

# TAXA METABÓLICA BASAL DE HOMENS RESIDENTES NA CIDADE DE GOIÂNIA

CLÍNICA MÉDICA DO  
EXERCÍCIO E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

## BASAL ENERGY EXPENDITURE IN MEN LIVING IN GOIÂNIA

Arícia Motta Arantes Lustosa<sup>1</sup>  
Ana Paula Nunes Bento<sup>(1)</sup>  
Fernando Policarpo Barbosa<sup>2</sup>  
Eliane De Abreu Soares<sup>3</sup>  
Estélio Henrique Martin Dantas<sup>4</sup>  
José Fernandes Filho<sup>5</sup>

1. Nutrição – Goiânia, GO, Brasil.
2. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal, RN, Brasil.
3. Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
4. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Enfermagem e Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, RJ, Brasil
5. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

### Correspondência:

Av. T-1 n. 2.620-A – S. Bueno  
74215-022 – Goiânia, GO, Brasil.  
E-mail: aricia@terra.com.br

## RESUMO

**Introdução:** A Taxa Metabólica Basal (TMB) é a quantidade de energia necessária para o corpo humano manter os processos fisiológicos normais e a homeostase. Atualmente, a TMB é calculada a partir de equações baseadas na população norte-americana e/ou europeia. **Objetivo:** Comparar as equações de Harris-Benedict, *Food and Agriculture Organization e Institute of Medicine* com a calorimetria indireta em indivíduos do sexo masculino residentes na cidade de Goiânia. **Métodos:** A determinação da TMB foi feita pela análise direta de gases, utilizando o analisador VO2000. Foram avaliados 44 voluntários do sexo masculino, com média de idade 29,8 anos (Desvio padrão – DP = 6,21), estatura 1,79 m (DP = 0,06), peso 77,79 kg (DP = 8,49), IMC 24,30 kg/m<sup>2</sup> (DP = 1,96), gordura corporal 15,84% (DP = 4,49), circunferência da cintura 80,48 cm (DP = 5,89). **Resultados:** Foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os valores da TMB estimada pelas equações de Harris-Benedict (1.824,7, DP = 138,2 kcal/dia) e *Food and Agriculture Organization* (1.821,8, DP = 115,4 kcal/dia), quando comparado ao valor obtido pela calorimetria indireta (1.709,8, DP = 329,7 kcal/dia). Esse valor não foi significativamente diferente do obtido pela equação do *Institute of Medicine* (1.791, DP = 329 kcal/dia). **Conclusão:** As equações Harris-Benedict e *Food and Agriculture Organization* podem superestimar a TMB de homens jovens, saudáveis, com características semelhantes as do presente estudo. As equações do *Institute of Medicine*, por sua vez, resultam em valores estimados de TMB mais próximos aos mensurados.

**Palavras-chave:** TMB, calorimetria indireta, equações.

## ABSTRACT

**Introduction:** Baseline Energy Expenditure (BEE) is the amount of energy necessary to the human body to keep the normal physiological processes and homeostasis. Currently, the BEE is calculated from equations based on the North American and/or European population. **Objective:** To compare the equations of Harris-Benedict, *Food and Agriculture Organization and Institute of Medicine* with the indirect calorimeter in men living in Goiânia. **Methods:** Forty-four male volunteers, average age of 29.80, Standart Deviation – SD = 6.21 years, stature 1.79, SD = 0.06m, weight 77.79, SD = 8.49 kg, BMI 24.30, SD = 1.96 kg/m<sup>2</sup>, body fat 15.84, SD = 4.49%, waist circumference 80.48, SD = 5.89 cm, were evaluated. BEE was determined by direct gas analyses using the gas analyzer VO2000. **Results:** There was significant difference ( $p < 0.05$ ) for the BEE estimated by the Harris-Benedict (1824.66 ± 138.25 kcal/day) and *Food and Agriculture Organization* (1821.77, SD = 115.39 kcal/day) equations when compared to the BEE acquired by the indirect calorimeter (1709.81, SD = 329.75 kcal/day). The BEE estimated by the equation IOM/2005 (1791.81, SD = 329.74) did not present significant difference when compared to the measured BEE. **Conclusion:** The *Food and Agriculture Organization and Harris-Benedict* equations can overestimate the BEE of healthy young men with similar characteristics to those reported in this work.

