

6

Necessidades de Energia e Avaliação do Gasto Energético

Daniela Saes Sartorelli • Alex Antonio Florindo • Marly Augusto Cardoso

INTRODUÇÃO

No século 18, Lavoisier demonstrou que o consumo de oxigênio e a liberação de gás carbônico resultavam na produção de calor em seres vivos. Em colaboração com o físico Laplace, Lavoisier construiu um calorímetro para avaliar a produção de calor em animais por meio de trocas gasosas, dando início à ciência da calorimetria.

A produção de calor pela oxidação de nutrientes foi demonstrada após a segunda metade do século 19, com o desenvolvimento da química orgânica e da bioquímica.

Atualmente, técnicas sofisticadas e precisas de avaliação das necessidades energéticas individuais estão disponíveis. Entretanto, em razão de limitações de custo e praticidade, a calorimetria indireta ainda é o método empregado com maior frequência.

CÁLCULO DA ENERGIA DOS ALIMENTOS

A unidade-padrão para medir energia é a caloria, descrita desde o século 18 por Lavoisier. Uma caloria é a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1 g de água de 14,5°C para 15,5°C. No estudo de nutrição humana, as quantidades de energia encontradas nos alimentos e necessárias ao organismo são elevadas, sendo frequentemente utilizado o termo quilocalorias (kcal), ou

1.000 calorias. O teor energético fornecido pelos alimentos é bem fundamentado. Carboidratos, proteínas e lipídios geram 4, 4 e 9 kcal/g, respectivamente. A quantidade de energia fornecida pelo etanol é de 7 kcal/g ou 5,5 kcal/ml (considerando densidade = 0,789).

Grande parte dos alimentos contém composição química variada, ou seja, é constituída por proteínas, carboidratos e lipídios. Dessa maneira, o cálculo do valor calórico dos alimentos deve levar em consideração a proporção de cada um dos macronutrientes, e o resultado da soma das calorias de todos os alimentos consumidos ao longo do dia será o valor calórico total da dieta (VCT).

NECESSIDADES E RECOMENDAÇÕES DE ENERGIA

As recomendações de energia dependerão do estado nutricional e da condição fisiopatológica dos indivíduos. O balanço energético refere-se ao equilíbrio entre o consumo e o gasto energético diários de um indivíduo. Assim, um consumo de calorias totais diárias igual ao gasto energético total (GET) resultará na manutenção do peso corpóreo atual. Contudo, um consumo calórico abaixo das necessidades energéticas promoverá um balanço energético negativo e perda de peso. Do mesmo modo, balanço energético positivo seria representado pelo consumo calórico acima das necessidades energéticas.

Em vista disso, o cálculo das necessidades e recomendações energéticas para a manutenção do peso em indivíduos saudáveis será o equivalente à estimativa do GET. Em indivíduos com estado nutricional alterado e necessidade de alteração do peso atual, assim como portadores de patologias que interfiram no GET, o cálculo será diferenciado, conforme as necessidades.

COMPONENTES DO METABOLISMO ENERGÉTICO

A necessidade energética é a quantidade de calorias provenientes dos alimentos necessárias para a manutenção da saúde, compatíveis com um funcionamento fisiológico e social satisfatório.¹

O balanço energético corporal compreende o equilíbrio entre o consumo de calorias provenientes dos alimentos, principalmente carboidratos, proteínas e lipídios, e o GET pelo organismo.

O GET em indivíduos saudáveis refere-se à quantidade de energia necessária para a manutenção do metabolismo basal, do efeito térmico dos alimentos e da atividade física, conforme demonstrado na Figura 6.1.

Metabolismo basal

A taxa metabólica basal (TMB) é a quantidade de calorias necessárias para a manutenção das atividades fisiológicas e do metabolismo celular normais, em repouso físico e mental, temperatura de 20°C, após 12 h de jejum. A TMB é aferida pela manhã, logo após despertar, antes da prática de qualquer atividade pelo indivíduo. Caso uma das condições para a aferição da TMB não seja preenchida, será classificada como taxa metabólica de repouso (TMR).

A TMR representa a maior fração do gasto energético de indivíduos com baixos níveis de atividade física (cerca de 60 a 75% do GET). Pode ser definida como o teor de energia necessária para a manutenção das atividades fisiológicas, como circulação, respiração, manutenção do tônus muscular, sistema nervoso, homeostasia, manutenção da temperatura corporal e reações bioquímicas.

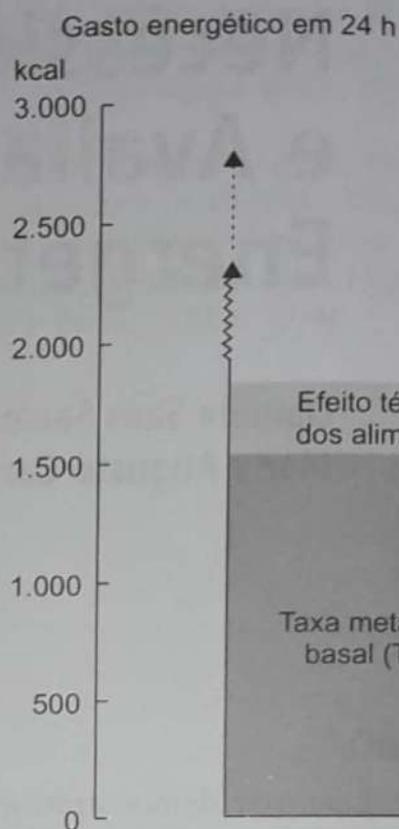


Figura 6.1 Componentes do gasto energético total em indivíduos saudáveis.

A TMR está intimamente relacionada com o teor de massa livre de gordura (massa muscular) orgânica, sofrendo influência da idade, do peso corporal, do sexo e de fatores genéticos.

