

VIDA ATIVA ENSINO

VOLUME 2

Estimar ou medir o gasto energético?

As equações preditivas diante da calorimetria

Dr. Mateus Antunes Nogueira

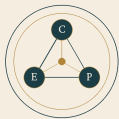
CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)



Vida Ativa

ENSINO E PESQUISA

Casa científica · Avaliação metabólica avançada · Desde 1999



Vida Ativa

ENSINO E PESQUISA

Casa certificada - Avaliação metodológica aprovada - Desde 1999/97

Estimar ou medir o gasto energético?

As equações preditivas diante da calorimetria

Dr. Mateus Antunes Nogueira · CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

AUTOR	Dr. Mateus Antunes Nogueira
REGISTRO	CRM-SP 97.070 · RQE 46345
ÁREA COM RQE	Cirurgia do Aparelho Digestivo
PÓS-GRADUAÇÃO	Medicina do Exercício e do Esporte · Nutrologia
SÉRIE	Vida Ativa Ensino · volume 2
EDIÇÃO	1ª edição
ANO	2026
LOCAL	São Paulo, SP — Brasil
IDIOMA	Português (Brasil)

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

Este é um material de educação continuada dirigido a profissionais de saúde. Ele apresenta o estado da evidência sobre o tema, com a população de derivação de cada ponto de corte, e não substitui as diretrizes das sociedades nem o julgamento clínico de quem atende. Nada aqui constitui prescrição, protocolo institucional ou conduta obrigatória; cada decisão depende do paciente à frente, do contexto assistencial e da regulamentação profissional de quem lê. Os valores e as faixas citados descrevem o que os estudos usaram, não o que se deve indicar.

© 2026 Dr. Mateus Antunes Nogueira. Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida, distribuída ou usada para treinar sistemas automatizados sem autorização escrita do autor.

Sumário

Antes de começar	4
1. De onde vêm as equações, e o que acurácia quer dizer	5
1.1 Cada equação carrega a sua amostra	5
1.2 Por que a pessoa escapa da média	9
1.3 O que acurácia quer dizer	10
2. O que os estudos mostram, população por população	12
2.1 Média certa, pessoa errada	12
2.2 A régua dos 10%	13
2.3 Quando o erro troca de lado	15
2.4 Atletas e pessoas muito ativas	16
2.5 Depois de uma grande perda de peso	18
2.6 O doente agudo, o crítico e o cirúrgico	19
3. Medido, predito e o erro que se propaga	21
3.1 Da taxa de repouso ao gasto do dia	21
3.2 Medido e predito, lado a lado	22
3.3 O erro que se propaga	23
3.4 Quando estimar basta e quando medir muda a conduta	25
4. As armadilhas da estimativa	28
5. Dois perfis, a mesma equação: um caso construído	31
6. Onde aprofundar: o que fica para o curso	34
Glossário	37
Referências	39
Sobre o autor	42
Transparência e licenças	43

Antes de começar

Este material foi escrito para médicos, nutricionistas, profissionais de educação física e fisioterapeutas que calculam a necessidade energética por equação e querem saber em que ponto essa conta deixa de bastar. A pergunta que o organiza vem do consultório. A equação de uso diário erra em quem, e por quanto? Quando vale medir antes de prescrever?

O percurso vai da origem das equações até a leitura do valor medido ao lado do predito, passando pelo que os estudos de validação encontraram em cada população. Um caso construído, sem paciente real, fecha o raciocínio. A execução do exame foi tratada no primeiro material desta série e não se repete aqui; o passo a passo de quem conduz e interpreta o exame fica no curso de Calorimetria Indireta. Cada capítulo indica onde passa esse limite.

De onde vêm as equações, e o que acurácia quer dizer

EM UMA FRASE

Toda equação preditiva é o retrato de um grupo de pessoas medidas numa época e num lugar; usá-la no consultório equivale a supor que o paciente pertence àquele grupo.

A equação de Mifflin–St Jeor entrou na rotina pela conveniência: quatro dados que qualquer ficha tem e um resultado em segundos. A conveniência cobra um preço discreto. Por trás de cada coeficiente há uma amostra de pessoas medidas, e o que essa amostra autoriza dizer sobre quem não estava nela é a pergunta que raramente se faz em voz alta; este capítulo a enfrenta antes de fixar o vocabulário da acurácia com que os estudos de validação serão lidos.

1.1 Cada equação carrega a sua amostra

Tudo começa num estudo biométrico do metabolismo basal que Harris e Benedict publicaram em 1918 nos anais da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos. Os voluntários eram adultos considerados normais. As equações que levam o nome dos dois costumam ser datadas de 1919, ano da publicação dos estudos clássicos da dupla. Usam peso, estatura, idade e sexo. Em 2023, uma revisão manteve essas quatro variáveis ao recalcular os coeficientes em 722 adultos caucasianos.

Cunningham voltou em 1980 aos dados de 223 pessoas daquelas séries. Encontrou na massa magra um preditor que bastava sozinho, e com ela na conta o sexo e a idade pouco acrescentavam.

A equação que a Organização Mundial da Saúde adotou em 1985 junto com a FAO e a Universidade das Nações Unidas tem outra genealogia. Ela deriva do trabalho de Schofield, que triou estatisticamente cinco décadas de medidas publicadas e propôs fórmulas por sexo e por faixa etária, alimentadas pelo peso ou pelo peso somado à estatura. Europeus e norte-americanos, naquela análise, gastavam mais energia por quilo de peso do que pessoas de países em desenvolvimento, e o autor argumentou que o erro da predição, no plano de cada pessoa, teria de ser grande.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Henry revisitou em 2005 o banco de dados que sustentou as equações internacionais de 1985. Dos 7.173 registros, 3.388 vinham da Itália: perto de metade. Pessoas de regiões tropicais eram relativamente poucas. Levantamentos publicados entre 1980 e 2000 já apontavam, na maioria das comunidades estudadas, valores medidos abaixo dos que essas fórmulas previam. A série nova que o autor propôs, as equações de Oxford, reuniu 10.552 medidas sem nenhum italiano e com 4.018 pessoas dos trópicos; para mulheres adultas e para homens de 18 a 60 anos, ela tende a devolver valores menores que os da versão de 1985.

Fonte: (HENRY, 2005)

Mifflin e colaboradores publicaram em 1990 a equação que hoje domina os consultórios. Todos os 498 adultos da amostra tiveram o gasto de repouso medido por calorimetria indireta: 234 com obesidade, 264 com peso normal, idades de 19 a 78 anos. A regressão explicou 71% da variação do gasto com quatro variáveis: peso, estatura, idade e sexo. A massa livre de gordura, sozinha, explicou 64%. Na mesma amostra, as equações de Harris-Benedict ficaram cerca de 5% acima do gasto medido.

O Infográfico 1.1 põe lado a lado o que cada equação de uso corrente pede como entrada. A Tabela 1.3 acrescenta a amostra de derivação e o ponto em que o desempenho publicado cai, e a Figura 1.2 situa essa genealogia no tempo. Uma fórmula descreve bem quem se parece com as pessoas que a geraram.

O que entra em cada equação

Círculo cheio: a variável entra na conta; meio círculo: só numa variante;
círculo vazio: não entra.

	Peso	Estatura	Idade	Sexo	Massa livre de gordura
Harris-Benedict (1918–1919)	●	●	●	●	○
OMS/FAO/UNU (1985), a partir de Schofield	●	◐	●	●	○
Owen (1986)	●	○	○	só mulheres	○
Mifflin-St Jeor (1990)	●	●	●	●	○
Cunningham (1980)	○	○	○	○	●
Ten Haaf (2014), versão por peso	●	●	●	●	○
Ten Haaf (2014), versão por composição	○	○	○	○	●

● entra na conta ◐ só numa variante ○ não entra

Quando a massa livre de gordura não entra, peso, estatura, idade e sexo funcionam como aproximações dela.

Elaborado pelo autor a partir de (PAVLIDOU et al., 2023), (HENRY, 2005), (SCHOFIELD, 1985), (OWEN et al., 1986), (MIFFLIN et al., 1990), (CUNNINGHAM, 1980) e (TEN HAAF; WEIJS, 2014).

INFOGRÁFICO 1.1

O que entra em cada equação: as variáveis de peso, estatura, idade, sexo e massa livre de gordura usadas pelas fórmulas de uso corrente.

Elaborado pelo autor a partir de (PAVLIDOU et al., 2023), (HENRY, 2005), (SCHOFIELD, 1985), (OWEN et al., 1986), (MIFFLIN et al., 1990), (CUNNINGHAM, 1980) e (TEN HAAF; WEIJS, 2014).

Das equações clássicas à calorimetria de uso ambulatorial

Cada ano corresponde a uma publicação citada nas referências.

1918	Harris e Benedict Metabolismo basal medido; equações datadas de 1919.
1949	Weir Gasto de energia calculado pelas trocas gasosas.
1980	Cunningham Reanálise das séries clássicas: a massa magra basta.
1985	FAO, OMS e UNU Fórmulas por sexo e idade, do banco de Schofield.
1990	Mifflin–St Jeor Derivada em 498 adultos, com e sem obesidade.
2005	Revisão sistemática Mifflin–St Jeor põe mais gente a até 10% da medida.
2017	Grupo ICALIC Uso ambulatorial; projeto de calorímetro acessível.
2023–2024	Metanálises Em atletas e em obesidade grave, o desempenho varia.

Elaborado pelo autor a partir de (HARRIS; BENEDICT, 1918), (WEIR, 1949), (CUNNINGHAM, 1980), (SCHOFIELD, 1985), (MIFFLIN et al., 1990), (FRANKENFIELD; ROTH-YOUSEY; COMPHER, 2005), (OSHIMA et al., 2017), (O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023) e (CAMPOS et al., 2024).

FIGURA 1.2

Das equações clássicas à calorimetria de uso ambulatorial: os marcos publicados que situam cada fórmula no tempo.

Elaborado pelo autor a partir de (HARRIS; BENEDICT, 1918), (WEIR, 1949), (CUNNINGHAM, 1980), (SCHOFIELD, 1985), (MIFFLIN et al., 1990), (FRANKENFIELD; ROTH-YOUSEY; COMPHER, 2005), (OSHIMA et al., 2017), (O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023) e (CAMPOS et al., 2024).

