem ser oxidada.

O balanço é o seguinte:

Para 100 gramos de uma determinada proteína

Em gramos	C	H	O	Az	S
Composição elementar da proteína	52,38	7,28	22,67	16,65	1,02
Composição da urina e das feses	10,88	2,88	14,97	16,65	1,02
	41,50	4,40	7,70	0,00	0,00

O primeiro cálculo que temos de fazer é o da quantidade de oxigênio necessária para oxidação do carbono e do hidrogênio, levando em conta somente o oxigênio que vem de fora para a oxidação. Assim, temos:

$$\begin{array}{l}
 \text{C} \quad \text{O}_2 \quad \text{C} \\
 12 : 32 :: 41,5 : x \quad x = 110,7 \text{ grs.} \\
 \\
 \text{H}_2 \quad \text{O} \quad \text{H} \\
 2 : 16 :: 4,4 : x \quad x = \frac{35,2}{145,9} \text{ grs.}
 \end{array}$$

Oxigênio retido com a parte que foi absorvida pelo organismo, que não provém do ar respirado	7,7
	138,2

Outro cálculo é o da quantidade de anidrido carbônico produzido pela oxidação das 41 grs.,50 de carbono da parte absorvida pelo organismo, que é:

$$\begin{array}{l}
 \text{C} \quad \text{CO}_2 \\
 12 : 44 :: 41,5 : x \quad x = 152\text{grs},2 \text{ de CO}_2 \\
 152,2 \div 44 = 3,46 \text{ moles de CO}_2
 \end{array}$$

Do cálculo anterior temos:

$$\begin{array}{l}
 138,2 \div 32 = 4,32 \text{ moles de O}_2 \\
 \text{QR} = 3,46 \div 4,32 = 0,80
 \end{array}$$

O calor produzido pelas 100 grs. de proteína tomadas foi de 410 Cal.

$$\text{QT} = \frac{410}{4,32 \times 22,4} = 4,24$$

Em média tomam-se os seguintes quocientes térmicos para o oxigênio:

Hidratos de carbono . . . . .	5,05 Cal.
Gorduras . . . . .	4,69 "
Proteínas . . . . .	4,49 "

Nesta última parte vamos estudar todos os elementos necessários ao cálculo de metabolimetria indireta. É preciso em primeiro lugar calcular o quociente respiratório não protéico do indivíduo, isto é, a relação entre o anidrido carbônico formado no seu organismo e o oxigênio absorvido, para oxidação das gorduras e dos hidratos de carbono.

Na composição média das proteínas o azoto entra com 16% bastando, portanto, multiplicar a quantidade de azoto de sua análise por 6,25 para se achar a quantidade das proteínas.

Pelos cálculos feitos logo atrás, podemos calcular quantas calorias, quanto de oxigênio e quanto de anidrido carbônico correspondem a um gramo de azoto assimilado; fazendo os cálculos para 6,25 de proteína **que deve conter um gramo de azoto:**

Proteína	Correspondência		
	a 1 gr. de		
	Az		
100 : 410 ::	6,25	: x	x = 25,625 Cal.
100 : 138,2 ::	6,25	: x	x = 8,637 Oxigênio
100 : 152,2 ::	6,25	: x	x = 9,512 Anid. carb.

Os dados de SCHMIDT e ALLEN (3) são os seguintes:

26,500 calorias  
8,490 oxigênio  
9,350 anidrido carbônico.

Os dados abaixo, que SCHMIDT e ALLEN tomaram de RICHARDSON e LADD, vão servir de base para o nosso raciocínio:

Azoto total da urina . . . . .	0,202	} Em gramos e por hora, por indivíduo
Anidrido carbônico excretado . . . . .	16,290	
Oxigênio consumido . . . . .	16,000	

Multiplicando a quantidade de azoto excretado pelos rins pelo número das calorias e pela quantidade de oxigênio e anidrido carbônico teremos os resultados referentes às proteínas, que são:

$$\begin{aligned}
 26,5 \times 0,202 &= 5,35 \text{ Cal.} \\
 9,35 \times 0,202 &= 1,89 \text{ grs. de CO}_2 \\
 8,49 \times 0,202 &= 1,71 \text{ ,, ,, O}_2
 \end{aligned}$$

Subtraindo estas quantidades referentes às proteínas das quantidades dadas por RICHARDSON e LADD, temos:

$$\begin{aligned}
 16,290 - 1,89 &= 14,400 \text{ CO}_2 \text{ produzido por elementos não protéicos} \\
 16,000 - 1,71 &= 14,29 \text{ O}_2 \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad \text{,,}
 \end{aligned}$$

Para calcular o número de litros de anidrido carbônico e oxigênio produzidos pelos elementos não protéicos, procedemos como segue:

$$\begin{aligned}
 \frac{14,400}{44} \times 22,4 &= 7,3 \text{ litros de CO}_2 \\
 \frac{14,29}{32} \times 22,4 &= 10,0 \text{ litros de O}_2
 \end{aligned}$$

$$QR \text{ (não protéico)} = 7,3 \div 10 = 0,73$$

Este é o quociente respiratório referente às substâncias não protéicas.