O músculo é o tecido com maior atividade metabólica de manutenção do corpo humano. Com o avanço da idade, há uma tendência de ser substituída progressivamente por massa gorda (tecido adiposo), o que contribui para a redução do gasto energético de repouso dos indivíduos. Entretanto, alguns estudos recentes sugerem que a redução do gasto energético com a idade em homens decorre da redução da prática de atividades físicas em condições habituais de vida.²

As mulheres têm menor proporção de massa muscular em sua composição corporal, resultando em menor gasto energético basal que o observado em homens ou atletas com maior massa muscular.

Outros fatores que podem alterar a TMR dos indivíduos são febre, estresse e alterações endócrinas, como hipotireoidismo ou hipertireoidismo.

Efeito térmico dos alimentos

Corresponde ao aumento do gasto energético após o consumo de alimentos, variando de 5 a 10% do GET em indivíduos saudáveis. Representa a quantidade de energia necessária para digestão, absorção e metabolismo, incluindo-se síntese e armazenamento dos nutrientes (denominada termogênese obrigatória).

Alguns indivíduos apresentam um “desperdício” energético para a realização dessas tarefas no organismo, condição conhecida como termogênese adaptativa, parcialmente mediada pela atividade do sistema nervoso simpático.

A composição da dieta, o uso de condimentos e a quantidade de alimentos consumidos influenciam a termogênese dos alimentos. As proteínas e os carboidratos necessitam de maior quantidade de energia para serem metabolizados que a observada após o consumo de lipídios.

Atividade física

Componente mais variável do GET de adultos saudáveis, podendo diferir de 5% para pessoas com baixos níveis de atividade física e excesso de comportamentos sedentários até 50% naquelas muito ativas fisicamente e que permanecem pouco tempo sentadas. A idade e a composição corporal podem influenciar o efeito térmico da atividade física. Entretanto, o fator determinante dessa parcela do gasto energético é definido pelo tempo que as pessoas praticam atividade física e que permanecem em comportamento sedentário (basicamente o tempo sentado), pelos tipos de atividades físicas praticadas e pela frequência dessa prática.

ESTIMATIVA DAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS

A necessidade energética refere-se à quantidade de calorias que compensa o gasto energético diário do indivíduo para a manutenção da saúde, condicionado pelas funções fisiológicas, pela taxa de crescimento e pela prática de atividades físicas. Em crianças, adolescentes, gestantes e lactantes, um acréscimo

calórico será necessário para a síntese proteica e a produção de leite materno.

O cálculo das necessidades energéticas representa uma ferramenta crucial para a elaboração do planejamento dietético de indivíduos e comunidades. Atualmente, há várias opções de estimativas das necessidades energéticas.

Avaliação do consumo de energia total da dieta

A estimativa das necessidades de energia por meio da avaliação do consumo alimentar habitual há muito vem sendo proposta. Acredita-se que, em indivíduos com peso adequado, o consumo calórico total seria equivalente ao gasto energético. Entretanto, os métodos para a avaliação do consumo alimentar têm limitações, e a extrapolação do VCT poderá subestimar ou superestimar o gasto energético de alguns grupos de indivíduos, em especial crianças, adolescentes, idosos ou obesos.

Quantidades diárias recomendadas

Outro método de avaliação das necessidades energéticas pode se basear nas quantidades diárias recomendadas (RDA, do inglês *recommended dietary allowances*). A RDA estabelece níveis médios de ingestão acrescidos de uma margem de segurança para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos de uma dada população. Entretanto, essa estimativa não leva em consideração alguns fatores individuais, como a prática de atividades físicas, a composição corporal ou a presença de patologias. Além disso, a população estudada para a elaboração desses parâmetros pode diferir muito de outros grupos populacionais.

Apesar de suas limitações, a RDA tem sido empregada frequentemente para o cálculo do gasto energético de crianças de até 10 anos de idade, pois nesse grupo as estimativas do GET pela prática de atividades físicas e crescimento são complexas. As necessidades energéticas de crianças de 0 a 12 meses e 1 a 10 anos de idade estão demonstradas nas Tabelas 6.1 e 6.2, respectivamente.

Estimativa da taxa metabólica basal

Embora a avaliação direta das necessidades energéticas individuais por meio da calorimetria indireta ou da água duplamente marcada seja mais apropriada, na prática clínica

Tabela 6.1 Necessidades energéticas por quilograma de peso atual de lactentes desde o nascimento até 12 meses de idade.

Idade (meses)	Necessidades de energia (kcal/kg/dia)
0,5	124
1 a 2	116
2 a 3	109
3 a 4	103
4 a 5	99
5 a 6	96
6 a 7	95
7 a 8	94,5
8 a 9	95
9 a 10	99
10 a 11	100
11 a 12	104,5

Adaptada de FAO/WHO/ONU (1997).¹

Tabela 6.2 Necessidades energéticas por quilograma de peso atual de crianças de 1 a 10 anos de idade conforme sexo.

Idade (anos)	Meninos (kcal/kg/dia)	Meninas (kcal/kg/dia)
1 a 2	104	108
2 a 3	104	102
3 a 4	99	95
4 a 5	95	92
5 a 6	92	88
6 a 7	88	83
7 a 8	83	76
8 a 9	77	69
9 a 10	72	62

Adaptada de FAO/WHO/ONU (1997).¹

esses métodos podem não estar disponíveis. Assim, algumas equações foram propostas para o cálculo da TMB, que, multiplicado por fatores de atividade física, resultará na estimativa do GET.

Há alguns estudos demonstrando que a elaboração de equações para estimativas do gasto energético por meio da metodologia da água duplamente marcada em adultos saudáveis seria mais precisa que as equações disponíveis.³ As equações propostas para a estimativa da TMB consideram fatores como sexo, peso atual e faixa etária, conforme demonstrado na Tabela 6.3.