TABELA 1.3 — AS EQUAÇÕES DE USO CORRENTE: DE ONDE VIERAM E ONDE O DESEMPENHO PUBLICADO CAI

EQUAÇÃO	AMOSTRA DE DERIVAÇÃO	ONDE O DESEMPENHO PUBLICADO CAI	FONTE
Harris–Benedict, de 1918–1919	adultos considerados normais das séries clássicas; uma reanálise de 1980 usou os dados de 223 deles	ficou cerca de 5% acima do gasto medido na amostra da Mifflin–St Jeor; em 30 adultos, viés de –14 kcal/dia com dispersão de ± 378 kcal/dia (dois desvios-padrão)	(HARRIS; BENEDICT, 1918); (CUNNINGHAM, 1980); (MIFFLIN et al., 1990); (FLACK et al., 2016)
OMS/FAO/UNU, de 1985, a partir de Schofield	medidas publicadas em cinco décadas, triadas estatisticamente; 3.388 dos 7.173 registros vinham da Itália, e poucos dos trópicos	superestimou o metabolismo basal na maioria das comunidades estudadas entre 1980 e 2000	(SCHOFIELD, 1985); (HENRY, 2005)
Owen, de 1986 (mulheres)	44 mulheres de 18 a 65 anos, de 43 a 143 kg, oito delas atletas; equações separadas para atletas e não atletas	acerto a $\pm 10\%$ abaixo de 50% em atletas recreacionais; desvio médio de –15,4% em clínicas de nutrição	(OWEN et al., 1986); (TEN HAAF; WEIJS, 2014); (KFIR; LAHAV; GEPNER, 2023)
Mifflin–St Jeor, de 1990	498 adultos saudáveis de 19 a 78 anos; 264 com peso normal e 234 com obesidade	acerto a $\pm 10\%$ de 87% sem obesidade e de 75% com obesidade; 42% em pacientes agudos; desvio médio de –12,6% em clínicas de nutrição	(MIFFLIN et al., 1990); (FRANKENFIELD, 2013); (FRANKENFIELD; ASHCRAFT, 2017); (KFIR; LAHAV; GEPNER, 2023)
Cunningham, de 1980	reanálise dos dados de 223 adultos das séries de Harris e Benedict	exige composição corporal medida; em atletas, não diferiu da medida na média; desvio médio de –16,6% em clínicas de nutrição	(CUNNINGHAM, 1980); (O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023); (KFIR; LAHAV; GEPNER, 2023)
Ten Haaf, de 2014	90 atletas recreacionais holandeses de 18 a 35 anos	derivada em atletas recreacionais; na metanálise em atletas, 80,2% dentro de $\pm 10\%$	(TEN HAAF; WEIJS, 2014); (O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023)

Cada linha resume o que as fontes citadas publicaram; nenhuma linha é recomendação de equação.

1.2 Por que a pessoa escapa da média

O erro individual tem uma razão fisiológica. A taxa de repouso depende sobretudo da massa livre de gordura, o compartimento de custo metabólico mais alto; peso, estatura, idade e

sexo funcionam como aproximações dela. Duas pessoas com os mesmos quatro números podem ter composições corporais muito diferentes e receber da equação o mesmo gasto.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

O grupo de Johnstone decompôs a variação da taxa metabólica basal de 150 adultos brancos do nordeste da Escócia. Medidas repetidas da mesma pessoa oscilaram pouco: 2% da variação total, dos quais 0,5% eram erro analítico. Entre uma pessoa e outra, a massa livre de gordura explicou 63% da variação, contra 6% da massa gorda; a idade acrescentou 2%. Um quarto, 26%, ficou sem explicação. Nos homens, a tiroxina circulante deu conta de 25% desse resíduo, sem efeito significativo nas mulheres. Quem estima o gasto pelo peso trabalha com um substituto do compartimento que manda; mesmo com a composição corporal medida, sobra uma parcela que nenhuma variável antropométrica alcança.

Fonte: (JOHNSTONE et al., 2005)

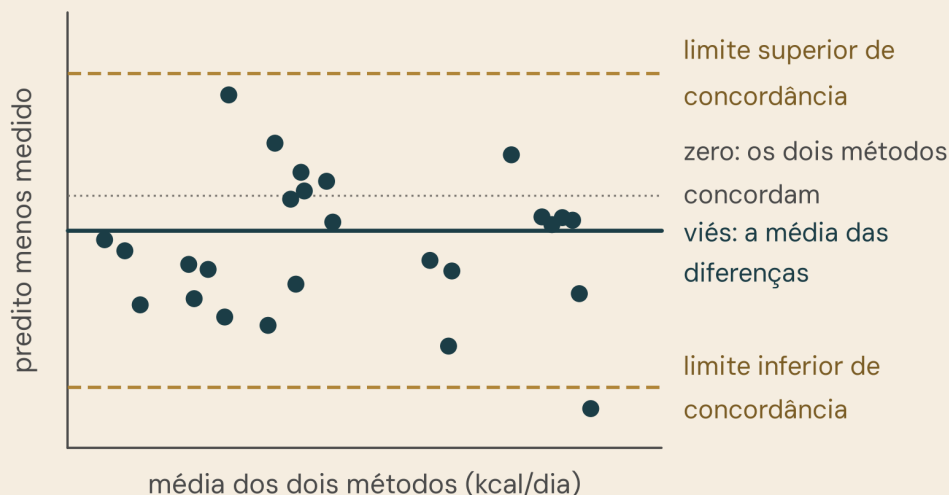
1.3 O que acurácia quer dizer

Validar uma equação é compará-la com a medida, e a comparação responde a duas perguntas. A primeira é a do grupo: em média, a fórmula acerta? A resposta está no viés, que é a diferença média entre os dois valores. A segunda é a do indivíduo: quanto a fórmula pode errar numa pessoa qualquer daquele grupo? Essa resposta vem da dispersão das diferenças, expressa nos limites de concordância ou na proporção de pessoas cujo valor predito cai a até 10% do medido. A revisão sistemática de 2005 feita para a entidade norte-americana de dietética classificou as equações por esse critério. As duas respostas podem divergir no mesmo estudo, e quem prescreve para uma pessoa precisa da segunda. Uma equação com viés quase nulo pode carregar limites de concordância de centenas de quilocalorias por dia, como o próximo capítulo mostra com dados. Em 1986, Bland e Altman demonstraram que a correlação entre dois métodos é a estatística errada para esse julgamento: duas medidas podem subir e descer juntas e discordar em cada pessoa. A leitura gráfica que eles propuseram separa o viés da dispersão, e o Esquema 1.4 mostra como ler esse gráfico com pontos ilustrativos, sem dado de estudo.

Como ler um gráfico de Bland-Altman

Esquema didático: cada ponto seria uma pessoa medida pelos dois métodos.

Os pontos são ilustrativos e não são dados de estudo.



Viés

a média das diferenças; responde pelo grupo.

Limites de concordância

a faixa em que cai a maior parte das pessoas; respondem pelo indivíduo.

Um viés perto de zero pode conviver com limites largos: a média do grupo acerta, e a pessoa pode estar longe dela.

Elaborado pelo autor a partir de (BLAND; ALTMAN, 1986) e (FLACK et al., 2016). Esquema didático, sem dado de estudo.

ESQUEMA 1.4

Como ler um gráfico de Bland-Altman: o viés médio de um grupo e os limites de concordância que descrevem o erro de cada pessoa.

Elaborado pelo autor a partir de (BLAND; ALTMAN, 1986) e (FLACK et al., 2016). Esquema didático, sem dado de estudo.

Com esse vocabulário, os números passam a ter endereço. O capítulo seguinte percorre os estudos de validação população por população, do adulto saudável ao doente agudo, e mostra onde a distância entre o predito e o medido fica pequena e onde ela cresce.

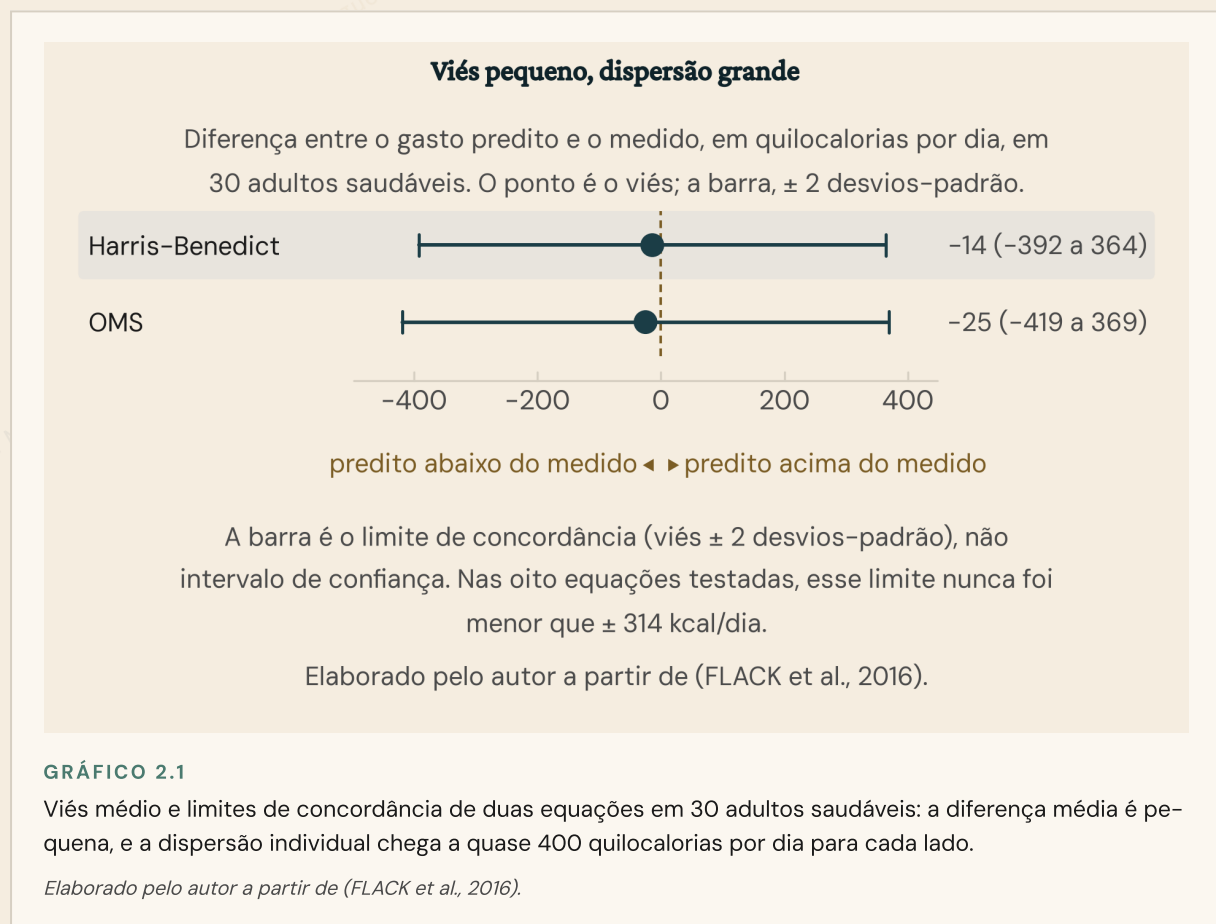
O que os estudos mostram, população por população

EM UMA FRASE

Quanto mais a pessoa se afasta da amostra que gerou a equação, maior a distância entre o gasto estimado e o medido; até a direção do erro muda de uma população para outra.

