



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Instituto de Nutrição

Programa de Pós-graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde

Francine Moreira Bossan

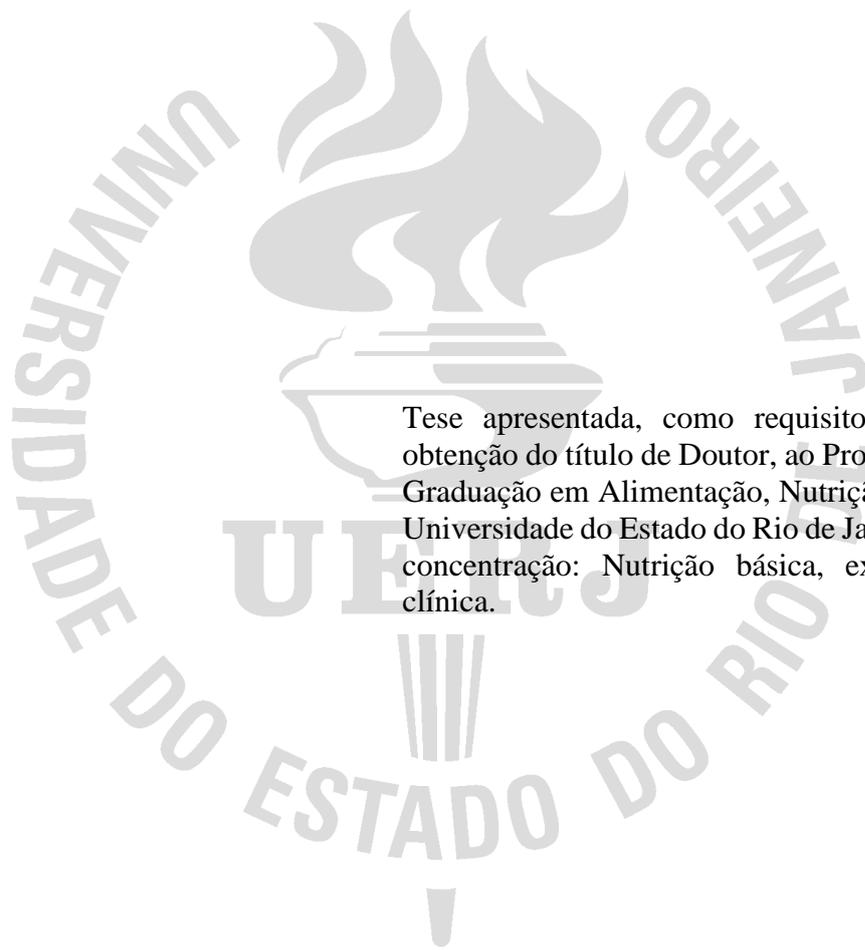
**Análise crítica dos requerimentos energéticos em populações
e gasto energético total diário por água duplamente marcada em adultos de
Niterói, Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro

2023

Francine Moreira Bossan

**Análise crítica dos requerimentos energéticos em populações
e gasto energético total diário por água duplamente marcada em adultos de Niterói, Rio
de Janeiro**



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Nutrição básica, experimental e clínica.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio dos Anjos

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CEH/A

B745 Bossan, Francine Moreira
 Análise crítica dos requerimentos energéticos em populações e gasto energético total diário por água duplamente marcada em adultos de Niterói, Rio de Janeiro / Francine Moreira Bossan. – 2023.
 140 f.

 Orientadora: Luiz Antonio dos Anjos.
 Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
 Instituto de Nutrição.

 1. Nutrição – Teses. 2. Metabolismo energético – Teses. 3. Metabolismo basal – Teses. I. Anjos, Luiz Antonio dos. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Nutrição. III. Título.

bs
612.3

CDU

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Francine Moreira Bossan

**Análise crítica dos requerimentos energéticos em populações
e gasto energético total diário por água duplamente marcada em adultos de Niterói, Rio
de Janeiro**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção de título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Nutrição básica, experimental e clínica.

Aprovada em 26 de julho de 2023.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz Antonio dos Anjos (Orientador)

Instituto de Nutrição - UERJ

Profa Dra. Flávia Fioruci Bezerra

Instituto de Nutrição - UERJ

Profa. Dra. Karina Pfrimer

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP

Profa. Dra. Vivian Wahrlich

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição - UFF

Profa. Dra. Michele Ribeiro Sgambato

Departamento de Epidemiologia e Bioestatística - UFF

Rio de Janeiro

2023

DEDICATÓRIA

À minha família que caminhou
ao meu lado, superando os
desafios e se alegrando nas vitórias.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido e filhos que não mediram esforços e permaneceram ao meu lado, dia após dia, abrindo mão de tantos momentos.

Aos meus pais que foram meu amparo e sustento todos os dias. Sem vocês seria difícil completar esse trabalho.

À amiga mais chegada que irmã, Edilane Meireles, que sempre esteve ao meu lado, colhendo as lágrimas, dando colo e sempre oferecendo uma palavra de consolo e ânimo.

À Professora Doutora Amina Chain Costa pelo seu acolhimento e ajuda no Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional da Universidade Federal Fluminense.

À Professora Doutora Flávia Fioruci Bezerra que me recebeu no Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Sem a sua parceria essa jornada não teria sido possível. Obrigada!

À secretária do Programa por estar sempre disponível e empenhada em solucionar as demandas nesses 4 anos.

Aos bolsistas do Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional da Universidade Federal Fluminense que estão diariamente envolvidos na coleta de dados.

Aos participantes da pesquisa que se envolveram com afinco na coleta de dados e permitiram a realização desse estudo.

À Professora Doutora Karina Pfrimer e ao Professor Doutor Eduardo Ferriolli por realizarem a análise dos dados de gasto energético total diário a partir da água duplamente marcada no Laboratório de espectrometria de massa da razão de isótopos da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto certificado pela Agência Internacional de Energia Atômica.