Uma das equações mais utilizadas para o cálculo do metabolismo basal é a fórmula de Harris e Benedict (Quadro 6.1). Em caso de morbidades ou estresse fisiológico, como febre e período pós-operatório, pode-se multiplicar a equação de Harris e Benedict por um fator de correção conhecido como fator de lesão para a obtenção do gasto energético. Na gravidez e na lactação, acrescentam-se 300 kcal e 500 kcal, respectivamente.

A fórmula de Harris e Benedict difere das equações propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) por considerar a altura na equação. Entretanto, alguns autores sugerem que essa fórmula superestima os valores da TMB.

Tabela 6.3 Equações da estimativa da taxa metabólica de repouso conforme peso, sexo e faixa etária em adultos saudáveis.

Faixa etária (anos)	Sexo masculino TMB (kcal/dia)	Sexo feminino TMB (kcal/dia)
0 a 3	60,9 P - 54	61,0 P - 51
3 a 10	22,7 P + 495	22,5 P + 499
10 a 18	17,5 P + 651	12,2 P + 746
18 a 30	15,3 P + 679	14,7 P + 496
30 a 60	11,6 P + 879	8,7 P + 829
> 60	13,5 P + 487	10,5 P + 596

P: peso atual (kg).

Adaptada de FAO/WHO/ONU (1997).¹

Quadro 6.1 Fórmula de Harris e Benedict para o cálculo da taxa de metabolismo de repouso, conforme sexo.

Homem $66,473 + 13,752 P + 5,003 A - 6,755 I$
 Mulher $665,095 + 9,563 P + 1,850 A - 4,676 I$

A: altura (m); P: peso atual (kg); I: idade (anos).

Estimativa do gasto energético associado à prática de atividades físicas

O cálculo do GET deve levar em consideração a TMB e a carga de atividades físicas individuais.

Semelhantemente ao cálculo da TMB, a avaliação do gasto energético individual por meio da calorimetria seria mais adequada. Entretanto, na ausência de equipamentos para essa avaliação, algumas fórmulas de estimativa do acréscimo calórico proveniente da prática de atividades físicas foram estabelecidas.

O tipo de trabalho realizado pelo indivíduo representa parte do gasto energético proveniente das atividades físicas. O gasto energético proveniente do trabalho é classificado como leve (p. ex., costureiras, secretárias, estudantes, executivos), moderado (p. ex., trabalhos domésticos, jardinagem) ou vigoroso (agricultores, coletores de lixo, pedreiros, carteiros), que, multiplicado pela taxa metabólica, poderá gerar uma estimativa do gasto energético diário do indivíduo, conforme demonstrado na Tabela 6.4.

Tabela 6.4 Necessidades energéticas diárias de adultos conforme categoria de trabalho ocupacional e sexo, expressas em múltiplos da taxa metabólica de repouso (TMR).

Categoria de trabalho	Múltiplo da TMR/dia	
	Homens	Mulheres
Leve	1,55	1,56
Moderada	1,78	1,64
Pesada	2,10	1,82

Adaptada de FAO/OMS/ONU (1997).¹

Entretanto, em condições habituais, os indivíduos intercalam a carga de atividades ao longo do dia em domínios do trabalho, nas atividades domésticas ou do lar, como forma de deslocamento ou transporte e no tempo de lazer ou tempo livre. Portanto, uma forma mais precisa do cálculo das necessidades energéticas diárias por meio das equações propostas pela OMS é a estimativa do gasto energético das várias atividades praticadas ao longo do dia. Um diário ou recordatório das atividades cotidianas (conforme será abordado na última parte deste capítulo) poderá estimar o tempo médio gasto em atividades diversificadas, cujo produto pela TMB/h resultará no GET total estimado individual. A Tabela 6.5 apresenta os fatores de algumas atividades cotidianas.

Em diversas situações, uma avaliação mais acurada da atividade física individual pode ser necessária para estimar o GET. Por esse motivo, serão descritos a seguir diversos métodos e aplicações para avaliação do gasto energético em atividade física.

Tabela 6.5 Fatores de gasto energético expressos em múltiplos da taxa metabólica de repouso (TMR) para estimativa do gasto energético total conforme sexo.

Atividade	Múltiplo da TMB/tempo de atividade	
	Homens	Mulheres
Sono	1	1
Permanecer deitado/sentado	1,2	1,2
Permanecer em pé	1,5	1,5
Caminhar lentamente	2,8	2,8
Caminhada/passos rápidos	7,5	6,6
Cozinhar	1,8	1,8
Lavar roupa	2,2	3
Trabalho de escritório	1,6	1,7
Ginástica/dança	4,4	4,2
Esportes vigorosos	6,6	6,3
Cuidar de crianças	-	2,2

Adaptada de FAO/WHO/ONU (1997).¹

AVALIAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO EM ATIVIDADE FÍSICA

Define-se atividade física como todo movimento corporal produzido pela musculatura esquelética e que resulta em gasto energético maior que os níveis de repouso, sendo realizada para alcançar objetivos em alguns domínios importantes da vida das pessoas, como no âmbito do trabalho, nas atividades domésticas ou do lar, como forma de transporte ou deslocamento e no tempo de lazer ou tempo livre. Avalia-se a atividade física com base na frequência, na intensidade e na duração, que pode ser mensurada de forma habitual (p. ex., o que a pessoa pratica em uma semana típica), ou mais atual ou recente (p. ex., o que a pessoa praticou nos últimos 7 dias).

Métodos que têm como objetivo avaliar a estimativa do gasto energético em atividade física (GEAF) em geral se utilizam da avaliação da atividade física recente das pessoas em períodos de 1 dia, ou em alguns dias na semana, ou em 1 semana completa, ou mesmo em até 2 semanas.