Por um cálculo simples que fizemos determina-se a parte que cada um dos dois tipos de substâncias não protéicas, gorduras e hidratos de carbono, tomam na produção, tendo em vista que o QR é 0,707 se a relação entre a quantidade de gorduras e hidratos de carbono é de 100 para 1 e, também, que o QR é 1,00 se a relação entre as gorduras e os hidratos de carbono é de 1 para 100.

Copiámos cinco parcelas da tabela de ZUNT e SCHUMBURG, modificada mais tarde por LUSK, em que achámos a quantidade de gorduras e hidratos de carbono gasta, uma vez conhecido o quociente respiratório individual.

Tendo à vista a figura n.º 2, passemos aos cálculos.

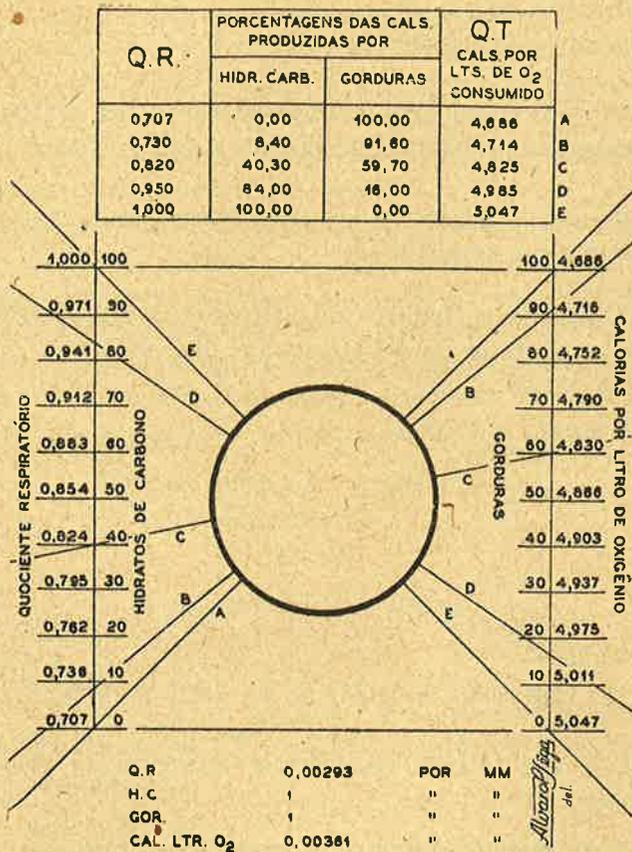


FIG 2

No quadro há quatro colunas. A coluna encimada por Q R representa a relação entre o anidrido carbônico produzido e o oxigênio consumido pelos hidratos de carbono e gorduras, determinada como já vimos. A coluna que tem ao alto as iniciais Q T é a dos quocientes térmicos não protéicos.

Os elementos com que jogamos para o cálculo de todos os valores do quadro são:

Q T só para as gorduras . . . . .	4,686	Calorias
Q T só para os hidratos de carbono . . . . .	5,047	"
Q R só para as gorduras . . . . .	0,707	
Q R só para os hidratos de carbono . . . . .	1,000	

É preciso calcular todos os outros elementos intermediários.

Partindo do Q R = 0,82, tomado como exemplo, vamos calcular o Q T correspondente:

$$\begin{array}{r}
 1,000 \quad 0,820 \quad 5,047 \\
 0,707 \quad 0,707 \quad 4,686 \\
 \hline
 0,293 : 0,113 :: 0,361 : x \quad x = 0,139
 \end{array}$$

$$4,686 + 0,139 = 4,825 \text{ Calorias}$$

Este número de calorias está na quarta coluna e corresponde ao quociente térmico que foi tomado para o cálculo com o aparelho Benedict.

Tendo já determinado o Q T, calcula-se a quantidade de gorduras e de hidratos de carbono como segue:

$$\begin{array}{r}
 5,047 \quad 0,139 \quad \times \quad 5,047 = 0,701 \\
 \quad \quad \quad 4,825 \\
 4,686 \quad 0,222 \quad \times \quad 4,686 = \frac{1,040}{1,741}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 1,741 : 100 :: 0,701 : x \quad x = 40,264\% \text{ de hidr. de carb.} \\
 1,741 : 100 :: 1,040 : x \quad x = 59,736\% \text{ de gorduras.}
 \end{array}$$

Os cálculos assim feitos dão os números da tabela e o gráfico que construímos dá tôdas as variações correlatas dos elementos da tabela. As cinco parcelas que copiámos estão representadas no gráfico e correspondem às letras a, b, c, d. A disposição que demos é tal que, quando o Q R baixa, sobe a porcentagem de gordura e desce a de hidratos de carbono; dá-se o contrário quando o Q R sobe. As linhas retas que represen-

tam a, b, c, d, e têm o centro coincidindo com o centro do quadro e giram prêsas a êste centro.