À Professora Doutora Vivian Wahrlich por oferecer condições para que a coleta de dados no Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional da Universidade Federal Fluminense fosse realizada e por sua criteriosa revisão deste trabalho.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela concessão da bolsa de doutorado (Proc. E-26/202.967/2019).

Por fim, um agradecimento especial ao Professor Doutor Luiz Antonio dos Anjos que me orientou com paciência e zelo. Nunca lhe faltaram palavras de desafio e incentivo ao

crescimento e desenvolvimento técnico e intelectual, sendo inspiração e exemplo para um trabalho honesto a fim de se produzir ciência responsável e confiável. A você, muito obrigada.

Eu sou eu e minha circunstância, se não salvo minha circunstância
não me salvo a mim, (...) é preciso buscar o sentido do que nos rodeia.

Meditações de Quixote

José Ortega y Gasset

RESUMO

BOSSAN, Francine Moreira. *Análise crítica dos requerimentos energéticos em populações e gasto energético total diário por água duplamente marcada em adultos de Niterói, Rio de Janeiro*. 2023. 140 f. Tese (doutorado em Alimentação, Nutrição e Saúde) Instituto de Nutrição, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Políticas de intervenção e manutenção da saúde direcionadas à população baseiam-se no requerimento energético (RE) guiado pelo gasto energético total diário (GETD). Pela dificuldade em se determinar o GETD, a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO/WHO, 2004) e o *National Academies of Sciences, Engineering and Medicine* (NASEM, 2023) sugerem o uso de equações de predição para calcular o GETD de populações. Entretanto, na clínica são utilizadas para identificar o RE de indivíduos para adequar a ingestão energética (IE), pois o desequilíbrio entre eles em longo prazo pode trazer prejuízos à saúde. Quando a IE é maior que o GETD espera-se o desenvolvimento do sobrepeso/obesidade e doenças crônicas não transmissíveis associados a estes perfis nutricionais. Diante do avanço nas prevalências de sobrepeso/obesidade na população mundial, entender os problemas encontrados nos cálculos do RE é importante para compreender o perfil nutricional da população a fim de que o planejamento de políticas de saúde pública seja mais eficaz. Esta tese é apresentada em dois artigos. No primeiro, identificou-se um possível sub-relato da IE pela população brasileira ou a inadequação da estimativa do GETD e do RE a partir dos dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (2008-2009). O balanço energético (BE) foi negativo ao se utilizar o RE estimado pelas equações da *Dietary Recommended Intake* (DRI, 2005) (-1717 e -1215 $\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$ em homens e mulheres, respectivamente). O RE calculado pela equação de taxa metabólica basal (TMB) específica para a população local e o nível de atividade física (NAF) de 1,4, apresentou BE perto de zero em homens ($+18$ $\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$) e negativo nas mulheres (-264 $\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$), sendo coerente com o perfil nutricional da população brasileira. No segundo, verificou-se a acurácia das equações de predição da TMB, do GETD utilizando dados de recordatórios de atividade física de 24 horas (r24h) e do RE proposto por FAO/WHO (2004) e NASEM (2023). A água duplamente marcada (ADM) foi o método de referência para determinar o GETD de adultos (20–64 anos) residentes na cidade de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. As equações de TMB sugeridas por Schofield (1985) mostraram-se não são acuradas (diferença de $16,5\pm 8,4\%$ da medida). Entretanto, a equação de Anjos et al. (2014) para os homens foi acurada (diferença de $-1,0\pm 6,6\%$ da medida). O GETD só foi acurado quando se usou o valor de MET e TMB pelas equações de predição específicas para a população de Niterói (diferença de $4,1\pm 17,9\%$ da ADM). O RE foi acurado quando se utilizou a equação de predição da TMB local e o *proxy* do NAF nas mulheres (diferença de $-0,1\pm 18,3\%$ da ADM). Pela equação de NASEM mostrou-se inacurado, independente do sexo (diferença de $12,0\pm 8,7\%$ da ADM). Este estudo é importante por ter utilizado dados coletados com métodos padrão-ouro para o GETD e a TMB, estabelecendo o valor do NAF da amostra. O r24h, método subjetivo, simples e barato, foi capaz de estimar o GETD e o NAF da amostra, porém não é adequado para estimar o RE individual pela grande variabilidade nos dados de GETD.

Palavras-chave: Metabolismo energético. Metabolismo basal. Calorimetria indireta. Gasto energético. Estudo de validação. Inquéritos e questionários.

ABSTRACT

BOSSAN, Francine Moreira. *Critical analysis of energy requirements in populations and total daily energy expenditure by doubly labeled water in adults from Niterói, Rio de Janeiro*. 2023. 140 f. Tese (doutorado em Alimentação, Nutrição e Saúde) Instituto de Nutrição, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Health intervention and maintenance policies aimed at the population are based on the energy requirement (ER) guided by the total daily energy expenditure (TDEE). Due to the difficulty in assess the TDEE, the *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO/WHO, 2004) and the *National Academy of Sciences, Engineering and Medicine* (NASEM, 2023) suggest the use of predictive equations to calculate the population TDEE. However, in clinic routine they are used to identify the individual ER in order to help the management of energy intake (EI) since it must correspond to the TDEE and their imbalance in the long run could jeopardize health. When the EI is greater than the TDEE, the development of overweight/obesity and chronic non-communicable diseases associated with these nutritional profiles is expected. Faced with the reality of the advance in the prevalence of overweight/obesity in the world population, understanding the problems found in the ER determination is important to understand the nutritional profile of population so that the planning of public health policies is more efficient. This thesis is based on two articles. In the first, the accuracy of EI reported by the Brazilian population or the inadequacy of the estimation of TDEE and ER based on data collected by the Family Budget Survey (2008-2009) was assessed. The energy balance (EB) was negative when using the ER estimated by the Dietary Recommended Intake (DRI) equations (IOM, 2005) (-1717 and -1215 $\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$ in men and women, respectively). The ER calculated using the population-specific basal metabolic rate (BMR) equations and the physical activity level (PAL) of 1.4, presented EB close to zero in men ($+18$ $\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$) and negative in women (-264 $\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$) which is consistent with the nutritional profile of the Brazilian population. In the second, it was assessed the accuracy of estimating the BMR using predictive equations, the TDEE using data from 24h-physical activity recalls (PAR24h) and the ER proposed by FAO/WHO (2004) and by NASEM (2023). Double labeled water (ADM) was the reference method to assess the TDEE of adults (20–64 years) living in the city of Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. The BMR equations suggested by Schofield (1985) were not accurate (difference of $16.5\pm 8.4\%$ of the measurement). However, when using the Anjos et al. (2014) equation for men was accurate (difference of $-1.0\pm 6.6\%$ of the measurement). TDEE was only observed when using the population-specif equations for MET and BMR (difference of $4.1\pm 17.9\%$ of the DLW). ER was accurate when using BMR population-specif equations and the *proxy* of PAL in women (difference of $-0.1\pm 18.3\%$ of DLW). NASEM equation proved to be inaccurate, regardless sex (difference of $12.0 \pm 8.7\%$ of DLW). This study is important by the fact that data were collected with gold standard methods for TDEE and BMR which could establish the PAL value. The PAR24h, a subjective, simple and inexpensive method, was able to estimate the TDEE and a *proxy* of PAL, but it is not suitable for estimating the individual ER due to the great variability in the TDEE data.