O vocabulário da acurácia permite ler os estudos de validação pelo que eles de fato medem. Começamos pelo cenário mais favorável às equações: adultos saudáveis fora do hospital. Uma validação pequena, resumida no Gráfico 2.1, ilustra o problema melhor do que muitos estudos grandes.

2.1 Média certa, pessoa errada



O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Os 30 voluntários de Flack e colaboradores, com índice de massa corporal de 19 a 39 e em sua maioria brancos, tiveram o gasto de repouso comparado com o de oito fórmulas. Só duas não diferiram da medida na média do grupo: Harris-Benedict (viés de -14 quilocalorias por dia) e OMS (-25). A faixa de dois desvios-padrão em torno desse viés chegou a 378 quilocalorias para cada lado na primeira e a 394 na segunda; em nenhuma das oito ela ficou abaixo de 314. O erro tinha direção. As fórmulas erravam mais para baixo justamente em quem tinha mais massa livre de gordura, e os autores concluem que as duas equações de viés mínimo não se sustentaram no plano individual.

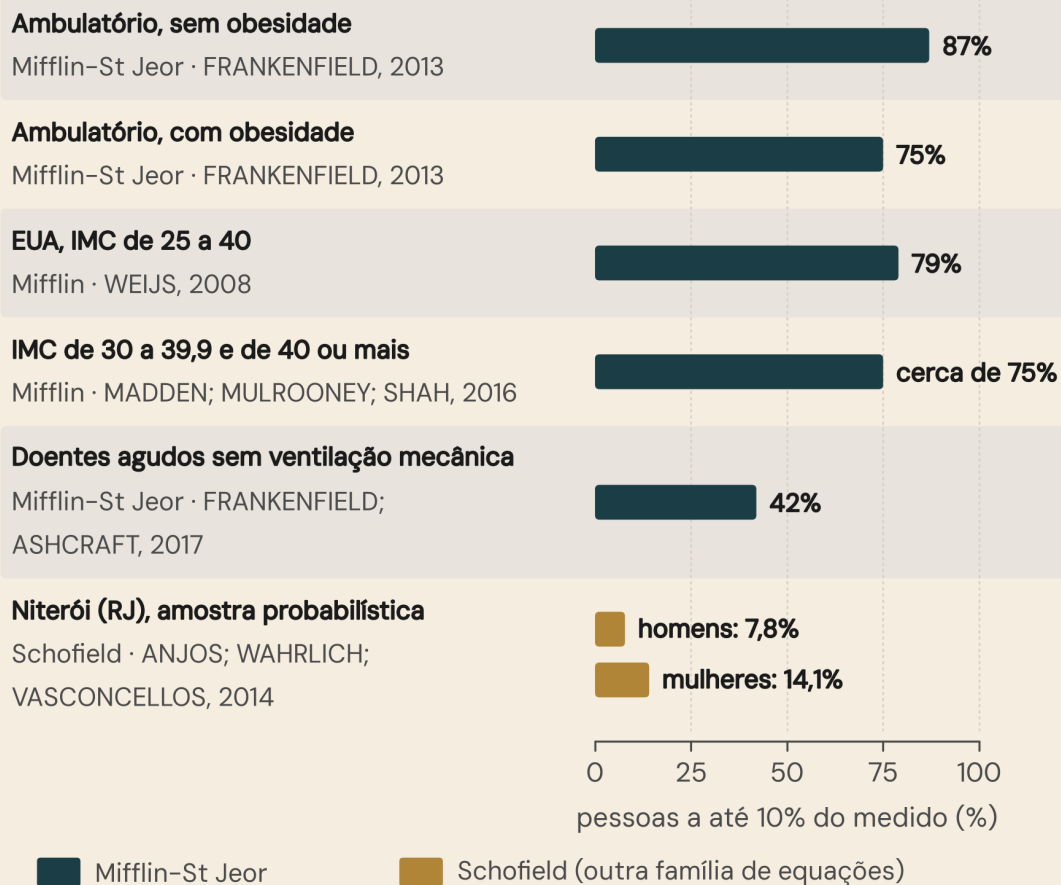
Fonte: (FLACK et al., 2016)

2.2 A régua dos 10%

A proporção de pessoas a até 10% da medida é a métrica que mais se aproxima da pergunta do consultório. Foi por ela que a revisão sistemática de 2005 apontou a Mifflin-St Jeor como a que mais acertou entre as quatro fórmulas de uso mais comum, em obesos ou não; a mesma revisão registrou a pouca representação de idosos e de minorias étnicas dos Estados Unidos nas amostras. Em 2013, Frankenfield voltou ao tema com 337 adultos ambulatoriais, e o Gráfico 2.2 reúne esse resultado com o de outras validações que usaram a mesma régua.

Quantas estimativas ficam a até 10% do gasto medido

Proporção de pessoas com o gasto predito a até 10% do medido, por população e por equação.



Cada barra vem de um estudo; populações, aparelhos e protocolos diferem, e as barras não formam uma comparação direta.

Elaborado pelo autor a partir de (FRANKENFIELD, 2013), (WEIJS, 2008), (MADDEN; MULROONEY; SHAH, 2016), (FRANKENFIELD; ASHCRAFT, 2017) e (ANJOS; WAHRLICH; VASCONCELLOS, 2014).

GRÁFICO 2.2

Proporção de pessoas com o gasto predito a até 10% do medido, por população e por equação; cada barra vem de um estudo, e as populações, os aparelhos e os protocolos diferem.

Elaborado pelo autor a partir de (FRANKENFIELD, 2013), (WEIJS, 2008), (MADDEN; MULROONEY; SHAH, 2016), (FRANKENFIELD; ASHCRAFT, 2017) e (ANJOS; WAHRLICH; VASCONCELLOS, 2014).

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Os 337 participantes viviam na comunidade e se locomoviam sem ajuda. A Mifflin–St Jeor foi a única equação sem viés: o intervalo de confiança de 95% da diferença média ia de -26 a +8 quilocalorias por dia. Livingston errou para baixo. Harris–Benedict, Muller, Vander Weg, OMS e a variante de Oxford da OMS erraram para cima. Dentro de $\pm 10\%$ da medida ficaram 82% das estimativas da Mifflin–St Jeor e 79% das de Livingston. Separando por peso, a Mifflin–St Jeor pôs nessa faixa 87% das pessoas sem obesidade e 75% das pessoas com obesidade; a queda com a obesidade apareceu em todas as fórmulas testadas.

Fonte: (FRANKENFIELD, 2013)

A mesma régua conta a mesma história em outras amostras. Em adultos norte-americanos com índice de massa corporal de 25 a 40, uma validação de 27 equações encontrou 79% de acerto com a Mifflin–St Jeor; na amostra holandesa do mesmo trabalho, a mais acurada teve 68% entre as pessoas com sobrepeso e 69% entre as com obesidade, e os autores concluíram que ali não parecia haver equação acurada. Uma revisão sistemática de 2016 estimou em cerca de 75% o acerto da Mifflin–St Jeor nas faixas de índice de massa corporal de 30 a 39,9 e de 40 ou mais: uma em cada quatro pessoas fica fora da faixa. A mesma revisão não encontrou equação capaz de estimar com acurácia o gasto energético total.

Fora do ambulatório, a queda é mais abrupta. Em 55 pacientes agudos que respiravam sem aparelho, a Mifflin–St Jeor acertou em 42% dos casos; uma versão da equação de Penn State sem a variável de ventilação–minuto chegou a 71%.

As barras de Niterói diferem das outras na equação e na população; o capítulo 4 volta a elas.

2.3 Quando o erro troca de lado

O sentido do erro também depende da população. Num registro de 3.001 adultos atendidos em clínicas de nutrição de Israel, com composição corporal medida por absorciometria de dupla energia, as cinco equações testadas subestimaram o gasto na média do grupo, de 2,1% com a da OMS/FAO/UNU a 16,6% com a de Cunningham; com a Mifflin–St Jeor, 12,6% (Gráfico 2.3). A Harris–Benedict, que em Niterói superestimou o gasto, nessas clínicas o subestimou em 8,2%. Conhecer o sentido do erro numa população não autoriza presumi-lo em outra.

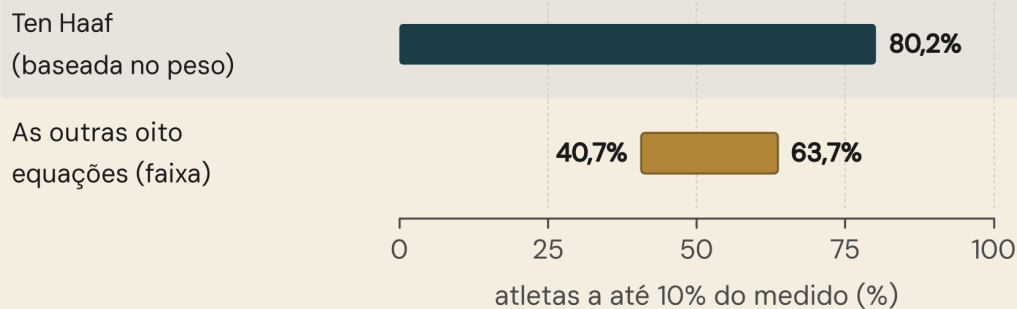


2.4 Atletas e pessoas muito ativas

No atleta, a lógica da massa livre de gordura aparece com toda a força. Uma metanálise de 2023 reuniu 29 estudos, 1.430 atletas adultos e cem equações diferentes; o Gráfico 2.4 resume o que ela encontrou sobre precisão.

Em atletas, a precisão depende da equação

Proporção de atletas com o gasto predito a até 10% do medido: nove equações com dados para metanálise, numa revisão de 29 estudos e 1.430 atletas adultos.



A barra dourada marca só a faixa publicada das outras oito equações, da menor à maior proporção; o valor de cada uma não foi desenhado.

Elaborado pelo autor a partir de (O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023).

GRÁFICO 2.4

Proporção de atletas com o gasto predito a até 10% do medido, na metanálise de nove equações: a de Ten Haaf e a faixa ocupada pelas outras oito.

Elaborado pelo autor a partir de (O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023).