**Keywords:** BEE, indirect calorimetry, equations.

## INTRODUÇÃO

A Taxa Metabólica Basal (TMB) representa a maior parte do gasto energético diário em humanos (50 a 70%) e é a quantidade de energia necessária para o corpo humano manter os processos fisiológicos normais e a homeostase. Esses processos incluem as funções cardiovasculares e respiratórias em repouso, gastrointestinais e renais, a energia consumida pelo sistema nervoso central, a homeostase celular e as demais reações bioquímicas envolvidas na manutenção do metabolismo basal<sup>1-3</sup>.

Ela é diretamente influenciada pela massa livre de gordura, idade, sexo, composição corporal e fatores genéticos. Outros processos como a atividade do sistema nervoso, os hormônios tireoidianos, o *turnover* proteico e a bomba de sódio e potássio também contribuem para uma variação da TMB entre os indivíduos<sup>4-7</sup>.

A TMB pode ser medida por calorimetria direta ou calorimetria indireta, que é a medida do gasto energético a partir das trocas respiratórias (consumo de oxigênio e produção de gás carbônico), associadas com a oxidação dos principais substratos energéticos: carboidratos, proteínas, lipídios e álcool<sup>6</sup>.

Para a estimativa da TMB, foram desenvolvidas várias equações matemáticas, utilizando variáveis de fácil mensuração e de baixo custo, como idade, altura e massa corporal total<sup>5</sup>. Entre essas equações, destacam-se as de Harris e Benedict<sup>3</sup>, da *Food and Agriculture Organization/85*<sup>8</sup> e do *Institute of Medicine (IOM)*<sup>9</sup>, amplamente divulgadas e estudadas.

A TMB é habitualmente medida pela manhã, após um jejum de dez a 12 horas, com seis a oito horas de sono, em posição supina, em ambiente com temperatura e umidade controlada, depois de um repouso de 15 a 30 minutos. A medida das trocas respiratórias é obtida

nos 20 a 30 minutos subsequentes, durante os quais o indivíduo deve permanecer em posição supina, acordado e completamente relaxado. A Taxa Metabólica de Repouso (TMR), por outro lado, é medida no período da tarde, na posição sentada, três a quatro horas após a última refeição, e fornece uma estimativa do valor de consumo energético (kcal/dia) que é de 10% a 20% maior do que a TMB<sup>5,9,10-12</sup>, decorrente principalmente do Efeito Térmico dos Alimentos (ETA).

Estudos conduzidos por diferentes grupos de pesquisadores em várias partes do mundo têm encontrado variações entre a estimativa da TMB obtida pelas equações matemáticas e a determinada pela calorimetria indireta. As defasagens contribuem para a perda de qualidade dos programas de dietas ou de exercícios físicos, o que pode prejudicar a saúde da população. A inadequação das equações de estimativa de TMB para populações específicas, como a brasileira e a australiana, acaba por trazer insatisfação e descrédito aos serviços prestados, em detrimento dos objetivos como controle do peso ou composição corporal<sup>9-15</sup>.

O objetivo deste estudo foi comparar os resultados da TMB estimada pelas equações matemáticas propostas por Harris-Benedict<sup>3</sup>, FAO/85<sup>6</sup> e IOM 2005<sup>7</sup>, com os valores determinados pela calorimetria indireta em voluntários do sexo masculino, jovens, residentes na cidade de Goiânia.

## MÉTODOS

A pesquisa, do tipo comparativa<sup>16</sup>, foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Castelo Branco. Foram avaliados 44 voluntários do sexo masculino, selecionados pelo método de conveniência simples em um universo de 900 homens, sócios de um clube na cidade de Goiânia. Os critérios de inclusão foram: não ser afetado por doenças crônicas, não ter hábito tabágico, não ter feito dieta de perda ou ganho de peso nos últimos seis meses e não fazer uso de substâncias farmacológicas ou de suplementos alimentares ergogênicos, considerados aceleradores do metabolismo.