Key words: Energy metabolism. Basal metabolic rate. Indirect calorimetry. Energy expenditure. Validation studies. Surveys methods and questionnaires.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Means and 95% confidence intervals of physical variables, energy intake (EI), basal metabolic rate (BMR), energy requirement (ER) estimates, energy balance (EB), EI/BMR and EI/ER ratios for the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009)	54
Tabela 2 -	Mean, standard deviation (SD), 95% confidence interval (CI) of age, anthropometric variables, metabolic equivalent and measured and estimated basal metabolic rate for the 40 adults from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil	76
Tabela 3 -	Mean, standard deviation (SD), 95% confidence interval (CI) of measured and estimated total daily energy expenditure (TDEE) and estimated energy requirement (ER) for the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil	78
Tabela 4 -	Correlation coefficient between total daily energy expenditure (TDEE), body mass, fat free mass and total body water and basal metabolic rate, estimated total daily energy expenditure and energy requirement for the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil	81
Tabela 5 -	Exemplo de cálculo do gasto energético total diário de uma mulher, 23 anos de idade, com 46,1 kg de massa corporal, 152,9 cm de estatura e 19,7 kg.m ⁻² de índice de massa corporal, utilizando os códigos de atividade em MET descritos em Ainsworth et al. (2023), o valor de MET convencional de 3,5 mL e o estimado pela equação sugerida por Anjos et al. (2011) e cálculo do MET _{24h} por um recordatório de atividade física de 24 horas	126
Tabela 6 -	Dados individuais de antropometria (estatura), de composição corporal estimados a partir da água duplamente marcada e estado nutricional calculado pelo índice de massa corporal para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil	130
Tabela 7 -	Dados individuais (kJ.dia ⁻¹) da taxa metabólica basal medida (_m TMB) por calorimetria indireta e estimada pelas equações de	

Schofield (1985) ($sTMB$) e Anjos et al. (2014) (A_{TMB}), gasto energético total diário estimado pela água duplamente marcada (ADM), pelo recordatório de atividade física de 24 horas (r24h) utilizando o MET 3.5 e a $sTMB$, utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a TMB medida e utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a A_{TMB} , valores de NAF, média ponderada dos códigos do MET (MET_24h), convencional MET 3.5 e o MET estimado pela equação de Anjos et al. (2011), estimativa do requerimento energético sugerido pela FAO (2004) utilizando o MET_24h e as equações $sTMB$ ($sFAO$) e A_{TMB} ($AFAO$) e pelas equações DRI de 2023 para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil 133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Energy intake ($\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$) according to sex and age of the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009)	55
Figura 2 -	Energy balance ($\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$) calculated as the difference between energy intake and energy requirement calculated using DRI's (13) equation and basal metabolic rate derived from Anjos et al.'s (23) equation multiplied by 1.4 according to sex and age of the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009)	56
Figura 3 -	Energy balance ($\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$) calculated as the difference between energy intake and energy requirement calculated using DRI's (13) equation and basal metabolic rate derived from Anjos et al.'s (23) equation multiplied by 1.4 according to sex and body mass index categories ($\text{BMI} = \text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) of the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009)	57
Figura 4 -	Ratios of energy requirement calculated using the DRI's (13) equation and basal metabolic rate using the Schofield's (24) and Anjos et al.'s (23) equations according to sex and age in the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009)	58
Figura 5 -	Ratios of energy requirement calculated using the DRI's (13) equation and basal metabolic rate using the Schofield's (24) and Anjos et al.'s (23) equations according to sex and body mass index categories ($\text{BMI} = \text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) in the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009)	59
Figura 6 -	Bland & Altman plots of total daily energy expenditure estimated by doubly labeled water (DLW) and estimated by 24h physical activity recall using the Schofield's [20] (A) or Anjos et al.'s [21] (B) equations to estimate the basal metabolic rate and for the estimative of energy requirement by the simplified method of	

	FAO [3] using Schofield's [20] (C) or Anjos et al.'s [21] (D) equations to estimate the basal metabolic rate and the proxy de physical activity level (MET_PAR24h) or using the DRI [13] (E) equations of the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil	83
Figura 7 -	Differences between total daily energy expenditure estimated by doubly labeled water (DLW) and estimated by 24h physical activity recalls using the Schofield's [20] (A) or Anjos et al.'s [21] (B) equations to estimate the basal metabolic rate and energy requirement estimated by FAO's simplified method [3] using Schofield's [20] (C) or Anjos et al.'s [21] (D) equations to estimate the basal metabolic rate and the proxy of physical activity level (duration-weighted MET codes from the 24h physical activity recalls) or using the DRI [13] (E) equations of the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil	86
Figura 8 -	Relação entre a taxa metabólica basal medida por calorimetria indireta e o gasto energético total diário medido pela técnica da água duplamente marcada ($\text{kJ}\cdot\text{dia}^{-1}$) para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil	138