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

A revisão de O'Neill e colaboradores separou duas perguntas. Na da acurácia, onze equações tinham dados para metanálise, e cinco não diferiram da medida na média: Cunningham nas duas versões, Harris-Benedict, De Lorenzo e Ten Haaf. As demais erraram de forma significativa em uma das duas direções; entre elas estavam Mifflin-St Jeor, Owen, OMS/FAO/UNU, Nelson e Koehler. Na da precisão, entre nove equações analisáveis, a de Ten Haaf, baseada no peso, pôs 80,2% dos atletas a até 10% do valor medido, e as outras oito ficaram entre 40,7% e 63,7%. Os autores sugerem preferir uma fórmula derivada em gente parecida com o atleta avaliado. Desconfiam também de uma razão entre medido e predito tirada de um único exame quando ela serve para sinalizar pouca energia disponível.

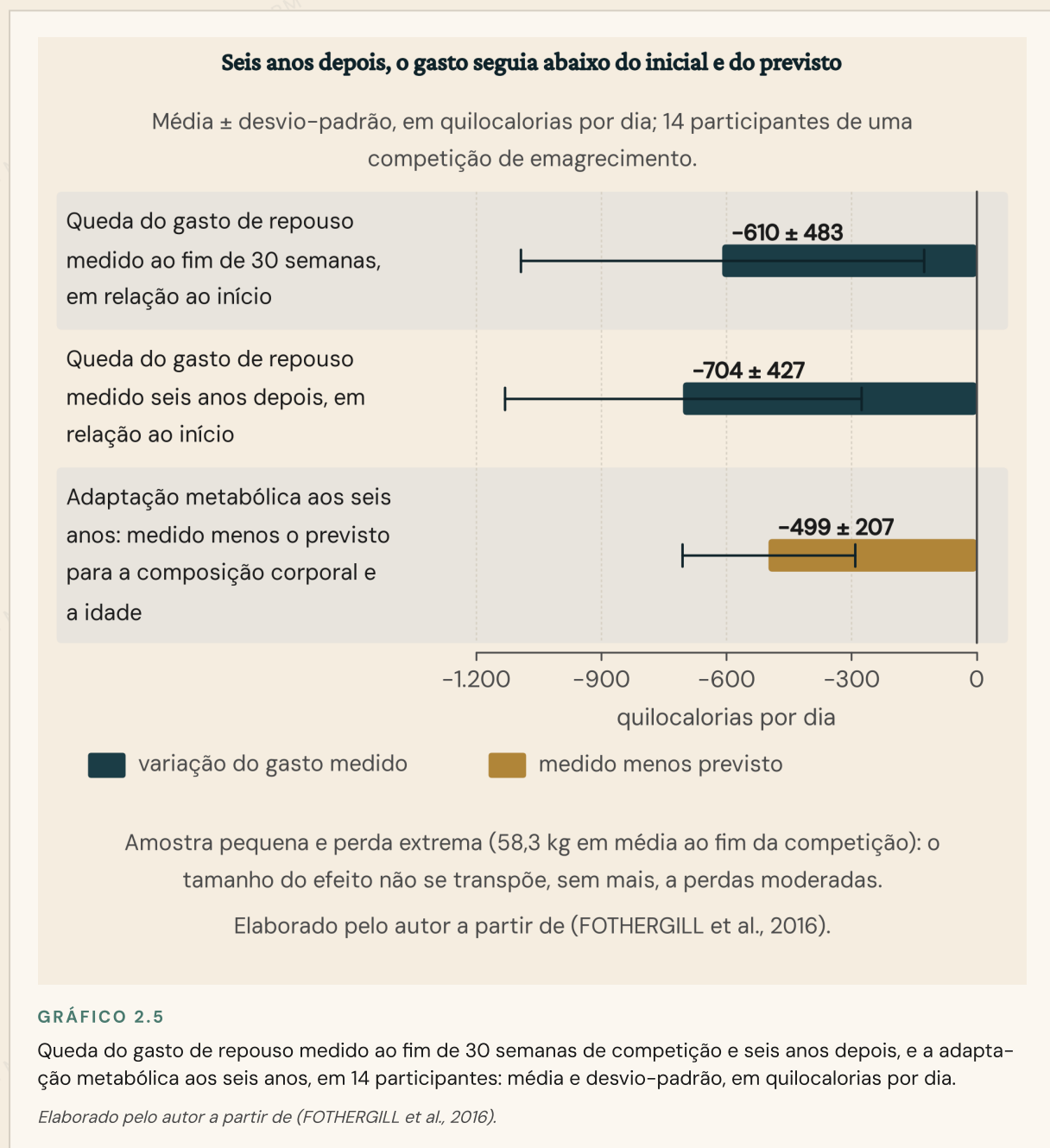
Fonte: (O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023)

Numa validação com 90 atletas recreacionais holandeses, Owen, Mifflin-St Jeor, Schofield, OMS e Harris-Benedict acertaram dentro de $\pm 10\%$ em menos da metade dos casos. A de

Cunningham, que usa a massa livre de gordura, teve desempenho equivalente ao das duas equações novas propostas pelos autores. O mecanismo aparece numa revisão dedicada ao esporte: a massa livre de gordura custa mais energia para ser mantida, quem tem mais dela gasta mais em repouso do que preveem equações derivadas em pessoas que não treinam, e a recomendação é que esse compartimento entre no cálculo.

2.5 Depois de uma grande perda de peso

A situação que mais surpreende quem prescreve é a de quem já emagreceu muito. A fórmula recebe o peso novo e devolve o gasto de alguém que sempre teve esse peso. O Gráfico 2.5 mostra o que aconteceu com o gasto de repouso medido nos participantes de uma competição televisiva de emagrecimento, acompanhados por seis anos.



O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Catorze dos dezesseis competidores estudados originalmente voltaram para a reavaliação. Ao fim das 30 semanas de competição, a perda média era de 58,3 quilos; o gasto de repouso medido tinha caído 610 quilocalorias por dia. Seis anos depois, 41,0 dos quilos perdidos haviam voltado; ainda assim, o gasto de repouso seguia 704 quilocalorias abaixo do inicial. Descontado o efeito da composição corporal e da idade, restava uma adaptação metabólica média de -499 ± 207 quilocalorias por dia. A adaptação presente no fim da competição não se correlacionou com o peso recuperado depois; aos seis anos, a correlação entre peso mantido fora e adaptação foi de 0,59, e os que sustentavam as maiores perdas eram também os de gasto mais deprimido.

Fonte: (FOTHERGILL et al., 2016)

Outro estudo pede cautela antes de generalizar. Em 34 adultos que mantinham pelo menos 13,6 quilos a menos havia um ano ou mais, a predição acompanhou a medida na média, com diferença de até 3% nas três equações-padrão testadas. As diferenças individuais iam de -257 a +163 quilocalorias por dia, e quem tinha perdido mais peso tendia a ficar abaixo do previsto (correlação de 0,36). Lidos juntos, os dois trabalhos dizem o que interessa à prescrição: a adaptação existe e varia de pessoa para pessoa, e a fórmula que recebe o peso atual não tem como enxergá-la.

2.6 O doente agudo, o crítico e o cirúrgico

Na terapia intensiva, onde a calorimetria é o método de referência recomendado pelas diretrizes, a comparação foi feita em escala hospitalar. Uma validação retrospectiva reuniu 3.573 medidas de 1.440 pacientes de uma mesma unidade e testou oito equações; na de desempenho mais alto, metade das medidas caiu entre 85% e 115% do gasto medido, e só um em cada três pacientes teve a necessidade calórica estimada a menos de 10% da medida. Uma revisão sistemática de 18 estudos em adultos sob ventilação mecânica encontrou, no plano individual, erros de até 43% para baixo e de até 66% para cima.

No cirúrgico, um estudo prospectivo mediu o gasto de repouso de pacientes submetidos a grandes operações abdominais na véspera e até o quinto dia do pós-operatório. O gasto do grupo não mudou de forma significativa, e só um em cada três pacientes teve alta acima de 10%. No pós-operatório, a oxidação de gordura subiu enquanto a de carboidrato descia; o quociente respiratório (QR) caiu junto. Multiplicar a estimativa de repouso por um fator de agressão fixo supõe um aumento que, nesse estudo, a maioria não apresentou.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

O dado mais forte a favor de medir vem de ensaios randomizados no doente crítico. A metanálise de Duan e colaboradores reuniu oito ensaios, com 991 adultos em terapia intensiva, que compararam a oferta de energia guiada por calorimetria com a guiada por equação. O grupo guiado pela medida recebeu mais energia por dia e teve mortalidade de curto prazo menor, com risco relativo de 0,77 (intervalo de confiança de 95%: 0,60 a 0,98; heterogeneidade de 3%). Tempo de ventilação mecânica e permanência na unidade e no hospital não diferiram; os eventos adversos se equivaleram. Os autores classificam como moderada a qualidade do conjunto e pedem estudos melhores para confirmar o achado.

Fonte: (DUAN et al., 2021)

Falta traduzir esse erro em conduta. O capítulo seguinte põe o valor medido ao lado do predito e acompanha o caminho do número até a prescrição.

Medido, predito e o erro que se propaga

EM UMA FRASE

O valor medido vira informação quando é posto ao lado do predito para a mesma pessoa e lido depois de considerada a massa livre de gordura; o valor estimado, quando erra, leva o erro para todo o plano.

As populações do capítulo anterior revelam quanto a equação pode errar. Aqui a pergunta vai para o consultório: o que fazer com um número medido, e o que acontece com a prescrição quando ele fica longe do estimado.

3.1 Da taxa de repouso ao gasto do dia

A equação preditiva estima uma parcela do gasto, a de repouso. O gasto energético total (GET) soma a ela o efeito térmico dos alimentos e o custo da atividade física; o Esquema 3.1 mostra onde o erro entra nessa cadeia. Quando o total é calculado multiplicando a taxa de repouso por um fator de atividade, o desvio da base é multiplicado junto, e o próprio fator traz a sua incerteza.

Da taxa de repouso ao gasto do dia

Esquema didático: os blocos não estão em escala. A equação preditiva estima só o primeiro deles.



a parte que a equação estima

Onde o erro entra

- 1 A equação estima só a taxa de repouso: o erro individual nasce aqui.
- 2 O fator de atividade multiplica a base, e o erro em quilocalorias cresce junto.
- 3 O próprio fator é uma estimativa e traz a sua incerteza.
- 4 Somar o exercício a um fator que já o inclui conta a atividade duas vezes.

Elaborado pelo autor. Esquema didático, sem dado de estudo.

ESQUEMA 3.1

Da taxa metabólica de repouso ao gasto energético total: onde entram o efeito térmico dos alimentos e o fator de atividade, e onde o erro de partida se soma.

Elaborado pelo autor. Esquema didático, sem dado de estudo.