O trabalho foi realizado mediante obtenção do termo de participação consentida dos indivíduos, após serem informados sobre os procedimentos envolvidos na pesquisa. As avaliações foram feitas no Centro Flex de Nutrição/ *Qualitatis Vitae* em Goiânia.

A avaliação da composição corporal foi realizada por meio dos dados de densidade corporal e da porcentagem de gordura corporal. A densidade corporal foi calculada, utilizando-se o protocolo de sete dobras cutâneas, conforme descrito por Pollock e Wilmore<sup>17</sup>. Para avaliação do percentual de gordura corporal, foram empregados os valores de referência de Pollock e Wilmore<sup>17</sup>.

A verificação da Taxa Metabólica Basal (TMB) foi obtida por calorimetria indireta e por meio de equações matemáticas (FAO/85, Harris-Benedict e IOM/2005). A calorimetria indireta foi mensurada pelo analisador metabólico de gases VO2000 (MEDGRAPH, USA), que foi calibrado com gás de composição conhecida (16% O<sub>2</sub> e 5%CO<sub>2</sub>) antes de cada medida. A TMB foi calculada com base na média do consumo de O<sub>2</sub> e liberação de CO<sub>2</sub>, aplicando-se a fórmula [(3,9 x O<sub>2</sub>) + (1,1 x VCO<sub>2</sub>)] x 1.440<sup>18</sup>.

Para a mensuração da TMB por calorimetria indireta, os indivíduos ficaram 24 horas sem realizar atividade física intensa e ingerir álcool e 12 horas em jejum. Após oito horas de sono, os indivíduos dirigiram-se para o local da avaliação, estando ainda em jejum de alimentos líquidos e sólidos, sem terem desenvolvido antes nenhum tipo de atividade, incluindo o banho. Os voluntários foram colocados em repouso por 30 minutos antes da coleta. Em seguida, durante outros 30 minutos, permaneceram conectados ao analisador de gases por meio do bocal, com um clipe nasal para evitar que respirassem pelo nariz<sup>11,19</sup>.

Os valores das TMBs obtidos por calorimetria indireta e por meio das equações foram expressos como média e Desvio-padrão (DP). Para avaliar a normalidade dos dados foi aplicado o teste Kolmogorov-Smirnov. Foi utilizado o tratamento de medidas repetidas com correção por Bonferrone para verificar as possíveis diferenças entre as TMBs obtidas por calorimetria indireta e pelas equações de estimativa estudadas. Em seguida, foi feita análise dos escores residuais de Bland e Altman para nível de confiança de 95% (p < 0,05).

## RESULTADOS

Os indivíduos avaliados apresentaram média de idade de 29,8 anos, variando entre 18 e 39 anos. Peso, altura e circunferência da cintura médios foram 77,79 kg (DP = 6,21), 1,79 m (DP = 0,06), 80,48 cm (DP = 5,89), respectivamente. Com relação à composição corporal, a média de IMC e percentual de gordura foram 24,3 kg/m<sup>2</sup> (DP = 1,96) e 16% (DP = 5,5), respectivamente.

Os valores referentes à medida da TMB pela calorimetria indireta e os obtidos pelas equações matemáticas estão apresentados na tabela 1. A análise estatística das médias apresentou diferença significativa; para Wilks'Lambda de F(19,295) = 41,000; p:0,01 com um nível de significância de p < 0,05 entre a calorimetria indireta e a estimada pela equação de Harris-Benedict (p = 0,01) para erro padrão de 20,8 kcal, sendo observado o mesmo comportamento (p = 0,01) entre a calorimetria indireta e a estimada pela equação da FAO/85 onde o erro padrão foi 17,4 kcal. O valor médio estimado pela equação da IOM 2005 não apresentou diferença quando comparada à calorimetria indireta (p = 0,09), sendo observado o menor erro padrão 16,7 kcal.

**Tabela 1.** Valores da Taxa de Metabolismo Basal obtidos por meio da calorimetria indireta e estimados pelas equações IOM/2005, FAO/85 e Harris-Benedict para 44 homens adultos e jovens de Goiânia, Goiás.