Vamos agora, para sintetizar tudo quanto dissemos, ver como entram em cálculo todos os elementos do quadro e como se calcula o metabolismo basal. (MB).

As quantidades de gorduras e de hidratos de carbono que são oxidadas quando o Q R é 0,73, são 91,6% e 8,4% respectivamente. Também, quando o Q R é 0,73 o Q T é igual a 4,714.

Dêste modo, a quantidade de calorías devida à oxidação das gorduras e dos hidratos de carbono pelo oxigênio é igual a

$$10 \times 4,714 = 47,14$$

multiplicámos por dez, de acôrdo com o cálculo do Q R não protéico.

$$91,6 \times 47,14$$

$$\frac{\quad}{100} = 43,2 \text{ Calorias provenientes da oxidação dos hidratos de carbono.}$$

$$8,4 \times 47,14$$

$$\frac{\quad}{100} = 4,0 \text{ Calorias provenientes da oxidação das gorduras}$$

O número de Cal. produzido por

$$1 \text{ gr. de gordura} = 9,3$$

$$1 \text{ gr. de hid. carb.} = 4,1$$

$$1 \text{ gr. de proteínas} = 4,1$$

como já sabemos.

A quantidade, de cada um dos elementos acima, metabolizada, será:

$$4,32 \div 9,3 = 4,65 \text{ grs. de gorduras}$$

$$4,00 \div 4,1 = 1,00 \text{ grs. de hidratos de carbono.}$$

$$5,35 \div 4,1 = 1,30 \text{ grs. de proteínas.}$$

que são os resultados a que chegámos, partindo do Q R = 0,73. Para outros Q R. o caminho é o mesmo.

Quando não é possível medir a quantidade de anidrido carbônico eliminado, a quantidade de oxigênio consumido e o azo-

to da urina, o calor perdido pelo corpo pode ser calculado determinando-se

- a — o anidrido carbônico eliminado,
- b — o azoto da urina e o anidrido carbônico eliminado,
- c — o anidrido carbônico eliminado e o oxigênio consumido,
- d — o oxigênio consumido.

Todavia, os resultados obtidos não são tão seguros como quando as três determinações são feitas.

Supondo que o Q R foi 0,82 o Q T será 4,825. Vamos tomar 13 litros, como a quantidade de oxigênio consumido.

$$13 \times 4,825 = 62,725 \text{ Cal. perdidas pelo corpo.}$$

$62,725 \div 1,55 = 40$  Cal. por metro quadrado e por hora, de acôrdo com o exemplo que tomámos no início, quando demos o aparelho de Benedict.

Porém, aqui nós incluímos as proteínas como si fôssem hidratos de carbono e gorduras.

Para se fazer os cálculos isolando as proteínas, visto como o Q R da tabela só se refere aos elementos não protéicos, procedemos como segue:

Supondo que a quantidade de azoto encontrada na urina e por hora foi de 0,202 gr., a quantidade de oxigênio para oxidar as proteínas das quais o referido azoto provém é de 1,71 gramas.

Cada litro de oxigênio pesa 1,4289 grs.

$$\begin{array}{r} 1,71 \\ \hline = 1,2 \text{ (apr.)} \\ 1,4289 \\ 13 \text{ litros} \times 1,2 = 12,800 \\ 1,200 \times 4,240 \text{ (Q T para proteínas)} = 5,088 \\ 11,800 \times 4,825 \text{ (Q T da tabela)} = 56,935 \\ \hline 62,023 \end{array}$$

$$62,725 - 62,023 = 0,702$$

$$\frac{0,702 \times 100}{62,023} = 1,13\%$$

62,023

seria o erro se considerássemos 62,023 como certo. Dizem SCHMIDT e ALLEN que os erros vão de 1 a 2% não levando em conta somente o Q R não protéico.

Para o cálculo com o aparelho Benedict o número de litros de oxigênio consumido é multiplicado por 4,825 Cal., que corresponde ao Q R não protéico = 0,82. Isto equivale a multiplicar o número de litros por uma constante. Assim sendo, o que entra de fato em jôgo é a quantidade de oxigênio consumido, visto como se dividirmos o número de calorias total por 4,825, acharemos o número de litros consumido em uma hora, quando nos é fornecido um resultado feito com o aparelho Benedict.