A diferença entre repouso e total pesa na conta. Em 32 idosos japoneses saudáveis e ativos, a taxa de repouso média foi de 1.132 quilocalorias por dia; pela técnica da água duplamente marcada, o gasto do dia inteiro chegou a 2.233, quase o dobro. Tomar uma pelo outro, em qualquer direção, produz um erro do tamanho do próprio gasto de repouso.

3.2 Medido e predito, lado a lado

A calorimetria devolve um número em quilocalorias por dia, que ganha sentido ao lado do valor que uma equação atribuiria à mesma pessoa. A razão entre os dois, em porcentagem, é usada com frequência, no esporte inclusive como marcador de deficiência energética. A Tabela 3.2 resume o que ela pode e o que não pode dizer.

TABELA 3.2 — MEDIDO E PREDITO: O QUE A RAZÃO ENTRE OS DOIS PODE INDICAR E POR QUE AJUSTAR PELA MASSA LIVRE DE GORDURA

LEITURA	O QUE PODE ESTAR POR TRÁS	FONTE
Medido abaixo do predito	adaptação depois de perda de peso importante; equação que superestima naquela população; menos massa livre de gordura do que o peso sugere; aparelho que subestima o gasto contra a referência	(FOTHERGILL et al., 2016); (AN-JOS; WAHRlich; VASCONCELLOS, 2014); (JOHNSTONE et al., 2005); (PURCELL et al., 2020)
Medido acima do predito	mais massa livre de gordura do que o peso sugere, como no atleta; equação que subestima naquela população; exame sem o preparo de repouso, já que alimento, etanol, cafeína e nicotina alteram o gasto por horas e a atividade recente o eleva	(FLACK et al., 2016); (KFIR; LAHAV; GEPNER, 2023); (SCHOFIELD; THORPE; SIMS, 2019); (COMPHER et al., 2006)
Medido perto do predito	a equação serviu para aquela pessoa naquele dia; o acerto de um grupo na média não se transfere automaticamente ao indivíduo	(OSTENDORF et al., 2018)
Razão baixa em atleta	é usada como marcador de deficiência energética, e uma medida única pede cautela	(SCHOFIELD; THORPE; SIMS, 2019); (O'NEILL; CORISH; HORN-ER, 2023)
Por que ajustar pela massa livre de gordura	ela responde pela maior parte da variação do gasto entre pessoas; sem o ajuste, diferença de composição corporal se confunde com adaptação	(JOHNSTONE et al., 2005); (MIF-FLIN et al., 1990); (FOTHERGILL et al., 2016)

Leitura de fundamento; pontos de corte, roteiro de laudo e conduta ficam para a formação prática e para quem acompanha a pessoa.

Antes de chamar uma divergência de hipometabolismo ou de alta rotação, dois filtros se impõem. O primeiro é a equação. A razão herda o viés da fórmula escolhida, e a mesma pessoa, medida no mesmo dia, terá razões diferentes conforme a fórmula que se usar no denominador. O segundo é a composição corporal: como a massa livre de gordura é o determinante principal do gasto de repouso, quem tem muita massa magra para o seu peso terá razão alta sem que o metabolismo esteja acelerado, e o inverso vale para quem perdeu massa magra. O que sobra depois desse ajuste merece o nome de adaptação, e foi assim que o estudo dos competidores a definiu.

Os pontos de corte propostos para essa razão e o roteiro de laudo que organiza a leitura ficam no curso. Aqui importa o princípio de que a razão descreve apenas a distância entre dois números; ela não diz de qual dos dois vem o erro.

3.3 O erro que se propaga

O efeito do erro de partida é aritmético e cumulativo, e o Infográfico 3.3 o acompanha num exemplo construído, com números ilustrativos. Uma pessoa tem taxa de repouso estimada

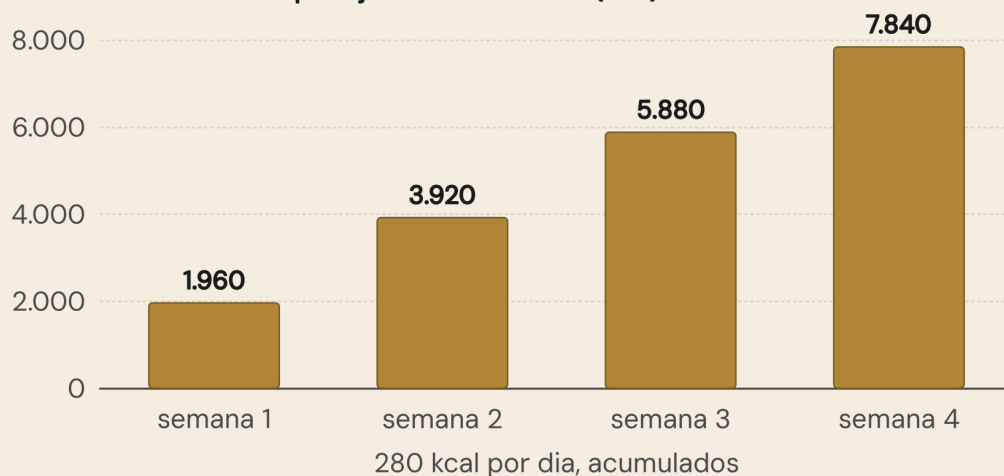
em 1.650 quilocalorias por dia e medida em 1.450. Com um fator de atividade de 1,4, os dois valores viram 2.310 e 2.030 quilocalorias de gasto diário: uma distância de 280. O déficit de 500 quilocalorias planejado sobre a estimativa vira, na conta real, um déficit de 220. Ao fim de quatro semanas, a distância acumulada passa de 7.800 quilocalorias.

O erro que se propaga

Exemplo didático: números ilustrativos, não são dados de estudo. Energia, não peso: a conversão do saldo em quilos não é linear.

	Estimado	Medido
Taxa de repouso (kcal/dia)	1.650	1.450
Gasto do dia, com fator de 1,4 (kcal/dia)	2.310	2.030
Ingestão do plano (kcal/dia)	1.810	1.810
Déficit (kcal/dia)	500 planejado	220 real

Distância acumulada entre o planejado e o executado (kcal)



Elaborado pelo autor. Exemplo didático: números ilustrativos, não são dados de estudo. Sobre a resposta não linear do peso: (HALL et al., 2011).

INFOGRÁFICO 3.3

O erro que se propaga: da taxa de repouso estimada e medida ao déficit planejado e ao real, e o saldo acumulado em quatro semanas, em exemplo didático.

Elaborado pelo autor. Exemplo didático: números ilustrativos, não são dados de estudo. Sobre a resposta não linear do peso: (HALL et al., 2011).

Converter esse saldo em quilos seria tentador e enganoso. O modelo dinâmico de Hall e colaboradores estima que, depois de uma mudança mantida na ingestão, o peso leva cerca de

um ano para percorrer metade do caminho até o novo equilíbrio; para a mesma mudança, a perda esperada cresce com a quantidade de gordura corporal, porque o gasto também se ajusta durante a perda. O infográfico mostra energia e deixa o peso de fora.

O erro na direção oposta tem outro custo. Em quem a equação subestima o gasto, como o atleta com muita massa livre de gordura, o déficit real fica maior do que o planejado; a razão entre medido e predito, lida sem esse cuidado, pode esconder exatamente o problema que se queria rastrear.

3.4 Quando estimar basta e quando medir muda a conduta

A Tabela 3.4 organiza as situações em dois níveis, com a fonte de cada linha. No primeiro, a estimativa é ponto de partida aceitável, desde que a resposta clínica seja acompanhada e a conta revista quando divergir do esperado. No segundo, a distância provável entre predição e medida, ou o custo de errar, justifica medir antes de fixar a meta.

TABELA 3.4 — QUANDO ESTIMAR É PONTO DE PARTIDA RAZOÁVEL E QUANDO MEDIR TENDE A MUDAR A CONDUTA

SITUAÇÃO	LEITURA DESTA OBRA	O QUE SUSTENTA	FONTE
Adulto saudável, de peso estável, sem doença aguda	estimativa como ponto de partida, com revisão pela resposta clínica	Mifflin–St Jeor sem viés e com 87% de acerto a $\pm 10\%$ em quem não tinha obesidade, o que deixa fora da faixa cerca de 13 em cada 100	(FRANKENFIELD, 2013); (FRANKENFIELD; ROTH-YOUSEY; COMPHER, 2005)
Idoso saudável e ativo	estimativa como ponto de partida, com equação validada na faixa etária	viés médio pequeno em algumas equações; em seis das dezesseis testadas, dispersão individual (1,96 desvio-padrão) dentro de 160 kcal/dia; viés diferente entre os sexos	(ITOI et al., 2017)
Obesidade	medida antes de fixar a meta	acerto a $\pm 10\%$ perto de 75% com a Mifflin–St Jeor; na obesidade grave, quatro de seis equações tenderam a subestimar, e análises adicionais sugeriram variação conforme a faixa de IMC	(MADDEN; MULROONEY; SHAH, 2016); (CAMPOS et al., 2024); (WEIJS, 2008)
Depois de perda de peso importante	medida antes de fixar a meta	adaptação média de -499 kcal/dia seis anos depois de perda extrema; em mantenedores, média acertada e diferenças individuais de -257 a $+163$ kcal/dia	(FOTHERGILL et al., 2016); (OSTENDORF et al., 2018)
Atleta ou pessoa muito ativa	medida antes de fixar a meta, sobretudo se houver suspeita de pouca energia disponível	precisão de 40,7% a 80,2% conforme a equação; equações gerais abaixo de 50% de acerto em atletas recreacionais	(O'NEILL; CORISH; HORN, 2023); (TEN HAAF; WEIJS, 2014); (SCHOFIELD; THORPE; SIMS, 2019)
Doente crítico	medida antes de fixar a meta, quando o exame estiver disponível	só um em cada três pacientes com estimativa a menos de 10% da medida; erros individuais de até 43% para baixo e 66% para cima; mortalidade de curto prazo menor com a oferta guiada pela medida (risco relativo de 0,77)	(ZUSMAN et al., 2019); (TATUCU-BABET; RIDLEY; TIERNEY, 2016); (DUAN et al., 2021); (OSHIMA et al., 2017)
Doente agudo em respiração espontânea e pós-operatório	medida antes de fixar a meta, quando o exame estiver disponível	Mifflin–St Jeor com 42% de acerto a $\pm 10\%$ em doentes agudos; depois de grande cirurgia abdominal, gasto de repouso sem aumento na maioria e alta acima de 10% em um de cada três	(FRANKENFIELD; ASHCRAFT, 2017); (SILVA et al., 2021)

Cada linha descreve o achado dos estudos citados na sua população; a indicação do exame e a conduta são definidas por quem acompanha a pessoa.