Os domínios prioritários para a estimativa do GEAF são as atividades realizadas no trabalho ou laborais e ocupacionais, como forma de deslocamento ou transporte (p. ex., caminhada ou uso de bicicleta), as praticadas no tempo de lazer ou tempo livre (p. ex., a prática de esportes e exercícios físicos, que compreende práticas estruturadas e repetidas, ou brincadeiras com crianças e passeios com animais por meio de caminhada) e as atividades domésticas ou do lar (p. ex., limpeza da casa e jardinagem). É importante ressaltar que as atividades de comportamento sedentário (basicamente o tempo que as pessoas permanecem sentadas) também devem ser investigadas, pois representam atividades em que as pessoas permanecem em repouso e podem estar presentes nos domínios do lazer, do transporte, do trabalho e também durante a permanência das pessoas nas suas residências. Para a avaliação do GEAF, existem diversos métodos citados na literatura.⁴

Calorimetria direta

Único método que mensura diretamente o GEAF é realizado pela produção de calor pelo

corpo analisado dentro de uma câmara calorimétrica (Figura 6.2). O calor liberado pela pessoa que está dentro da câmara aquece uma quantidade de água que passa por canos dentro e fora da câmara. A medida específica do GEAF é obtida pela diferença da temperatura em graus Celsius da água que entra e sai da câmara, indicando a produção de calor por meio da conversão.

O avaliado pode realizar algumas atividades físicas dentro da câmara, como caminhar, correr em uma esteira e realizar exercícios de força muscular. Esse método tem como principal vantagem a medida direta do GEAF e é uma referência para a validação de outras técnicas. Contudo, algumas de suas desvantagens são:

- Alteração das atividades habituais
- Limitação de muitas atividades do cotidiano e que não podem ser realizadas na câmara
- Equipamento extremamente caro e de difícil manuseio.

Calorimetria indireta | Ergoespirometria

O princípio para a medição do GEAF por meio da calorimetria indireta tem como base o consumo de oxigênio, definido como o volume de oxigênio em litros por minuto ou mililitros por quilo de peso corporal por minuto consumido pelo coração, pelos pulmões e pelos músculos durante as atividades físicas.

A ergoespirometria é um teste normalmente realizado em laboratórios e tem como objetivo medir o consumo máximo de oxigênio, um indicador da aptidão ou da capacidade cardiorrespiratória ou da aptidão aeróbica. Trata-se de um teste progressivo e realizado em cicloergômetro ou esteira ergométrica, em um sistema computadorizado que controla a respiração (Figura 6.3) com diversos protocolos descritos na literatura. O avaliado deve pedalar ou caminhar/correr até a exaustão, respirando por um bocal que registra o oxigênio consumido (O_2) e o dióxido de carbono expelido (CO_2).

Com os dados de O_2 e CO_2 , pode-se obter o quociente respiratório, o produto do O_2 dividido pelo CO_2 , possibilitando o cál-

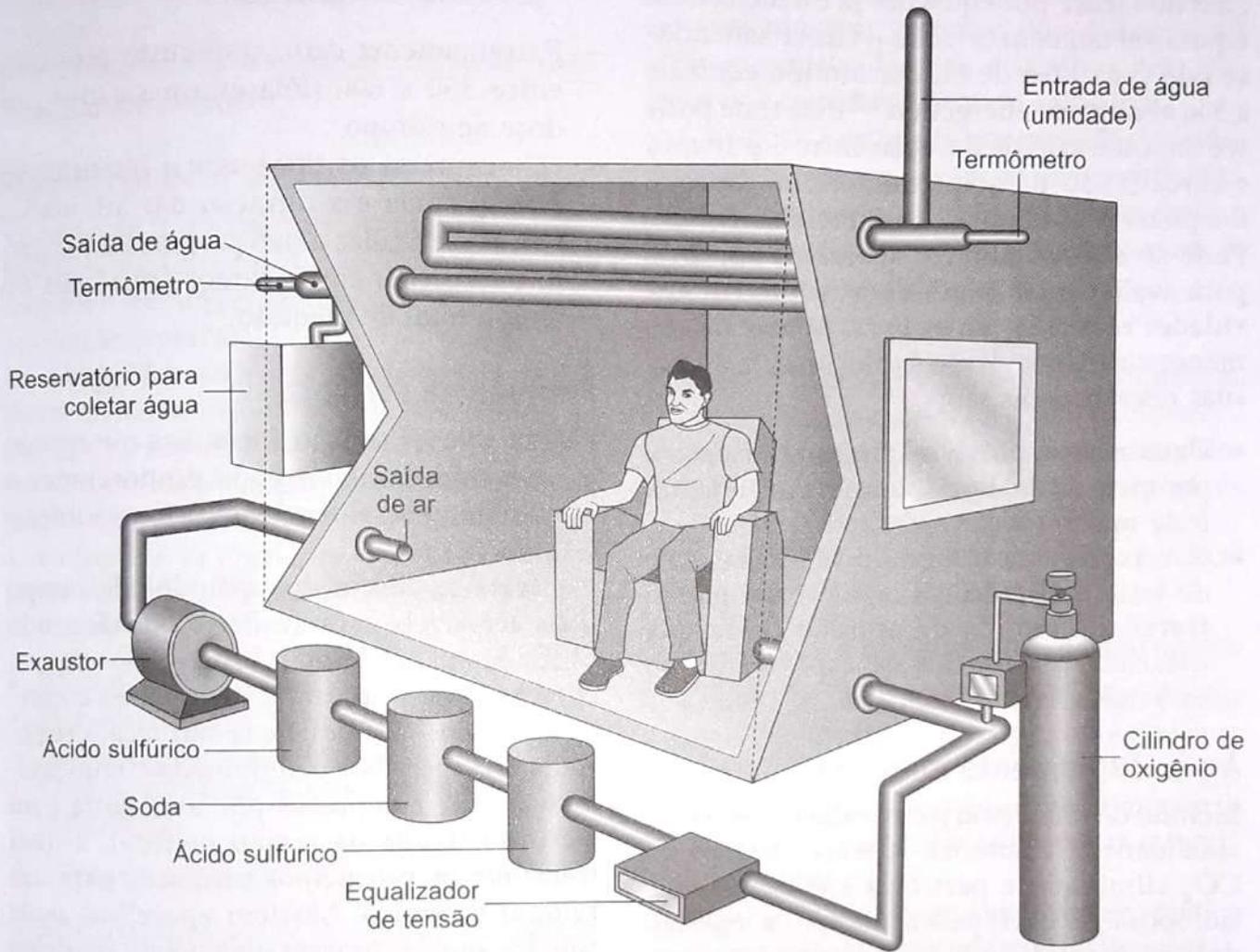


Figura 6.2 Câmara calorimétrica para a mensuração do gasto energético.