LISTA DE ABREVIATURAS

ADM	água duplamente marcada
AF	atividade física
BE	balanço energético
cm	centímetro
DCNT	Doenças crônicas não-transmissíveis
DRI	Dietary Recommended Intake
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
GE	Gasto energético
GETD	Gasto energético total diário
² H	Deutério
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>
IARC	<i>International Agency for Research on Cancer: Working Group Reports</i>
IBGE	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i>
IE	Ingestão energética
IOM	<i>Institute of Medicine</i>
kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma
kJ	Quilojoule
MC	Massa corporal
MET	Equivalente metabólico
NAF	Nível de atividade física
NASEM	<i>National Academy of Sciences, Engineering and Medicine</i>
NHANES	<i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
¹⁸ O	Oxigênio 18
POF	<i>Pesquisa de Orçamento Familiar</i>
PNS	<i>Pesquisa Nacional de Saúde</i>
QFA	Questionário de frequência alimentar
QR	Quoeficiente respiratório
r24h	Recordatório de atividade física de 24 horas
RE	Requerimento energético

RDA	Recommended Dietary Allowance
SCAN	<i>Scientific Advisory Committee on Nutrition of United Kingdom</i>
TMB	Taxa metabólica basal
USDA	<i>U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services</i>
$\dot{V} O_2$	Volume de oxigênio consumido durante a ventilação
$\dot{V} CO_2$	Volume de gás carbônico eliminado pela ventilação
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	17
1	REVISÃO DA LITERATURA	18
1.1	Requerimento energético e sua evolução no tempo	18
1.2	Gasto energético: conceito, componetes e métodos de medição	23
1.2.1	<u>Taxa metabólica basal</u>	24
1.2.2	<u>Gasto energético de atividade física</u>	27
1.2.3	<u>Termogênese dos alimentos</u>	29
1.3	Métodos de avaliação da adequação do requerimento energético	30
2	JUSTIFICATIVA	33
3	OBJETIVOS	35
3.1	Geral	35
3.2	Específicos	35
4	ARTIGOS	36
4.1	Artigo 1: Energy intake and balance of the Brazilian adult population	36
4.2	Artigo 2: Energy expenditure and requirement estimated by 24-hour physical activity recalls and doubly labeled water in a sample of adults from Rio de Janeiro, Brazil	59
5	MÉTODOS COMPLEMENTARES	89
6	RESULTADOS COMPLEMENTARES	94
7	DISCUSSÃO	95
	CONCLUSÃO	99
	REFERÊNCIAS	100
	APÊNDICE: Carta de submissão do artigo à revista	111
	ANEXO A: Parecer consubstanciado do CEP do Hospital Universitário Antonio Pedro da Universidade Federal Fluminense	112
	ANEXO B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	118
	ANEXO C: Instrutivo para a realização da medição da taxa metabólica basal	123
	ANEXO D: Questionário de aderência ao protocolo da TMB	124
	ANEXO E: Formulário de registro de informações sobre a coleta de urina	125

ANEXO F: Exemplo de cálculo do gasto energético total diário de uma mulher, 23 anos de idade, com 46,1 kg de massa corporal, 152,9 cm de estatura e 19,7 kg.m⁻² de índice de massa corporal, utilizando os códigos de atividade em MET descritos em Ainsworth et al. (2023), o valor de MET convencional de 3,5 mL e o estimado pela equação sugerida por Anjos et al. (2011) e cálculo do MET_{24h} por um recordatório de atividade física de 24 horas	126
ANEXO G: Dados individuais de antropometria (estatura), de composição corporal estimados a partir da água duplamente marcada e estado nutricional calculado pelo índice de massa corporal para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil	130
ANEXO H: Dados individuais (kJ.dia⁻¹) da taxa metabólica basal medida (mTMB) por calorimetria indireta e estimada pelas equações de Schofield (1985) (sTMB) e Anjos et al. (2014) (ATMB), gasto energético total diário estimado pela água duplamente marcada (ADM), pelo recordatório de atividade física de 24 horas (r24h) utilizando o MET 3.5 e a sTMB, utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a TMB medida e utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a ATMB, valores de NAF, média ponderada dos códigos do MET (MET_{24h}), convencional MET 3.5 e o MET estimado pela equação de Anjos et al. (2011), estimativa do requerimento energético sugerido pela FAO (2004) utilizando o MET_{24h} e as equações sTMB (sFAO) e ATMB (AFAO) e pelas equações DRI de 2023 para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil	133
ANEXO I: Relação entre a taxa metabólica basal medida por calorimetria indireta e o gasto energético total diário medido pela técnica da água duplamente marcada (kJ.dia⁻¹) para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil	138
ANEXO J: Resumo do trabalho para divulgação científica	139

INTRODUÇÃO

Essa tese analisou criticamente as recomendações sugeridas internacionalmente para as populações quanto ao estabelecimento do requerimento energético (RE) de populações e indivíduos através da elaboração de dois artigos científicos. O primeiro artigo avaliou a qualidade da informação da ingestão energética (IE) relatada pela população brasileira na Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) de 2008 e 2009. Para investigar a IE, tanto os estudos populacionais como a abordagem clínica individualizada utilizam rotineiramente métodos baseados no autorrelato como o questionário de frequência alimentar, o recordatório alimentar de 24 horas ou o registro alimentar (Labonté et al., 2016). Apesar de serem de fácil aplicação e de baixo custo (Anjos et al., 2009), esses métodos envolvem grandes desafios para o cálculo do balanço energético (BE) que vão desde questões inerentes aos métodos, como a confiabilidade da informação gerada pela população. O outro componente do BE, o gasto energético (GE) total diário (GETD), também é difícil de se obter e segue as recomendações propostas por órgãos oficiais de saúde. Do ponto de vista prático, ambos os componentes vão comprometer diretamente o RE (Hébert et al., 2014; Archundia-Herrera & Chan, 2018; USDA, 2020). Nesse aspecto, um segundo artigo foi elaborado para compor a tese que avaliou o GETD pelo método da água duplamente marcada (ADM) em uma amostra de adultos da cidade de Niterói, Rio de Janeiro. Esse artigo teve como objetivo identificar se o RE calculado segundo sugerido pelos órgãos internacionais são acurados, assim como avaliar se o método do recordatório de atividade física de 24 horas (r24h) é acurado para estimar o GETD. Entendendo que medir o GETD seria a melhor alternativa, mas que muitas vezes não está ao alcance dos profissionais, compreender o RE e sua determinação ao longo do tempo, identificar os pontos limitantes de sua estimativa e identificar métodos que sejam acurados para a identificação do GETD é fundamental para se tentar compreender um dos fatores determinantes no estado nutricional da população, assim como alcançar uma estimativa do RE que seja mais acurada e de uso prático em estudos populacionais e possivelmente para o uso do profissional em sua rotina clínica.