PROTOCOLO

- ① População declarada dos dois lados. As validações citadas neste material descrevem quem gerou a equação e quem foi usado para testá-la, com idade, sexo, peso ou índice de massa corporal e condição clínica; sem essa descrição, o resultado não se transporta.
- ② Medida de referência obtida em condições padronizadas. Jejum, repouso prévio e critério de estado estável são pré-requisito; o primeiro material desta série trata das condições do exame.
- ③ Viés e dispersão juntos. Os estudos que servem à prescrição relatam, além da diferença média, os limites de concordância ou a proporção de pessoas a até 10% da medida.
- ④ Composição corporal medida quando se quer interpretar a razão entre medido e predito. Sem ela, adaptação e diferença de massa livre de gordura se confundem.
- ⑤ Número de medidas declarado. Uma medida isolada responde por aquele dia; conclusões sobre mudança exigem comparação em série, com o mesmo preparo.

Decidir quando medir resolve metade do problema. A outra metade está nas armadilhas da estimativa, que fazem uma boa equação parecer ruim e uma equação ruim parecer boa; o capítulo seguinte as reúne, com o mecanismo de cada uma.

As armadilhas da estimativa

EM UMA FRASE

Parte do erro que se atribui ao paciente nasce na conta; outra parte pode nascer num exame que não mediu o que dizia medir.

O capítulo anterior mostrou como o erro de partida se propaga pela prescrição. As armadilhas que o produzem são poucas. Repetem-se, porém, e a Tabela 4.1 reúne sete delas, cada uma com o mecanismo e a fonte.

TABELA 4.1 — ARMADILHAS DA ESTIMATIVA: O QUE ACONTECE EM CADA UMA

ARMADILHA	O QUE ACONTECE	FONTE
Usar o peso atual na obesidade sem saber como a equação se comporta naquela faixa	análises adicionais sugerem que o desempenho muda conforme a faixa de índice de massa corporal, e na obesidade grave a maioria das equações tendeu a subestimar o gasto	(CAMPOS et al., 2024); (MADDEN; MULROONEY; SHAH, 2016)
Aplicar a equação a uma população diferente da que a gerou	a base de derivação pode ter perfil distante do paciente; em Niterói, todas as equações testadas superestimaram o gasto	(HENRY, 2005); (SCHOFIELD, 1985); (ANJOS; WAHR-LICH; VASCONCELLOS, 2014)
Contar a atividade física duas vezes	somar o gasto do exercício a um fator de atividade que já o incluía infla a meta; o gasto total estimado já é a parte menos precisa da conta	(MADDEN; MULROONEY; SHAH, 2016)
Confundir repouso com gasto total	em idosos ativos, o gasto do dia inteiro foi quase o dobro do de repouso	(ITOI et al., 2017)
Atribuir ao paciente o erro da conta	mesmo com viés médio pequeno, o erro individual da equação pode passar de 300 kcal/dia; a calorimetria é a ferramenta prevista quando a predição falha de modo clinicamente relevante	(FLACK et al., 2016); (FRANKENFIELD; ROTH-YOUSEY; COMPHER, 2005)
Confiar num exame mal conduzido ou num aparelho não validado	um calorímetro pode repetir o próprio valor e ainda assim errar contra a referência	(PURCELL et al., 2020)
Ler uma razão entre medido e predito isolada como diagnóstico	a razão herda o viés da equação escolhida, e uma medida única pede cautela	(O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023)

Lista de leitura crítica; não substitui o julgamento de quem acompanha a pessoa.

A primeira armadilha é usar uma equação fora da população que a gerou. O exemplo mais próximo do leitor brasileiro vem de um inquérito domiciliar em Niterói.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Anjos e colaboradores sortearam 529 adultos de Niterói, no estado do Rio de Janeiro, numa amostra probabilística. A taxa metabólica basal medida por calorimetria foi comparada com a prevista por três famílias de equações, entre elas a de Harris-Benedict. O erro foi para cima com todas. Valeu para os dois sexos e para todas as faixas etárias. Com as de Schofield, a superestimativa rondou 20%; com as de Henry e Rees, ficou em 13% nos homens e em 16% nas mulheres. A proporção de pessoas com o valor de Schofield a até 10% do medido foi de 7,8% entre os homens e de 14,1% entre as mulheres, algo como um homem em cada treze e uma mulher em cada sete. Os autores concluem que as equações disponíveis não servem para estimar o metabolismo basal daquela população.

Fonte: (ANJOS; WAHRLICH; VASCONCELLOS, 2014)

O achado de Niterói repete, com dado local, o que a genealogia da equação da OMS antecipa no capítulo 1: fórmulas derivadas de bases com muitos europeus tendem a ficar acima do gasto de populações que gastam menos energia por quilo. A pergunta que protege dessa armadilha vale para qualquer equação. Esta pessoa se parece com as pessoas que geraram o coeficiente?

Duas outras armadilhas moram na passagem do repouso para o gasto total. Uma é somar o gasto do exercício por cima de um fator de atividade que já o incluía, o que infla a meta sem que ninguém perceba. A outra é tratar a taxa de repouso como se fosse o gasto do dia, ou o inverso, e errar pela diferença inteira entre os dois.

A mais cara talvez seja atribuir ao paciente o erro da conta. Quando o peso não responde a um déficit calculado sobre uma estimativa, a hipótese de baixa adesão costuma aparecer primeiro. O painel que revisou as equações em 2005 reservou à calorimetria justamente esse papel: entrar em cena quando a estimativa deixa de funcionar para uma pessoa de um jeito que pesa na clínica, segundo o julgamento de quem acompanha.

Medir, por fim, não imuniza contra erro. Um exame fora das condições padronizadas, ou um aparelho que não concorda com a referência, devolve um número com aparência de medida; as condições que tornam o exame válido estão no primeiro material desta série.

SINAIS DE ALERTA

- Resposta de peso ou de composição corporal muito diferente da esperada, com adesão bem documentada.
- Pessoa com perfil distante da amostra que gerou a equação: obesidade grave, atleta, população de origem diferente.
- Perda de peso importante nos meses anteriores.
- Doença aguda, internação ou pós-operatório.
- Razão entre medido e predito de um exame isolado usada para decidir sobre deficiência energética.

Um caso construído ajuda a juntar as peças: o capítulo seguinte põe dois perfis na mesma equação e mostra por que a medida separa o que a fórmula juntou.

Dois perfis, a mesma equação: um caso construído

EM UMA FRASE

Duas pessoas com os mesmos números de ficha recebem da equação o mesmo gasto; a calorimetria pode separá-las por centenas de quilocalorias.

As armadilhas do capítulo anterior ficam mais visíveis numa conta feita do começo ao fim. O caso é de ensino: pessoas fictícias, números ilustrativos. O Infográfico 5.1 o resume.

Duas mulheres de 45 anos chegam com o mesmo objetivo de reduzir gordura corporal. Os números de ficha coincidem. As duas pesam 80 quilos e medem 1,65 metro, e para as duas a equação de Mifflin–St Jeor devolve cerca de 1.445 quilocalorias por dia de gasto de repouso. A primeira, que chamaremos de perfil A, perdeu muito peso no ano anterior com dietas sucessivas e voltou a ganhar parte dele. A segunda, o perfil B, treina força há anos; para o mesmo peso, tem mais massa livre de gordura.

Medidas por calorimetria em exame válido, as duas se afastam da predição em direções opostas. O perfil A gasta 1.280 quilocalorias em repouso, cerca de 11% abaixo do predito; o perfil B gasta 1.650, cerca de 14% acima. Os dois desvios cabem no que os estudos do capítulo 2 descrevem: dispersões individuais de centenas de quilocalorias em adultos saudáveis, com subestimativa maior em quem tem mais massa livre de gordura. A equação não tinha como antecipá-los.

Dois perfis, a mesma equação

Caso construído para ensino: pessoas fictícias e números ilustrativos.

Igual para as duas

Entradas	Mulher, 45 anos, 80 kg, 1,65 m
Mifflin–St Jeor	cerca de 1.445 kcal/dia
Mesmo plano	cerca de 1.520 kcal/dia (fator de 1,4 e déficit de 500)

Perfil A**História**

grande perda de peso no ano anterior, com reganho parcial

Medido

1.280 kcal/dia, cerca de 11% abaixo do predito

Déficit real

perto de 270 kcal/dia

Leitura

perda lenta que, de saída, não prova falta de adesão

Perfil B**História**

treino de força há anos; mais massa livre de gordura para o mesmo peso

Medido

1.650 kcal/dia, cerca de 14% acima do predito

Déficit real

perto de 790 kcal/dia

Leitura

déficit grande demais para quem treina

Elaborado pelo autor. Caso construído para ensino: pessoas fictícias e números ilustrativos.

INFOGRÁFICO 5.1

Dois perfis, a mesma equação: as mesmas entradas, o mesmo gasto estimado, gastos medidos em direções opostas e o déficit real que resulta do mesmo plano.

Elaborado pelo autor. Caso construído para ensino: pessoas fictícias e números ilustrativos.

Suponha um plano calculado sobre a estimativa, com fator de atividade de 1,4 e déficit de 500 quilocalorias: cerca de 1.520 quilocalorias por dia para as duas. O déficit real do perfil A ficaria perto de 270. No perfil B, chegaria perto de 790, quase o triplo, maior ainda se o fator de atividade de quem treina for mais alto do que o usado na conta.

O que muda na conduta, em linhas gerais, é a leitura do problema. No perfil A, o ritmo lento de perda deixa de ser, de saída, uma questão de adesão; a atenção se volta para a

preservação da massa livre de gordura e para metas compatíveis com o gasto real. No perfil B, o risco passa a ser um déficit grande demais para quem treina, com o que isso representa para a energia disponível e para o desempenho. Em nenhum dos dois casos o número substitui o acompanhamento: a decisão sobre a meta de cada uma continua sendo de quem as acompanha, e o caminho que leva do exame à prescrição, com margens e reavaliações, é o conteúdo do curso.

Onde aprofundar: o que fica para o curso

EM UMA FRASE

Aqui ficaram o fundamento e o panorama da evidência, com um quadro-síntese; executar o exame e decidir caso a caso cabe à formação prática.

Os dois perfis do caso construído mostram até onde o raciocínio vai sem o exame na mão. A Tabela 6.1 põe lado a lado o que este material respondeu e o que fica para o curso.