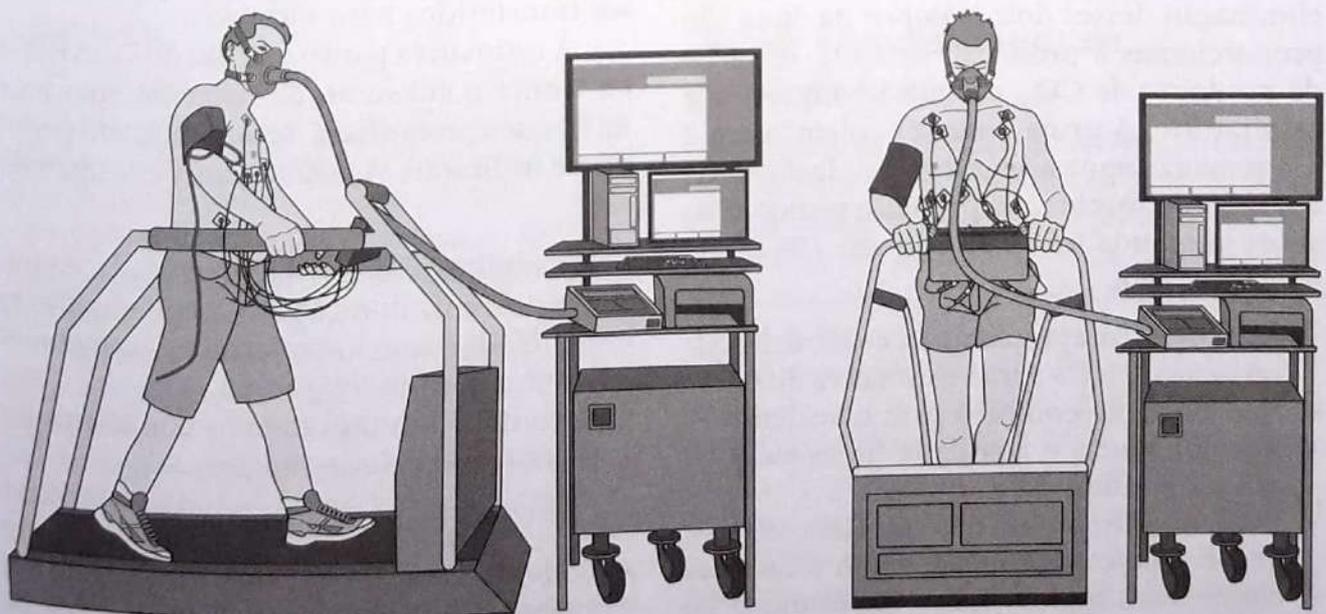


Figura 6.3 Ergoespirometria para a mensuração do gasto energético.

culo do GEAF por equações já estabelecidas. É possível também calcular o GEAF sabendo-se que cada litro de O_2 consumido equivale a 5 kcal de gasto energético.^{4,5} Esse teste pode ter um intervalo de duração entre 5 e 30 min e é realizado principalmente em clínicas, hospitais e academias de exercícios físicos. Pode-se utilizar também aparelhos portáteis para avaliar o consumo de oxigênio em atividades realizadas ao ar livre. Apesar de seu menor custo em relação à calorimetria direta, suas desvantagens são:

- Desconforto, pois a respiração é realizada por meio de um bocal, compreendendo um teste máximo de atividade física
- Não representa o total do GEAF no caso de teste realizado em laboratório, por se tratar de medida de aptidão física que discrimina a prática de esportes ou de exercícios físicos aeróbicos.

Água duplamente marcada

Método de referência para avaliar o GEAF na atualidade.⁶ Caracteriza-se pela estimativa do CO_2 eliminado a partir da análise de dois isótopos (^{18}O e 2H) pela urina após a ingestão de uma quantidade de água duplamente marcada com certa quantidade desses isótopos. O 2H marcado com deutério é eliminado do corpo somente como água, e o ^{18}O é eliminado como água e CO_2 . As diferenças na eliminação desses dois isótopos na água são proporcionais à produção de CO_2 . A partir da produção de CO_2 , calcula-se o quociente respiratório. A urina pode ser coletada em 2 a 3 semanas após a ingestão.^{4,6,7} Trata-se de um método recente, e o primeiro estudo com seres humanos foi realizado em 1982.⁷ As vantagens são:

- Alta precisão, apresentando coeficientes de variação de 5,1% para a estimativa do GET⁶
- Não existe desconforto para o avaliado
- Não influencia a atividade física habitual dos indivíduos
- Pode ser utilizado em diversas faixas etárias, desde crianças até idosos e em diferentes condições fisiopatológicas e de composição corporal
- Abrange o GEAF de todas as atividades realizadas até o período da coleta (até 2 a 3 semanas após a ingestão).

Já as desvantagens são:

- Extremamente caro, com custo estimado entre 350 e 600 dólares americanos por dose de isótopo
- Não expressa os tipos nem a intensidade, a frequência e a duração das atividades físicas realizadas e não proporciona o gasto energético em períodos fracionais do tempo total de medição.^{4,7}

Frequência cardíaca

Pelo fato de ter relação linear com o consumo de oxigênio, também pode proporcionar o cálculo do quociente respiratório e estimar o GEAF.