1. REVISÃO DA LITERATURA

Todos os esforços que os governos têm feito ao longo da história, tanto em prol da erradicação da pobreza quanto para a redução das prevalências de sobrepeso / obesidade e suas doenças associadas têm como objetivo atingir a segurança alimentar na população local e mundial através de planos políticos de intervenção e promoção da saúde (FAO/WHO, 1985; WHO, 2020). Para alcançar esses objetivos, as estratégias são baseadas nos requerimentos de nutrientes e energia estabelecidos para garantir que as necessidades nutricionais das populações sejam atingidas a fim de evitar doenças e reduzir os elevados gastos com saúde. Entretanto, essas recomendações, particularmente quanto ao RE, têm se baseado em populações saudáveis de países desenvolvidos (FAO/WHO, 2004; IOM, 2005; NASEM, 2023), deixando lacunas que ainda precisam ser investigadas, principalmente em países em desenvolvimento, onde dados populacionais obtidos com métodos acurados para a avaliação do RE são escassos (Scagliusi & Lancha Jr., 2005; Park et al., 2014). Adicionalmente, há que se considerar o aumento expressivo na prevalência de sobrepeso / obesidade tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. Portanto, é fundamental que haja incentivo para essa área de pesquisa, principalmente em países em desenvolvimento, para que o RE seja identificado de forma acurada se aproximando das reais necessidades da população a que se destinam.

Os pontos relevantes que envolvem a importância de se determinar o RE de populações estão brevemente revisados a seguir, trazendo um pouco da história da evolução na determinação do RE, a forma mais atual de se obter o GETD e, portanto, o RE de populações.

1.1. Requerimento energético e sua evolução no tempo

Desde o século XIX, estudos envolvendo o estado nutricional e a alimentação de populações eram realizados em países desenvolvidos, mas só ganharam força e visibilidade à época da primeira guerra mundial (1914-1918), quando houve interesse dos governos em determinar as necessidades alimentares de seus exércitos e da população em geral que sofria com a crise na produção agrícola e com a fome devido à pobreza ocasionada pela guerra

(Vasconcellos, 2001; FAO, 2021). Desde a década de 1940, países ao redor do mundo buscam compreender questões relacionadas à alimentação visando identificar os problemas que poderiam estar associados tanto à escassez quanto ao excesso de alimentos, paradoxo que já se apresentava em 1950 (FAO, 2021). A presença da subnutrição em países como França, Inglaterra, Estados Unidos, Rússia e Itália despertou o restante do mundo para um problema real gerando uma busca para a identificação do estado nutricional das populações, assim como a sua ingestão alimentar (Vasconcellos, 2001). Nesse contexto, viu-se a necessidade de se estabelecer um padrão de ingestão de energia e nutrientes que favorecesse a boa nutrição e auxiliasse na detecção de deficiências nutricionais através da criação, em 1943, da *Recommended Dietary Allowance* (RDA) para a população norte-americana (National Research Council, 1989). A fim de se ter uma regulamentação mundial sobre a questão da alimentação, a *Food and Agriculture Organization* (FAO) foi criada em 1945 e unindo-se à *World Health Organization* (WHO) em 1948 passaram a atuar juntas em prol da eliminação da fome, melhora da nutrição, dos padrões de vida da população mundial, e aumento da produtividade agrícola. Em 1950, na primeira reunião do Comitê de Experts sobre RE, determinou-se que o consumo alimentar, o hábito alimentar e o estado nutricional da população deveriam ser avaliados em diferentes partes do mundo, a fim de se conhecer a prevalência da subnutrição e das doenças nutricionais, assim como traçar estratégias de enfrentamento dos problemas detectados (FAO, 2021).

Apesar dos estudos sobre GE definirem que a IE deveria ser equivalente à sua produção de energia no organismo, quando o objetivo é manter o BE em determinado período, o entendimento era de que a IE de pessoas saudáveis vivendo livremente corresponderia ao seu RE e, portanto, foram fixados coeficientes (kcal.kg^{-1}) estabelecidos pela observação do BE de pessoas saudáveis por sexo e idade para a determinação do RE para a população (Vasconcellos & Anjos, 2003). Só em 1978, o Comitê questionou o fato de a recomendação de ingestão de proteínas para adultos ser baseada em dados de indivíduos saudáveis e bem nutridos, já que esta poderia não ser adequada a populações de países em desenvolvimento. Além disso, para o RE, questionou-se também o fato da manutenção a longo prazo da massa corporal ser utilizada como condição base para os adultos de referência, pois desta maneira não se conseguiria identificar se a massa corporal de referência desses indivíduos era adequada (saudável) ou mesmo se o nível de atividade física (NAF) era socialmente adequado (i.e. indivíduos com subnutrição, sobrepeso e obesidade podem estar em BE, assim como aqueles que não atingem a

recomendação de AF; FAO/WHO, 1985). Assim, até o ano de 1985, o RE para a população era baseado em informações sobre a IE em indivíduos saudáveis (FAO/WHO, 1985; Schoeller, 1999). A partir desse momento, há o reconhecimento de que a IE de uma população pode não refletir aquela que leva a uma massa corporal adequada ou padrão de atividade física (AF) satisfatório e passa-se, então, a sugerir que o RE seja estabelecido a partir do GETD da população. Para tanto, elabora-se a estimativa do RE com base em um homem e uma mulher de referência (reconhecendo haver variabilidade tanto na massa corporal quanto nos padrões de AF das populações) que foram *“arbitrariamente selecionados como pontos de partida convenientes para extrapolação... e sem a intenção de sugerir padrões ideais. Eles foram originalmente escolhidos como sendo representativos de grupos de homens e mulheres cujo consumo alimentar e gasto energético foram cuidadosamente estudados”* (FAO/WHO, 1985; p.23).