	Média ± desvio padrão (kcal)	Mínimo (kcal)	Máximo (kcal)
Calorimetria indireta	1.710 ± 330	1.067	2.416
IOM, 2005	1.791 ± 111	1.583	2.039
FAO, 85	1.822 ± 115	1.631	2.083
Harris-Benedict	1.825 ± 138	1.557	2.168

IOM 2005: Institute of Medicine (2005); FAO 85: Food and Agriculture Organization (1985); Harris-Benedict (1919)<sup>3</sup>.

Frente aos resultados dos escores residuais representados pela diferença entre a calorimetria indireta e as equações estudadas, foi possível detectar que a equação da FAO/85 superestimou em média 11,66% a TMB dos voluntários. A equação de Harris-Benedict mostrou diferença percentual média de 10,07% para a TMB determinada pela calorimetria indireta, confirmando a tendência de superestimação dos valores de referência.

## DISCUSSÃO

Ao comparar os resultados antropométricos do presente estudo com outros trabalhos, é possível observar que foram apresentados índices semelhantes aos relatados por Piers *et al.*<sup>12</sup> e Wahrlich *et al.*<sup>11</sup> para homens australianos e brasileiros, respectivamente.

Os valores referentes à medida da TMB pela calorimetria indireta indicam que as equações de Harris-Benedict e da FAO/85 superestimam o gasto energético basal em homens residentes na cidade de Goiânia. Esses resultados estão em consonância com os encontrados por outros autores<sup>5,10,11,13,20-22</sup> que também observaram diferenças estatisticamente significativas da TMB obtida pela calorimetria indireta e a estimada pelas referidas equações. Um dado interessante que deve ser destacado é que os indivíduos avaliados por Cruz *et al.*<sup>13</sup> e Clark e Hoffer<sup>22</sup>; assim como os do presente estudo, habitavam regiões tropicais. Esses locais

apresentam temperaturas elevadas, podendo representar uma redução de 2 a 5% no gasto energético total de indivíduos sedentários, quando comparados aos que vivem em clima temperado (IOM, 2005)<sup>9</sup>.

Uma vez verificada a tendência de superestimação da TMB pelas equações, avaliou-se a diferença entre os valores mensurados e estimados. Observou-se que a diferença entre a TMB mensurada e a estimada encontrada no presente trabalho foi menor do que os valores obtidos por Wahrlich e Anjos<sup>10</sup> (Harris-Benedict: 17%; FAO/85: 13,5%) e por Cruz *et al.*<sup>13</sup> (Harris-Benedict: 19%; FAO/85:12,5%), que pesquisaram a TMB em mulheres brasileiras, indicando inadequação maior das equações para a população feminina.

Foi observado que as equações FAO/85 e Harris-Benedict tiveram o mesmo comportamento para o grupo masculino avaliado. Contudo, Valencia *et al.*<sup>23</sup> encontraram valores menores para a TMB em estudo realizado com 32 homens mexicanos, com idade entre 18 e 40 anos, evidenciando superestimação da TMB de 8,2% por meio da equação da FAO/85<sup>6</sup>. Outros estudos relataram resultados semelhantes para homens adultos saudáveis (9%)<sup>22</sup> e para homens e mulheres (11%)<sup>10</sup>, confirmando a tendência de superestimação dos valores da TMB utilizando-se as equações disponíveis. O IOM<sup>9</sup> propõe duas equações fórmulas:

uma para indivíduos eutróficos e outra para pessoas com sobrepeso ou obesas. Para a população estudada, a equação do IOM/2005 revelou ser adequada para a estimativa da TMB por se aproximar dos valores mensurados por calorimetria indireta. Resultado diferente foi encontrado por Wahrlich *et al.*<sup>10</sup> que observaram valores estimados pela equação do IOM superestimando a TMB em 11,3% para mulheres e em 15,1% para homens brasileiros que viviam nos Estados Unidos, quando comparados aos valores obtidos por calorimetria indireta.

## CONCLUSÃO

As equações de Harris-Benedict e da FAO/85 tendem a superestimar o valor da TMB para homens jovens e saudáveis, com características semelhantes as do presente estudo. A equação IOM/2005, por sua vez, resulta em valores de TMB próximos aos mensurados, considerando-se esse mesmo público.