Trata-se de um dos métodos de campo mais acessíveis para avaliar o GEAF, sendo utilizado em academias de exercícios físicos, clínicas e por praticantes de esportes e exercícios físicos. A frequência cardíaca é registrada por aparelhos denominados frequencímetros, que compostos por uma cinta com eletrodo fixada na região peitoral, a qual transmite os batimentos cardíacos para um relógio de pulso. Existem aparelhos mais simples, que promovem uma média geral dos batimentos cardíacos em determinado período, até aparelhos mais sofisticados, que registram os batimentos cardíacos em intervalos regulares durante 24 h, cujos dados podem ser transferidos para *softwares*.

A estimativa para o cálculo do GEAF leva em conta o consumo de oxigênio com base na frequência cardíaca de determinado período de avaliação. As vantagens desse método são:

- Possibilita o cálculo da intensidade, da frequência e da duração das atividades físicas realizadas sem interferir nas atividades habituais do indivíduo
- Permite o monitoramento das atividades físicas por períodos longos.

Entre as desvantagens, estão:

- Podem existir dificuldades no controle dos aparelhos em pessoas com baixo nível de escolaridade
- A frequência cardíaca pode ser influenciada pela composição corporal, o estado emocional, as condições ambientais e o tipo de

contração muscular envolvida na atividade física⁴

- A cinta fixada na região peitoral pode causar desconforto.

Medidores de movimento

Trata-se de instrumentos mecânicos ou eletrônicos fixados na região da cintura que registram passadas (pedômetros) e movimentos (acelerômetros).

Os pedômetros são instrumentos mecânicos que monitoram a distância total percorrida por registros de passos. Esses aparelhos contêm um pêndulo que se desloca por meio de passadas e de oscilações verticais do corpo e são fixados na região da cintura próximo à crista ilíaca.⁸ As grandes vantagens dos pedômetros são:

- Baixo custo dos aparelhos
- Boa aceitação pelos avaliados
- Facilidade de utilização
- Diagnóstico preciso quanto a atividades de caminhada.

Entretanto, apresenta desvantagens, como:

- Não registra movimentos de membros superiores e atividades sedentárias
- Subestima distâncias percorridas em velocidades baixas e superestima distâncias percorridas em velocidades altas⁸
- Não avalia a intensidade das atividades praticadas.

O cálculo da estimativa do GEAF pode ser obtido por meio de equações sabendo-se a distância da passada e o gasto energético da caminhada, levando em conta o sexo, o peso e a estatura corporal das pessoas. Existem também os pedômetros em forma de aplicativos para *smartphones*.

Os acelerômetros são medidores eletrônicos com sensores piezoelétricos capazes de captar a intensidade dos movimentos realizados pelas pessoas. Assim como os pedômetros, a maioria dos acelerômetros deve ser fixada na região da crista ilíaca (lado direito da cintura) por meio de uma cinta ou fixadores que podem ser usados na roupa. Os mais avançados são os modelos triaxiais, que permitem medir a intensidade, a frequência e a duração por meio da aceleração e da desaceleração dos movimentos corporais nos planos vertical, antero-

posterior e laterolateral.^{4,9} As atividades podem ser avaliadas por períodos de até 2 semanas e ficam registradas nos aparelhos para sua posterior transferência para *softwares*.

A GEAF é estimada por meio de equações de acordo com a quantidade de movimentos, levando em conta o sexo, o peso corporal e a idade dos indivíduos. As equações variam de acordo com o aparelho.

As vantagens são as seguintes:

- O método permite mensurar a frequência, a intensidade e a duração das atividades
- É referência para validação de questionários
- Proporciona um diagnóstico preciso de grande parte das atividades físicas
- Possibilita a conversão dos dados em kcal para a estimativa do GEAF.

Contudo, tem as seguintes desvantagens:

- Limitações no controle de qualidade dos aparelhos e de seu uso por parte dos avaliados
- Subestimação de movimentos de membros superiores, atividades isométricas e carregamento de pesos
- Problemas em diferenciar gasto energético de caminhada e corrida em inclinações
- Alto custo dos aparelhos em comparação com os pedômetros⁹
- Não discrimina o tipo de atividade realizada.

Diários e recordatórios de atividade física

Métodos de campo mais acessíveis, promovem uma estimativa do GEAF com base no relato de atividades físicas dos sujeitos avaliados. No diário de atividade física, registram-se todas as atividades realizadas em um período de 24 h.¹⁰ O indivíduo deve preencher as atividades realizadas de 15 em 15 min por meio de códigos especificados para cada bloco de atividade (Quadro 6.2). Para a avaliação do padrão semanal de atividade física, utilizam-se 2 dias da semana e 1 dia do final de semana. O cálculo do GET é realizado com base em uma constante para cada nível de atividade multiplicada pelo peso corporal, com um resultado final em kcal (Quadro 6.3). A estimativa do gasto energético obtida já inclui a TMR. As vantagens do diário incluem:

- Detalhamento das atividades em um curto período
- Útil na validação de questionários de atividade física se o instrumento for preenchido adequadamente
- Método preciso de avaliação do GET.

No entanto, apresenta as seguintes desvantagens:

- É um instrumento de difícil preenchimento
- Pode alterar o padrão das atividades físicas habituais
- Depende de grande colaboração dos avaliados.

Outro método é o recordatório de 24 h de atividade física, aplicado na forma de entrevista e que investiga as atividades físicas realizadas no dia anterior ou nas 24 h anteriores à entrevista. O modelo do recordatório de 24 h de atividade física baseia-se na investigação das principais atividades realizadas nos três períodos do dia: manhã, tarde e noite (Quadro 6.4). Tem as seguintes vantagens:

- Aplicação em forma de entrevista, o que dinamiza a avaliação para um tempo de investigação curto em comparação com o diário
- Facilita a lembrança das atividades realizadas

Quadro 6.2 Modelo de diário de gasto energético de Bouchard.