Considerando a dificuldade com os custos e o acesso aos equipamentos envolvidos na medição do GE, a recomendação da FAO/WHO (1985) para se estimar o GETD, quando na impossibilidade de se medir os seus componentes, seria o de se proceder o método do cálculo fatorial simples que consiste em multiplicar a taxa metabólica basal (TMB) pelo NAF ao se considerar que esse seria expresso como múltiplo da TMB (GETD/TMB). O comitê utilizou como base, os dados compilados por Schofield (1985) para gerar uma série de equações de predição de TMB segundo sexo e faixa etária, considerando a massa corporal isoladamente ou a inclusão da massa corporal e estatura como parâmetros. O valor de NAF sugerido foi calculado tendo como referência a AF ocupacional, o sexo e foi classificado como sendo de intensidade leve, moderada ou intensa (FAO/WHO, 1985). Com o desenvolvimento de estudos na área do GE, o Comitê de Experts entendeu, no início do século XXI, que havia a necessidade de se fazer algumas modificações nos termos da recomendação de 1985. Estudos questionavam o uso das equações de predição para a estimativa da TMB por fornecerem valores superestimados (Henry & Rees, 1991; Cruz et al., 1999). Buscando averiguar esses questionamentos, analisou-se a acurácia de novas equações preditivas de TMB publicadas em diferentes partes do mundo para gerar outras equações (Ramirez-Zea, 2005). Entretanto, as diferenças nos erros de predição foram pequenas e a superestimativa se apresentava apenas entre os homens. Assim, o relatório revisado em 2004 passou a sugerir que as equações originais de Schofield (1985) fossem utilizadas para estimar a TMB e incentivou que mais dados de TMB fossem gerados ao redor mundo, particularmente em países em desenvolvimento. Um fator

importante a ser considerado nesse novo relatório (FAO/WHO, 2004) foi o momento de transição nutricional e epidemiológica que o mundo apresentava, quando se partiu de altas prevalências de subnutrição no momento pós-guerra migrando para um aumento nas prevalências de excesso de peso e doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Essa transição foi decorrente das alterações na alimentação e na prática de AF como consequência da mudança na cultura alimentar e estilo de vida em todos os segmentos da sociedade (Mendonça & Anjos, 2004).

O outro ponto revisto foi o valor atribuído ao NAF para que fosse capaz de diferenciar estilos de vida que envolvessem distintos padrões de AF não só na ocupação como no lazer. Portanto, o NAF deixou de ser estabelecido somente pela AF ocupacional e passou a ser calculado com base na AF habitual condizente com uma boa saúde a longo prazo e manutenção da massa corporal saudável (FAO/WHO, 2004). Dessa forma, passou-se a considerar também as atividades realizadas fora do contexto do trabalho, uma vez que indivíduos podem ter uma ocupação que não tenha demanda de AF de alta intensidade, mas que pratiquem esse tipo de AF na sua rotina diária. Haveria, ainda, indivíduos com AF ocupacional intensa, mas que passam o restante do seu dia em AF sedentárias. Assim, o que no relatório anterior foi chamado de “atividade ocupacional” agora passou a ser denominado como “estilo de vida” ao considerar todos os domínios de AF (ocupacional, lazer, doméstico, social, religioso, cultural e discricionário). Os especialistas também decidiram que devido ao GE das atividades ser expresso como múltiplos da TMB não teria por que os valores de NAF estarem discriminados por sexo por entenderem que as faixas de valor nas categorias incorporariam as diferenças existentes entre os sexos devido a maior TMB e massa corporal nos homens em relação às mulheres, diferenças que estariam contempladas no cálculo da TMB. Adicionalmente, deixou-se de se utilizar um único valor fixo de NAF por categoria e entendeu-se que os valores de NAF deveriam ser expressos dentro de uma faixa. Desta forma, os valores de NAF nas novas categorias foram definidos como: estilo de vida sedentário: 1,40 – 1,69; estilo de vida moderadamente ativo: 1,70 – 1,99; e estilo de vida ativo: 2,00 – 2,40 (FAO/WHO, 2004). Este novo RE teve caráter prescritivo objetivando apoiar e manter uma boa saúde e nutrição, alcançando o BE a longo prazo. É importante compreender que em casos de desnutrição (deficiência ou excesso) o requerimento seria diferente. Desta forma, a recomendação é destinada à uma população saudável e bem nutrida, e não ao indivíduo.