A determinação somente do oxigênio consumido satisfaz perfeitamente as exigências de ordem clínica; para o cálculo porém de ordem bromatológica, são necessários os cálculos e análises a que nos referimos.

. . . . .

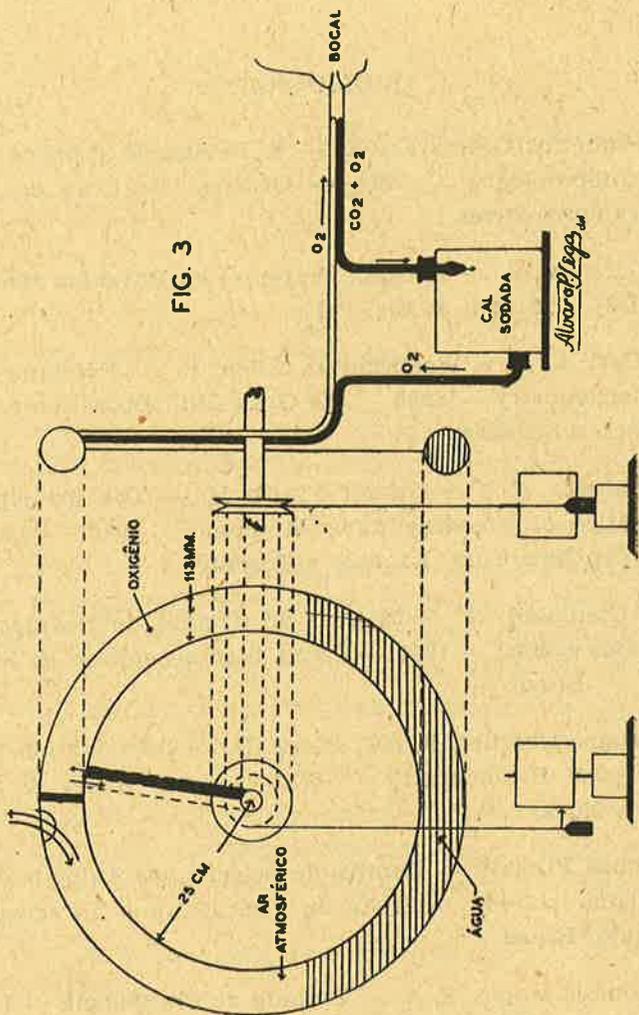
Aqui damos uma ideia para a construção de um aparelho, que pode ser construído com os recursos comuns de um laboratório.

Quando o paciente inspira o oxigênio a rodã gira da esquerda para a direita e quando o indivíduo expira os gases dos pulmões a roda gira em sentido contrário. Os vai-e-vens são registrados pelo mesmo processo do aparelho Benedict e a diferença de nível dará a quantidade em litros de oxigênio absorvido. A vantagem desse aparelho é ser muito sensível e ter o tubo medidor feito de uma só peça. Um tosco aparelho que construímos permite-nos dizer, com certa reserva, o que aí está

O exame do desenho, por quem compreendeu bem o funcionamento do aparelho Benedict, dispensa mais explicações.

. . . . .

Era nosso intuito unicamente dar uma noção sobre a determinação do metabolismo basal pela quantidade de oxigê-



não consumido. Não entrámos na parte especial que se relaciona com os animais domésticos, que exige técnica especializada e nem estudámos a ação dinâmico-específica dos alimentos. Estes assuntos merecem ser tratados num outro artigo.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 — Pinheiros Guimarães, L. — A Indagação Propedeutica em Trofopatologia — 1924 — Oficinas Gráficas da Livraria Francisco Alves.
- 2 — Turchini, S. — Travaux Pratiques de Physique Médicale — 1930 — Masson & Cie. Paris
- 3 — Carl, L. A. e Worthington Allen, F. — Fundamentals of Biochemistry — 1938 — Mc Graw-Hilli Book Company New York e Londres.
- 4 — Holman, E. T. e Garder Frank, H. — The Principles and Praticice of Freeding Farm Animals — 1940 — Langmans Green New York, Londres e Toronto.
- 5 — Athanassof, N. — Manual do Criador de Bovinos — Segunda edição — 1941 — Comp. Melhoramentos de São Paulo — Brasil.
- 6 — Adams Dutcher, R. e E. Haley, D. — Introduction to Agricultural Biochemistry — 1932 — John Willey & Sons — New York.
- 7 — Souza Piza, M. — Limites de Seleção dos Animais de Velocidade — 1944 — Revista de Agricultura — Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- 8 — Moura Campos, F. A. — Tratado de Physiologia — I Vol. — 1943 — Escola Profissional do Liceu Coração de Jesus — São Paulo — Brasil.