Data: ___/___/___

Dia da semana: _____

Relatório de atividades em minutos

0 a 15	16 a 30	31 a 45	46 a 60
1 h			
2 h			
3 h			
4 h			
5 h			
6 h			
7 h			
8 h			
9 h			
10 h			
11 h			
12 h			
13 h			
14 h			
15 h			
16 h			
17 h			
18 h			
19 h			
20 h			
21 h			
22 h			
23 h			
24 h			

Quadro 6.3 Códigos de preenchimento e fórmula para o cálculo do gasto energético do diário de Bouchard.

Códigos das atividades listadas (variando de 1 a 9)

1. Dormindo, repousando na cama
2. Sentado, alimentando-se, escutando, escrevendo, lendo, estudando, assistindo à TV
3. Atividades leves em pé: lavando, fazendo a barba, cozinhando, penteando-se e atividades similares
4. Caminhar lento (menos que 3 km/h), dirigir carro ou motocicleta, vestir-se, tomar banho e atividades similares
5. Trabalho manual leve: serviços domésticos como varrer o assoalho, limpar vidros ou janelas, aspirar o pó, servir à mesa, caminhar de 3 a 6 km/h e dirigir caminhão
6. Atividades de prazer e esportes em ambientes recreativos: futebol, pedalar na bicicleta (menos de 9 km/h), pingue-pongue e atividades recreacionais
7. Trabalho manual em ritmo moderado: carpintaria, cortar grama, carregar ou descarregar pacotes, atividades de construção
8. Atividades de prazer e esportivas de alta intensidade (não competitivas): pedalar na bicicleta (mais de 15 km/h), ginástica, natação, tênis, caminhar (mais que 6 km/h), remar (4,5 a 7,5 km/h)
9. Trabalho manual intenso, pedreiros; trabalhadores rurais; atividades esportivas de alta intensidade ou competição esportiva: corrida (mais que 15 km/h)

Equivalências dos valores das atividades listadas

1 = 0,26; 2 = 0,38; 3 = 0,57; 4 = 0,69; 5 = 0,84; 6 = 1,2; 7 = 1,4; 8 = 1,5; 9 = 2,0

Todos os valores deverão ser somados e multiplicados pelo respectivo fator de gasto energético e pelo peso corporal

Número de vezes da atividade × fator × peso corporal

Para a obtenção do gasto energético total, os resultados das multiplicações de todas as atividades deverão ser somados

(Atividade 1 + Atividade 2 +... Atividade 9)

Quadro 6.4 Modelo de formulário para inquérito recordatório de 24 h para estimativa do gasto energético em atividades físicas.

ID: _____ Data: _____ Dia da semana: _____

Horário em que foi dormir: _____ Horário em que acordou: _____

Manhã:

Tarde:

Noite:

- Não altera a atividade física habitual e serve para ser aplicado em inquéritos de saúde pública e epidemiológicos.

Já as principais desvantagens são:

- Subestimativa de alguns tipos de atividades físicas
- A entrevista pode ficar entediante em razão da lembrança das diversas atividades.

Tanto o diário quanto o recordatório têm como base a estimativa do GEAF por meio da taxa de equivalente metabólico de repouso (MET) de cada atividade relatada, levando-se em conta o tempo total e o peso corporal dos avaliados. Sabe-se que 1 MET equivale a $3,5 \text{ ml de O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (ou $0,0175 \text{ kcal/min}$) e representa o gasto energético médio de uma pessoa de 70 kg em repouso sentada. Portanto, as atividades físicas são comparadas sempre com o valor de repouso. Por exemplo, uma caminhada rápida equivale a 3,3 vezes o valor em repouso. O compêndio de atividades físicas de Ainsworth tem mais de 600 tipos de atividades compiladas com os seus valores em MET.¹¹ Como exemplo, a Tabela 6.6 relaciona valores em MET de algumas atividades.

EXERCÍCIOS

1. Calcule o gasto energético basal dos seguintes indivíduos (utilize as equações de Harris e Benedict e FAO/OMS/UNU):

- Idade: 4 anos; sexo: feminino; peso: 15,2 kg.
- Idade: 26 anos; sexo: feminino; peso: 66 kg; altura: 1,68 m; lactante.
- Idade: 22 anos; sexo: feminino; peso: 48 kg; altura: 1,56 m; gestante.
- Idade: 39 anos; sexo: masculino; peso: 73,5 kg; altura: 1,80 m.

2. Calcule o gasto energético total diário do seguinte indivíduo:

- Idade: 22 anos; sexo: masculino; peso: 63 kg; altura: 1,70 m
- Rotina diária:
 - Sono – 8 h
 - Caminhada – 30 min
 - Estudando (sentado) – 4 h
 - Caminhada – 30 min
 - Trabalhando (sentado) – 5 h
 - Caminhada – 15 min

Tabela 6.6 Exemplo de atividades com os respectivos valores em MET de acordo com o compêndio de atividades físicas.

Tipo de atividade	MET
Dormir	0,9
Andar de bicicleta em geral	8,0
Dança aeróbica em geral	6,5
Caminhar para o trabalho	4,0
Corrida, como exercício físico (8 km/h)	8,0
Caminhar para exercício físico (5,6 km/h)	3,8
Atividades domésticas (limpar a casa em geral)	3,0
Sentado (assistindo à aula, discutindo, anotando)	1,8
Trabalho de construção civil (pedreiro)	7,0
Trabalho de escritório sentado (leitura e computador)	1,5
Alimentação sentado	1,5
Tomar banho, escovar os dentes, lavar as mãos	2,0

Forma de cálculo do gasto energético:

$$\text{Gasto energético (kcal)} = [(\text{Valor da atividade em MET} \times \text{Peso corporal em kg}) \times (\text{Tempo da atividade em minutos}/60 \text{ min})]$$

Traduzida por Amorim e Gomes (2003).¹²

- Academia (atividade intensa) – 1 h
- Caminhada – 15 min
- Assistindo à televisão (sentado) – 2 h e 30 min
- Lendo (sentado) – 2 h.

Gabarito

1.