São necessários estudos complementares, especialmente visando à população brasileira.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo

---

## REFERÊNCIAS

1. Ruiz JR, Ortega BO, Rodriguez G, Alkorta P, Lambayan I. Validity of resting energy expenditure predictive equations before energy-restricted diet intervention in obese women. *PLoS ONE* 2011;9:1-11.
2. Wilmore JH, Stanford PR, Hudspeth LA, Gagnon G, Daw EW, Leon AS, et al. Alterations in resting metabolic rate as a consequence of 20wk of endurance training: the HERITAGE Family Study. *Am J Clin Nutr* 1998;68:66-71.
3. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Basal Metabolism in man. Boston: Carnegie Institution of Washington, 1919.
4. Piers LS, Soares MJ, McCormack LM, O'Lea K. Is there evidence for an age-related reduction in metabolic rate? *J Appl Physiol* 1998;85:2196-204.
5. Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc* 2005;105:775-9.
6. Murgatroyd PR, Shetty PS, Prentice AM. Techniques for the measurement of human energy expenditure: a practical guide. *Int J Obes* 1993;17: 549-68.
7. Weijts PJM, Kruijenga HM, Dijk AE, Barbara S, Meij BS, Langius, JAE, et al. Validation of predictive equations for resting energy expenditure in adult outpatients and inpatients. *Clin Nutr* 2008;27:150-7.
8. Food and Agriculture Organization; World Health Organization; United Nations. Energy and protein requirements. WHO Technical Report Series 724. Geneva: World Health Organization, 1985.
9. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Washington (DC): The National Academies, 2005.
10. Wahrlich V, Anjos LA. Validação de equações de predição da Taxa Metabólica Basal em mulheres residentes em Porto Alegre, RS, Brasil. *RevSaúde Pública* 2001;35:39-45.
11. Wahrlich V, Anjos LA, Going SB, Lohman TG. Basal metabolic rate of Brazilians living in the Southwestern United States. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:290-4.
12. Piers LS, Diffey B, Soares MJ, Frandsen SL, McCormack LM, Lutschini MJ, et al. The validity of predicting the basal metabolic rate of Young Australian men and women. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:333-7.
13. Cruz CM, Silva AF, Anjos LA. A taxa metabólica basal é superestimada pelas equações preditivas em universitárias do Rio de Janeiro, Brasil. *Arch Latinoam Nutr* 1999;49:232-7.
14. Reichman CA, Shepherd RW, Trocki O, Cleghorn GJ, Davies PSW. Comparison of measured sleeping metabolic rate and predicted basal metabolic rate during the first year of life: evidence of bias changing with increasing metabolic rate. *Eur J Clin Nutr* 2002;56:650-5.
15. Zenk JL, Leikan SA, Kassen LJ, Kuskowski MA. Effect of Lean System 7 on metabolic rate and body composition. *Nutrition* 2005;21:179-85.
16. Thomas JR, Nelson JK. Métodos de Pesquisa em Atividade Física. Porto Alegre: Artmed; 2002.
17. Pollock ML, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença. Rio de Janeiro: Medsi; 1993.
18. Weir JB. New methods for calculating basal metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109:1-9.
19. Arantes AM, Albernaz A, Silva MS, Fernandes Filho J. Influência do acessório na medida da taxa metabólica basal através da calorimetria indireta. *Fit Perf J* 2003;5:37-41.
20. Boullata J, Williams J, Cottrell F, Hudson L, Compher C. Accurate determination of energy needs in hospitalized patients. *J Am Diet Assoc* 2007;107:393-401.
21. Compher C, Cato R, Bader J, Kinoshita B. Harris-Benedict equations do not adequately predict energy requirements in elderly hospitalized African Americans. *J Natl Med Assoc* 2004;96:209-14.
22. Clark HD, Hoffer LJ. Reappraisal of the resting metabolic rate of normal young men. *Am J Clin Nutr* 1991;53:21-6.
23. Valencia ME, Moya SY, McNeil G, Haggarty P. Basal metabolic rate and body fatness of adult men in northern Mexico. *Eur J Clin Nutr* 1994;48:205-11.