TABELA 6.1 — ONDE CADA PERGUNTA É RESPONDIDA: ESTE MATERIAL E O CURSO

PERGUNTA	O QUE ESTE MATERIAL ENTREGOU	O QUE FICA PARA O CURSO
De onde vêm as equações e por que erram na pessoa?	amostras de derivação, determinantes do gasto e vocabulário da acurácia, no capítulo 1	casos comentados com perfis diferentes
Quanto a equação erra, e em quem?	panorama por população, com os números publicados, no capítulo 2	laudo, com medido e predito lado a lado
Como se faz um exame válido?	os princípios e a remissão ao primeiro material da série	protocolo do exame e depuração das curvas, passo a passo
Como se lê medido ao lado de predito?	o fundamento da razão e do ajuste pela massa livre de gordura, no capítulo 3	roteiro de laudo e pontos de corte
Quando medir?	quadro-síntese por situação, na Tabela 3.4	casos comentados, com a decisão caso a caso
Como o número vira plano?	a propagação do erro, em exemplo ilustrativo	casos comentados, do exame à prescrição

O curso de Calorimetria Indireta da Vida Ativa Ensino cobre o que a Tabela 6.1 põe na última coluna: o protocolo do exame, a depuração das curvas, o laudo com medido e predito lado a lado e os casos comentados que transformam leitura em conduta. A lista de espera está aberta. Quem entra nela é avisado da próxima turma. Para quem quer situar a avaliação metabólica num percurso mais amplo de prescrição de estilo de vida, o MEV 3.0 Hands-On já tem data de turma: 13 e 14 de novembro de 2026. As vendas estão pausadas, e a inscrição também passa pela lista de espera.

A série prevê títulos próprios para peças que aqui apareceram de passagem: o que valida uma calorimetria, a leitura do laudo, a termogênese adaptativa e o caminho do gasto medido até o plano. A Figura 6.2 condensa este material numa página de consulta.

Estimar ou medir: resumo em uma página

O essencial deste material, com os números publicados que o sustentam.

De onde vem a equação

Cada fórmula é a média de uma amostra: 498 adultos na Mifflin–St Jeor, em 1990; na base da OMS/FAO/UNU, 47% eram italianos.

O que é acurácia

O viés responde pelo grupo. Limites de concordância e acerto a $\pm 10\%$ respondem pela pessoa.

Quanto a equação erra

Mifflin–St Jeor a até 10% da medida: 82 em 100 adultos ambulatoriais, perto de 75 na obesidade, 42 no doente agudo.

O erro muda de direção

A Harris–Benedict superestimou em Niterói e subestimou 8,2% em clínicas de nutrição de Israel.

Quando medir

Obesidade, grande perda de peso, atleta, doente agudo ou crítico, pós-operatório. Adulto saudável de peso estável: estimativa como ponto de partida.

Como ler medido e predito

A razão entre os dois, lida depois de considerar a massa livre de gordura e a equação escolhida; medida única pede cautela.

O erro se propaga

O fator de atividade multiplica o erro da base, e o déficit real se afasta do planejado dia após dia.

Onde aprofundar

Curso de Calorimetria Indireta, em lista de espera; MEV 3.0 Hands-On, turma em 13 e 14/11/2026, em lista de espera.

Elaborado pelo autor a partir das fontes citadas nos capítulos 1 a 5.

FIGURA 6.2

Resumo em uma página: de onde vem a equação, o que é acurácia, quanto ela erra em cada população, quando medir e como ler o medido ao lado do predito.

Elaborado pelo autor a partir das fontes citadas nos capítulos 1 a 5.

A síntese cabe em poucas linhas e se apoia nos números deste material. Nos adultos ambulatoriais da validação de 2013, a Mifflin–St Jeor pôs 82 em cada 100 estimativas a até 10% da medida. Na obesidade, a proporção caiu para perto de 75; no doente agudo em respiração

espontânea, ficou em 42; numa amostra de Niterói, outra família de equações acertou em menos de 15 em cada 100. Medir antes de prescrever é a forma de saber de que lado dessa faixa está quem nos procura.

LEVE PARA A PRÁTICA

- De que amostra saiu a equação em uso, e a pessoa atendida se parece com ela?
- Houve perda de peso importante, treino intenso, doença aguda ou cirurgia recente?
- Se a pessoa não responde ao plano, a conta foi revista antes de se concluir por baixa adesão?
- Se houve medida, a razão entre medido e predito foi lida depois de considerar a composição corporal e a equação escolhida?

Glossário

Termos que aparecem no material e costumam gerar dúvida.

CI

calorimetria indireta; mede o consumo de oxigênio e a produção de gás carbônico e converte essas trocas em gasto de energia.

TMR

taxa metabólica de repouso; gasto de energia em repouso e em jejum, expresso em quilocalorias por dia.

TMB

taxa metabólica basal; o gasto de repouso obtido nas condições mais estritas de jejum, repouso e ambiente.

GET

gasto energético total; soma da taxa de repouso, do efeito térmico dos alimentos e do gasto com atividade física.

MLG

massa livre de gordura; o compartimento corporal que mais responde pela taxa de repouso.

IMC

índice de massa corporal; peso em quilos dividido pelo quadrado da estatura em metros.

QR

quociente respiratório; razão entre a produção de gás carbônico e o consumo de oxigênio medida em repouso. No esforço, o análogo é a razão de troca respiratória (RER).

Equação preditiva

fórmula derivada por regressão numa amostra medida, que estima a taxa de repouso a partir de variáveis como peso, estatura, idade, sexo ou MLG.

Viés

diferença média entre o valor predito e o medido num grupo.

Limites de concordância

faixa que contém a maior parte das diferenças individuais entre dois métodos; no método de Bland e Altman, o viés mais ou menos cerca de dois desvios-padrão.

Acurácia a $\pm 10\%$

proporção de pessoas cujo valor predito cai a até 10% do valor medido.

Adaptação metabólica

diferença entre a taxa de repouso medida e a prevista para a composição corporal e a idade da pessoa, depois de uma mudança de peso.

RMSE

raiz do erro quadrático médio; medida do erro de predição que pesa mais as diferenças grandes.

OMS

Organização Mundial da Saúde.

FAO

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.

UNU

Universidade das Nações Unidas.

Referências

Lista formatada segundo a ABNT NBR 6023. As citações no corpo do texto seguem o sistema autor-data e remetem a esta lista.

- ANJOS, L. A.; WAHRLICH, V.; VASCONCELLOS, M. T. BMR in a Brazilian adult probability sample: the Nutrition, Physical Activity and Health Survey. **Public health nutrition**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 853–60, 2014. DOI: 10.1017/S1368980012005381. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980012005381>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 23286824.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, [S. l.], v. 1, n. 8476, p. 307–10, 1986. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2868172/>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 2868172.
- CAMPOS, T. A. M. et al. Adequacy of basal metabolic rate prediction equations in individuals with severe obesity: A systematic review and meta-analysis. **Obesity reviews**, [S. l.], v. 25, n. 6, p. e13739, 2024. DOI: 10.1111/obr.13739. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/obr.13739>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 38548479.
- COMPHER, C. et al. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **Journal of the American Dietetic Association**, [S. l.], v. 106, n. 6, p. 881–903, 2006. DOI: 10.1016/j.jada.2006.02.009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jada.2006.02.009>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 16720129.
- CUNNINGHAM, J. J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. **The American journal of clinical nutrition**, [S. l.], v. 33, n. 11, p. 2372–4, 1980. DOI: 10.1093/ajcn/33.11.2372. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajcn/33.11.2372>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 7435418.
- DUAN, J. Y. et al. Energy delivery guided by indirect calorimetry in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. **Critical care**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 88, 2021. DOI: 10.1186/s13054-021-03508-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03508-6>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 33639997.
- FLACK, K. D. et al. Cross-Validation of Resting Metabolic Rate Prediction Equations. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [S. l.], v. 116, n. 9, p. 1413–1422, 2016. DOI: 10.1016/j.jand.2016.03.018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.03.018>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 27138231.
- FOTHERGILL, E. et al. Persistent metabolic adaptation 6 years after “The Biggest Loser” competition. **Obesity**, [S. l.], v. 24, n. 8, p. 1612–9, 2016. DOI: 10.1002/oby.21538. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/oby.21538>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 27136388.
- FRANKENFIELD, D. C. Bias and accuracy of resting metabolic rate equations in non-obese and obese adults. **Clinical nutrition**, [S. l.], v. 32, n. 6, p. 976–82, 2013. DOI: 10.1016/j.clnu.2013.03.022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2013.03.022>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 23631843.
- FRANKENFIELD, D. C.; ASHCRAFT, C. M. Toward the Development of Predictive Equations for Resting Metabolic Rate in Acutely Ill Spontaneously Breathing Patients. **JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition**, [S. l.], v. 41, n. 7, p. 1155–1161, 2017. DOI: 10.1177/0148607116657647. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0148607116657647>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 27358331.
- FRANKENFIELD, D.; ROTH-YOUSEY, L.; COMPHER, C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. **Journal of the American Dietetic Association**, [S. l.], v. 105, n. 5, p. 775–89, 2005. DOI: 10.1016/j.jada.2005.02.005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.005>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 15883556.

- HALL, K. D. et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. **Lancet**, [S. l.], v. 378, n. 9793, p. 826–37, 2011. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60812-X. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60812-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60812-X). Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 21872751.
- HARRIS, J. A.; BENEDICT, F. G. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [S. l.], v. 4, n. 12, p. 370–3, 1918. DOI: 10.1073/pnas.4.12.370. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.4.12.370>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 16576330.
- HENRY, C. J. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. **Public health nutrition**, [S. l.], v. 8, n. 7A, p. 1133–52, 2005. DOI: 10.1079/phn2005801. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/phn2005801>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 16277825.
- ITOI, A. et al. Validity of predictive equations for resting metabolic rate in healthy older adults. **Clinical nutrition ESPEN**, [S. l.], v. 22, p. 64–70, 2017. DOI: 10.1016/j.clnesp.2017.08.010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2017.08.010>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 29415836.
- JOHNSTONE, A. M. et al. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. **The American journal of clinical nutrition**, [S. l.], v. 82, n. 5, p. 941–8, 2005. DOI: 10.1093/ajcn/82.5.941. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.5.941>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 16280423.
- KFIR, A.; LAHAV, Y.; GEPNER, Y. Cross-Validation of a New General Population Resting Metabolic Rate Prediction Equation Based on Body Composition. **Nutrients**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 805, 2023. DOI: 10.3390/nu15040805. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu15040805>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 36839163.
- MADDEN, A. M.; MULROONEY, H. M.; SHAH, S. Estimation of energy expenditure using prediction equations in overweight and obese adults: a systematic review. **Journal of human nutrition and dietetics**, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 458–76, 2016. DOI: 10.1111/jhn.12355. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jhn.12355>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 26923904.
- MIFFLIN, M. D. et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. **The American journal of clinical nutrition**, [S. l.], v. 51, n. 2, p. 241–7, 1990. DOI: 10.1093/ajcn/51.2.241. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajcn/51.2.241>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 2305711.
- O'NEILL, J. E. R.; CORISH, C. A.; HORNER, K. Accuracy of Resting Metabolic Rate Prediction Equations in Athletes: A Systematic Review with Meta-analysis. **Sports medicine**, [S. l.], v. 53, n. 12, p. 2373–2398, 2023. DOI: 10.1007/s40279-023-01896-z. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01896-z>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 37632665.
- OSHIMA, T. et al. Indirect calorimetry in nutritional therapy. A position paper by the ICALIC study group. **Clinical nutrition**, [S. l.], v. 36, n. 3, p. 651–662, 2017. DOI: 10.1016/j.clnu.2016.06.010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.06.010>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 27373497.
- OSTENDORF, D. M. et al. No consistent evidence of a disproportionately low resting energy expenditure in long-term successful weight-loss maintainers. **The American journal of clinical nutrition**, [S. l.], v. 108, n. 4, p. 658–666, 2018. DOI: 10.1093/ajcn/nqy179. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy179>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 30321282.
- OWEN, O. E. et al. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. **The American journal of clinical nutrition**, [S. l.], v. 44, n. 1, p. 1–19, 1986. DOI: 10.1093/ajcn/44.1.1. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajcn/44.1.1>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 3728346.
- PAVLIDOU, E. et al. Revised Harris-Benedict Equation: New Human Resting Metabolic Rate Equation. **Metabolites**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 189, 2023. DOI: 10.3390/metabo13020189. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/metabo13020189>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 36837808.