No ano seguinte, em contraponto ao sugerido pela FAO/WHO (2004), o *Institute of Medicine* (IOM, 2005) publicou uma sugestão de estimativa do RE para a população norte-americana inserida dentro da *Dietary Recommended Intake* (DRI) baseada em dados do GETD obtidos pela técnica da água duplamente marcada (ADM). A DRI veio substituir a antiga RDA, pois estas não se mostravam adequadas por não terem sido obtidas por métodos de referência de medição do GETD como a própria ADM. Os dados que deram origem a DRI são originados de estudos que abrangeram adultos saudáveis, de ambos os sexos, em várias fases da vida. Entretanto, apenas um estudo dentre os analisados teve sua amostragem feita de forma aleatória, o que, juntamente com o fato da amostra final ser pequena (169 homens e 238 mulheres), pode ter limitado a variabilidade do GETD e ter interferido na determinação do RE. Recentemente, uma nova DRI (NASEM, 2023) foi publicada contemplando em suas análises dados de ADM compilados de 23 países referentes ao banco de dados compilado pelo *International Atomic Energy Agency* (IAEA). Apesar de ter excluído dados de países que não são considerados desenvolvidos, hoje a DRI é o que há disponível de mais acurado sobre o RE, ainda que não sejam dados representativos para a população mundial. Os novos valores de DRI destinam-se a ajudar os indivíduos a melhorarem sua saúde, prevenindo doenças e evitando o consumo em excesso de energia. As principais modificações na nova DRI são a revisão das antigas equações que agora incluem os dados de indivíduos com baixo peso nas análises e uma nova categorização para a classificação do NAF que passou a incorporar a dependência da idade e uma correção para a variabilidade inter-indivíduo. Assim, a nova DRI (NASEM, 2023) é uma estimativa do RE direcionada a adultos (> 19 anos), leva em conta a idade, estatura e massa corporal e propõe uma equação para cada categoria de NAF e sexo. A classificação do NAF define que inativos são os indivíduos quem apresentam valores entre 1,00 e 1,53; pouco ativos de $1,53 \leq \text{NAF} < 1,68$; ativos de $1,68 \leq \text{NAF} < 1,85$; e muito ativos de $1,85 \leq \text{NAF} < 2,50$. Valores de NAF maiores ou iguais a 2,50 foram eliminados das análises e, portanto, a classificação vai até esse valor, já que entendeu-se que não seria realístico a sustentação desse nível de dispêndio energético em longo prazo. A expectativa é de que como há uma correção para a intervariabilidade, a equação possa ser estendida a servir como base para uma orientação individualizada além do restrito uso da estimativa do RE para populações, desde que os profissionais da saúde façam os ajustes dentro de cada necessidade específica (NASEM, 2023). Um fator de extrema importância é compreender que apesar da DRI não utilizar uma equação de estimativa específica para a TMB, ela se baseia no método fatorial simples recomendado

pela FAO/WHO (2004) e suas equações foram construídas para incorporar a estimativa da TMB e também são dependentes da estimativa do NAF.

Portanto, até hoje, mesmo com o desenvolvimento de métodos mais acurados para a medição do GETD, a determinação do RE ainda parte do princípio de corresponder ao GETD, baseado na TMB e no NAF, visando adequar a IE de forma que atenda à necessidade da população e promova o BE. Desta forma, a população é levada a uma estabilidade da massa corporal compatível com a boa saúde e bem-estar. O estabelecimento do GETD de forma acurada, tanto da população quanto dos indivíduos, tem sido um grande desafio ao longo dos anos. Suas formas de determinação serão abordadas no tópico a seguir.

1.2. Gasto energético: conceito, componentes e métodos de medição

O conceito de GE foi definido por Garrow (1974) como sendo o calor total produzido pelo indivíduo incluindo o calor gerado pela evaporação da água pelo organismo. Usualmente, essa energia é expressa em quilocaloria (kcal), que representa a quantidade de calor necessária para aumentar em 1° C um kg/L de água. Uma outra maneira de se expressar essa energia é em quilojoule (kJ), onde 1 kcal = 4,184 kJ (Leonard, 2012).

O estabelecimento do GETD por métodos acurados é desafiador. A calorimetria direta que consiste na medição direta do calor produzido pelo indivíduo avaliado pela mudança de temperatura em câmara fechada, apesar de ser acurado, é um método caro e não reproduz o GE de um indivíduo em condições mais parecidas com a vida cotidiana (Leonard, 2012). Atualmente, considera-se a técnica da ADM como o método mais acurado e considerado como “padrão-ouro” para estimar o GETD. O coeficiente de variação esperado para o método está entre 4 e 8% (Schoeller, 1986). Este método consiste na determinação da quantidade de água metabolizada (num período entre 7 a 14 dias). Após ingestão de volume conhecido de isótopos estáveis de hidrogênio (deutério - ^2H) e de oxigênio (^{18}O), mede-se a taxa de eliminação dos isótopos do corpo (Westerterp, 2017), cujos dados permitirão a estimativa do volume de gás carbônico produzido ($\dot{V} \text{CO}_2$). A oxidação de nutrientes (carboidrato, gordura e proteína) produzirá CO_2 e H_2O refletidos no ar que é liberado pela ventilação e pela água eliminada (suor, urina, secreções). Entretanto, para cada nutriente, as células produzem quantidades diferentes

de CO₂, ou seja, na oxidação de cada nutriente as quantidades de oxigênio necessária ($\dot{V} O_2$) e de CO₂ produzidas são distintas no processo de metabolização o que gera diferentes valores do quociente respiratório ($QR = \dot{V} CO_2 / \dot{V} O_2$). Enquanto o carboidrato gera um QR de 1, i.e., consome O₂ na mesma proporção que produz CO₂, a oxidação de gordura gera um QR de aproximadamente 0,7. Assim, espera-se que em dietas mistas, o QR seja entre 0,7 e 1,0, tipicamente 0,85, e o GE de aproximadamente 5 kcal para cada 1 litro de O₂ consumido quando o QR=1 (Leonard, 2012).