- Idade: 4 anos; sexo: feminino; peso: 15,2 kg

$$\text{FAO: } 22,5 \times 15,2 + 499; \text{ TMR} = 841 \text{ kcal/dia}$$

- Idade: 26 anos; sexo: feminino; peso: 66 kg; altura: 1,68 m; lactante

$$\text{Harris e Benedict: } 655 + (9,6 \times 66) + (1,7 \times 168) - (4,7 \times 26) = 1.452$$

$$1.452 + 500 \text{ (adicional lactação)} \\ \text{TMR} = 1.952 \text{ kcal/dia}$$

c) Idade: 22 anos; sexo: feminino; peso: 48 kg; altura: 1,56 m; **gestante**

$$\text{Harris e Benedict: } 655 + (9,6 \times 48) + (1,7 \times 156) - (4,7 \times 22) = 1.277,6$$

$$1.277,6 + 300 \text{ (adicional gestação); TMR} = 1.577,6 \text{ kcal/dia}$$

d) Idade: 39 anos; sexo: masculino; peso: 73,5 kg; altura: 1,80 m

$$\text{FAO: } 11,6 \times 73,5 + 879; \text{TMR} = 1.731,6 \text{ kcal/dia}$$

$$\text{Harris e Benedict: } 66 + (13,7 \times 73,5) + (5 \times 180) - (6,8 \times 39); \text{TMR} = 1.707,75 \text{ kcal/dia}$$

2.

1ª opção (MET × peso × hora)

- Sono: $0,9 \times 8 \times 63 = 453,6$
- Caminhada: $4 \times 1,5 \times 63 = 378$
- Estudando: $1,8 \times 4 \times 63 = 453,6$
- Trabalhando: $1,8 \times 5 \times 63 = 567$
- Academia (intensa): $5,5 \times 1 \times 63 = 346,5$
- Assistindo à televisão: $1 \times 2,5 \times 63 = 157,5$
- Lendo: $1,4 \times 2 \times 63 = 176,4$

Gasto energético em atividade física - GEAT (pelo cálculo em MET, já inclui TMR): 2.532,6 kcal/dia

$$10\% \text{ ETA} = 253,26$$

$$\text{GET} = 2.785,86 \text{ kcal/dia}$$

2ª opção (Bouchard - vezes do código × constante do código × peso)

- Sono: $32 \times 0,26 \times 63 = 524,16$
- Estudando/Trabalhando/Assistindo à TV/Lendo: $54 \times 0,38 \times 63 = 1.292,76$
- Caminhada: $6 \times 0,57 \times 63 = 215,46$
- Academia: $4 \times 2 \times 63 = 504$

$$\text{GEAT} = 2.536,38$$

$$10\% \text{ ETA} = 253,64$$

$$\text{GET} = 2.790,02 \text{ kcal/dia}$$

Energy and protein requirements. Technical report series n. 724. Geneva: World Health Organization; 1997.

2. Bunyard LB, Katzell LI, Busby-Whitehead MJ, Wu Z, Goldberg AP. Energy requirement of middle-aged men are modifiable by physical activity. *Am J Clin Nutr.* 1999;68:1136-42.
3. Vinken AG, Bathalon GP, Sawaya AL, Dallal GE, Tucker KL, Roberts SB. Equations for predicting the energy requirements of health adults aged 18-81 y. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69:920-6.
4. Montoye HJ, Kemper CG, Saris WHM, Washburn R. A measuring physical activity and energy expenditure. Champaign: Human Kinetics; 1996.
5. Gilder H, Cornell GN, Horbjarnarson B. Human energy expenditure in starvation estimated by expired-air analysis. *J Appl Physiol.* 1967;23:297-303.
6. Trabulsi J, Troiano RP, Subar AF, Sharbaugh C, Kipnis V, Schatzkin A, et al. Precision of the doubly labeled water method in a large-scale application: evaluation of a streamlined-dosing protocol in the Observing Protein and Energy Nutrition (OPEN) study. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57:1370-7.
7. Schoeller DA. Recent advances from application of doubly labeled water to measurement of human energy expenditure. *J Nutr.* 1999; 129:1765-8.
8. Tudor-Locke C, Williams JE, Reis JP, Pluto D. Utility of pedometers for assessing physical activity. *Sports Med.* 2004;34:281-91.
9. King GA, Torres N, Potter C, Brooks TJ, Coleman KJ. Comparison of activity monitors to estimate energy cost of treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1244-51.
10. Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Thériault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin Nutr.* 1983;37:461-7.
11. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:S498-S504.
12. Amorim PR, Gomes TNP. Gasto energético na atividade física. Rio de Janeiro: Shape; 2003.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Food and Agriculture Organization. World Health Organization. United Nations University. Joint FAO/WHO/UNU expert consultation.

BIBLIOGRAFIA

- Barros MVG, Nahas MV. Medidas da atividade física: teoria e aplicação em diversos grupos

- populacionais. Londrina: Midiograf; 2003.
- McArdle WD, Katch FL, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
- Nahas MV. Revisão de métodos para determinação dos níveis de atividade física habitual em diversos grupos populacionais. *Rev Bras Atividade Física e Saúde*. 1996;1:27-37.
- Pereira MA, Fitzgerald SJ, Gregg EW, Joswiak ML, Ryan WJ, Suminski RR, et al. A collection of Physical Activity Questionnaires for health-related research. *Med Sci Sports Exerc*. 1997; 29:S1-205.
- Scagliusi FB, Lancha Junior AH. O estudo do gasto energético por meio da água duplamente marcada: fundamentos, utilização e aplicações. *Revista de Nutrição*. 2005;18:541-51.
- Scagliusi FB, Ferriolli E, Pfrimer K, Laureano C, Cunha CSF, Gualano B, et al. Underreporting of energy intake in Brazilian women varies according to dietary assessment: a cross-sectional study using doubly labeled water. *J Am Diet Assoc*. 2008;108:2031-40.