- PURCELL, S. A. et al. Accuracy and reliability of a portable indirect calorimeter compared to whole-body indirect calorimetry for measuring resting energy expenditure. **Clinical nutrition ESPEN**, [S. l.], v. 39, p. 67–73, 2020. DOI: 10.1016/j.clnesp.2020.07.017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.07.017>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 32859331.
- SCHOFIELD, K. L.; THORPE, H.; SIMS, S. T. Resting metabolic rate prediction equations and the validity to assess energy deficiency in the athlete population. **Experimental physiology**, [S. l.], v. 104, n. 4, p. 469–475, 2019. DOI: 10.1113/EP087512. Disponível em: <https://doi.org/10.1113/EP087512>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 30758869.
- SCHOFIELD, W. N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. **Human nutrition. Clinical nutrition**, [S. l.], v. 39 Suppl 1, p. 5–41, 1985. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4044297/>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 4044297.
- SILVA, T. A. et al. Preoperative and Postoperative Resting Energy Expenditure of Patients Undergoing Major Abdominal Operations. **JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition**, [S. l.], v. 45, n. 1, p. 152–157, 2021. DOI: 10.1002/jpen.1825. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jpen.1825>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 32255204.
- TATUCU-BABET, O. A.; RIDLEY, E. J.; TIERNEY, A. C. Prevalence of Underprescription or Overprescription of Energy Needs in Critically Ill Mechanically Ventilated Adults as Determined by Indirect Calorimetry: A Systematic Literature Review. **JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 212–25, 2016. DOI: 10.1177/0148607114567898. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0148607114567898>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 25605706.
- TEN HAAF, T.; WEIJS, P. J. Resting energy expenditure prediction in recreational athletes of 18–35 years: confirmation of Cunningham equation and an improved weight-based alternative. **PloS one**, [S. l.], v. 9, n. 9, p. e108460, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0108460. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108460>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 25275434.
- WEIJS, P. J. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in US and Dutch overweight and obese class I and II adults aged 18–65 y. **The American journal of clinical nutrition**, [S. l.], v. 88, n. 4, p. 959–70, 2008. DOI: 10.1093/ajcn/88.4.959. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.4.959>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 18842782.
- WEIR, J. B. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **The Journal of physiology**, [S. l.], v. 109, n. 1–2, p. 1–9, 1949. DOI: 10.1113/jphysiol.1949.sp004363. Disponível em: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1949.sp004363>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 15394301.
- ZUSMAN, O. et al. Predictive equations versus measured energy expenditure by indirect calorimetry: A retrospective validation. **Clinical nutrition**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 1206–1210, 2019. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.04.020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.04.020>. Acesso em: 26 set. 2026. PMID: 29776694.

Sobre o autor

Dr. Mateus Antunes Nogueira

CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)

Dr. Mateus Antunes Nogueira · CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)

Atua na cirurgia do aparelho digestivo e na avaliação metabólica de pacientes e de atletas, com calorimetria indireta e teste cardiopulmonar de exercício. Na Vida Ativa Ensino, coordena a formação de profissionais de saúde nesses métodos.

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

Transparência e licenças

Esta página declara a origem de cada figura usada no material, a base das informações e as condições de uso.

Figuras e ilustrações

ITEM	ASSUNTO	ARQUIVO	ORIGEM E LICENÇA
Infográfico 1.1	O que entra em cada equação: as variáveis de peso, estatura, idade, sexo e massa livre de gordura usadas pelas fórmulas de uso corrente.	Figura_1.1_o-que-entra-em-cada-equacao.png	Elaborado pelo autor a partir de (PAVLIDOU et al., 2023), (HENRY, 2005), (SCHOFIELD, 1985), (OWEN et al., 1986), (MIFFLIN et al., 1990), (CUNNINGHAM, 1980) e (TEN HAAF; WEIJS, 2014).
Figura 1.2	Das equações clássicas à calorimetria de uso ambulatorial: os marcos publicados que situam cada fórmula no tempo.	Figura_1.2_linha-do-tempo-das-equacoes.png	Elaborado pelo autor a partir de (HARRIS; BENEDICT, 1918), (WEIR, 1949), (CUNNINGHAM, 1980), (SCHOFIELD, 1985), (MIFFLIN et al., 1990), (FRANKENFIELD; ROTH-YOUSEY; COMPTON, 2005), (OSHIMA et al., 2017), (O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023) e (CAMPOS et al., 2024).
Esquema 1.4	Como ler um gráfico de Bland-Altman: o viés médio de um grupo e os limites de concordância que descrevem o erro de cada pessoa.	Figura_1.4_como-ler-bland-altman.png	Elaborado pelo autor a partir de (BLAND; ALTMAN, 1986) e (FLACK et al., 2016). Esquema didático, sem dado de estudo.
Gráfico 2.1	Viés médio e limites de concordância de duas equações em 30 adultos saudáveis: a diferença média é pequena, e a dispersão individual chega a quase 400 quilocalorias por dia para cada lado.	Grafico_2.1_vies-e-dispersao-em-30-adultos.png	Elaborado pelo autor a partir de (FLACK et al., 2016).
Gráfico 2.2	Proporção de pessoas com o gasto predito a até 10% do medido, por população e por equação; cada barra vem de um estudo, e as populações, os aparelhos e os protocolos diferem.	Grafico_2.2_dentro-de-10-por-cento-por-populacao.png	Elaborado pelo autor a partir de (FRANKENFIELD, 2013), (WEIJS, 2008), (MADDEN; MULROONEY; SHAH, 2016), (FRANKENFIELD; ASHCRAFT, 2017) e (ANJOS; WAHRLICH; VASCONCELLOS, 2014).

Gráfico 2.3	Desvio médio entre o gasto predito e o medido, em porcentagem, de cinco equações em 3.001 adultos atendidos em clínicas de nutrição: todas subestimaram o gasto na média do grupo.	Grafico_2.3_desvio-medio-em-clinicas-de-nutricao.png	Elaborado pelo autor a partir de (KFIR; LAHAV; GEPNER, 2023).
Gráfico 2.4	Proporção de atletas com o gasto predito a até 10% do medido, na metanálise de nove equações: a de Ten Haaf e a faixa ocupada pelas outras oito.	Grafico_2.4_precisao-em-atletas.png	Elaborado pelo autor a partir de (O'NEILL; CORISH; HORNER, 2023).
Gráfico 2.5	Queda do gasto de repouso medido ao fim de 30 semanas de competição e seis anos depois, e a adaptação metabólica aos seis anos, em 14 participantes: média e desvio-padrão, em quilocalorias por dia.	Grafico_2.5_gasto-de-reposo-apos-grande-perda.png	Elaborado pelo autor a partir de (FOTHERGILL et al., 2016).
Esquema 3.1	Da taxa metabólica de repouso ao gasto energético total: onde entram o efeito térmico dos alimentos e o fator de atividade, e onde o erro de partida se soma.	Figura_3.1_da-taxa-de-reposo-ao-gasto-total.png	Elaborado pelo autor. Esquema didático, sem dado de estudo.
Infográfico 3.3	O erro que se propaga: da taxa de repouso estimada e medida ao déficit planejado e ao real, e o saldo acumulado em quatro semanas, em exemplo didático.	Figura_3.3_o-erro-que-se-propaga.png	Elaborado pelo autor. Exemplo didático: números ilustrativos, não são dados de estudo. Sobre a resposta não linear do peso: (HALL et al., 2011).
Infográfico 5.1	Dois perfis, a mesma equação: as mesmas entradas, o mesmo gasto estimado, gastos medidos em direções opostas e o déficit real que resulta do mesmo plano.	Figura_5.1_dois-perfis-a-mesma-equacao.png	Elaborado pelo autor. Caso construído para ensino: pessoas fictícias e números ilustrativos.
Figura 6.2	Resumo em uma página: de onde vem a equação, o que é acurácia, quanto ela erra em cada população, quando medir e como ler o medido ao lado do predito.	Figura_6.2_resumo-em-uma-pagina.png	Elaborado pelo autor a partir das fontes citadas nos capítulos 1 a 5.

Base das informações

O texto foi escrito a partir de diretrizes e posicionamentos de sociedades, de ensaios randomizados e de metanálises publicados em revistas com revisão por pares, listados na seção de Referências. Cada afirmação numérica remete a uma fonte identificada por PMID, validada pelo serviço E-utilities do NCBI. As citações seguem o formato autor-data (ABNT NBR 10520) e a lista final, a ABNT NBR 6023.

Conflitos de interesse

O autor declara não receber patrocínio, honorários, equipamentos ou amostras de fabricantes de calorímetros, de analisadores de composição corporal, de alimentos, de suplementos ou de medicamentos. Nenhum aparelho é nomeado ou comparado comercialmente nesta obra: quando um estudo usou um equipamento específico, ele é descrito pelo tipo. As referências foram conferidas no PubMed em 26 de setembro de 2026.

Condições de uso

© 2026 Dr. Mateus Antunes Nogueira. A leitura e a impressão para uso pessoal são permitidas. Reprodução, redistribuição, venda, edição de trechos e uso para treinamento de sistemas automatizados dependem de autorização escrita do autor. Cada exemplar traz marcação de origem no fundo e no pé de página.

Colofão. Composto em Crimson Pro (display) e DM Sans (corpo), do Vida Ativa Ensino Design System. Paginado com CSS Paged Media e gerado em 2026. Formato A4 retrato. Dr. Mateus Antunes Nogueira · CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)