A avaliação na ADM é feita pela diferença entre a taxa de eliminação do deutério e do oxigênio marcados na urina. Ao se considerar um QR de 0,85, estima-se o $\dot{V} O_2$ dividindo-se o $\dot{V} CO_2$ pelo QR (Anjos & Wahrlich, 2007). Por conta de a avaliação ser feita durante um período de tempo grande, tem-se a possibilidade de obter a medida de GETD não invasiva do período. Desta forma, a estimativa do GETD refere-se ao valor médio do período, dividindo-se o valor total medido pelo número de dias avaliados e, portanto, considera a variabilidade de AF do indivíduo nesse período (IOM, 2005). Assim, a técnica não consegue fazer distinção entre as atividades realizadas. Um ponto importante é o fato de que a técnica depende da cooperação dos indivíduos (coleta e armazenamento de urina que deve ser feita por vários dias). A estimativa do valor do GETD pode ser feita utilizando apenas a diferença na taxa de eliminação dos isótopos entre a amostra de urina basal e uma amostra de urina após a ingestão da ADM. Quando se faz a avaliação com mais de 2 amostras de urina pós ingestão dos isótopos, considera-se como método por múltiplos pontos, o que apresenta maior segurança quanto a perda de material e melhora a precisão da estimativa (Prentice, 1990; Cole & Coward, 2000; Speakman et al., 2021). Os fatores que dificultam o uso da ADM são o fato de que o isótopo de oxigênio ser bastante caro e a necessidade de técnicos especializados para a realização das análises em laboratório apropriado para as medições dos isótopos. Portanto, para o uso rotineiro na clínica e até mesmo em estudos populacionais este método se torna inviável, principalmente em países em desenvolvimento ou sub-desenvolvidos. Desta forma, a maneira mais simples de se estabelecer o GETD é avaliando os seus componentes. O GETD é composto pela TMB, o GE da atividade física (GE_{AF}) e a termogênese dos alimentos (TA), que matematicamente é expresso como:

$$GETD = TMB + GE_{AF} + TA$$

A energia gasta para as atividades cotidianas e que não se caracterizam como exercício físico foi denominada de NEAT (*Nonexercise activity thermogenesis*) por Levine (1999) e tem sido considerada como um novo componente do GETD.

1.2.1. Taxa Metabólica Basal

A TMB é definida como a energia necessária para a manutenção das funções vitais do indivíduo. É considerado o componente de maior importância para o GETD, uma vez que pode representar 70% do mesmo em indivíduos sedentários (Anjos & Wahrlich, 2007). Sua medição é realizada há muito tempo por calorimetria indireta (Speakman & Selman, 2003), mas ficou popularizada a partir da sistematização feita por Harris & Benedict (1919). A calorimetria indireta tem como princípio avaliar o $\dot{V} O_2$, uma vez que a maior parte da produção de energia no indivíduo ocorre na presença de O_2 (Leonard, 2012). Assumindo-se que as concentrações de O_2 (20,93%), CO_2 (0,03%) e nitrogênio (79,04%) são constantes no ar, pode-se medir a troca gasosa entre o ar inspirado e expirado, e através da diferença de concentração estimar-se o $\dot{V} O_2$ (Leonard, 2012). Quando a medição do $\dot{V} CO_2$ não ocorre, considera-se o $QR = 1$. Para converter os valores em kcal, pode-se utilizar equações, sendo a mais comum a descrita por Weir (1949): $GE = (\dot{V} O_2 \times 3,9) + (\dot{V} CO_2 \times 1,1)$ (Anjos & Wahrlich, 2007). Entretanto, este método também se configura de difícil acesso o que leva, no dia a dia, a estimar-se a TMB por equações de predição a partir de informações antropométricas, ou de composição corporal, e da idade.

A atual recomendação da FAO/WHO (2004) sugere o uso das equações de Schofield (1985) para sua predição. Entretanto, estudos na área mostram que as equações parecem não ser adequadas para estimar a TMB em grupos populacionais distintos e que tendem a fornecer valores superestimados em diversos grupos (Wahrlich et al., 2007; SCAN, 2011; Anjos et al., 2014; Wahrlich et al., 2018; Porter et al.; 2019), o que pode interferir diretamente no valor final do cálculo da estimativa do GETD (Macena et al., 2019) afetando, desta forma o RE. Agravando essa superestimativa, um problema que ocorre com os estudos que se propõem a ver a acurácia da estimativa da TMB é que em muitos casos, a taxa medida não é a basal, que deve ser medida pela manhã com o indivíduo em jejum e em repouso físico e mental sob condições de

temperatura e ambiente controlados (Wahrlich & Anjos, 2001). Nos casos em que não se considera essa padronização, o que de fato se mede é a taxa metabólica de repouso que se espera ser ligeiramente maior já que não há o controle das condições que podem interferir no GE. Em situações de avaliação permanente durante um dia em câmara fechada, Westerterp (2022) denomina de TMB o valor do GE medido logo após acordar pela manhã antes da primeira refeição e a TMR quando se mede a qualquer outra hora do dia. Infelizmente, em muitas dessas situações a medida recebe a mesma nomenclatura de TMB na literatura científica (Macena et al., 2019; Heymsfield et al., 2021). Assim, a superestimativa pode ser ainda maior do que a encontrada, caso as medidas realizadas fossem de fato feitas em condições basais. A recente revisão sistemática realizada por Porter et al. (2019) evidenciou superestimativa das equações de predição para TMB em idosos, já que das 17 equações avaliadas, apenas 3 mostraram pequena concordância com a medida por calorimetria indireta.

Diante dessa realidade, Anjos et al. (2014) publicaram uma sugestão de equação para a estimativa da TMB construída com dados de uma amostra probabilística da população adulta de Niterói, região metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. A Pesquisa “Nutrição, Atividade Física e Saúde (PNAFS)” teve base domiciliar e os adultos selecionados foram convidados a participar da medição da TMB no Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional da Universidade Federal Fluminense. A medida foi realizada seguindo o protocolo padrão (jejum de 10 – 12 horas, ter dormido 6 – 8 horas na noite anterior, não ter feito atividade física intensa nas 24 horas anteriores ao teste, não ter bebido café ou chá no dia do teste, não ter ingerido bebida alcoólica no dia anterior ao teste, não ter feito uso de cigarro no dia do teste, não ter apresentado febre nas 24 horas anteriores ao teste, e com o ambiente controlado em temperatura, umidade, luminosidade e som). Foram avaliados 529 indivíduos, sendo 339 mulheres, com idade entre 20 e 80 anos e com índice de massa corporal (IMC) médio de $25,4 \text{ kg.m}^{-2}$ para as mulheres e $25,0 \text{ kg.m}^{-2}$ para os homens (Anjos et al., 2014). As equações desenvolvidas consideram o sexo, a idade, a massa corporal e a estatura dos indivíduos e aparentemente, são as primeiras equações construídas com representação populacional em região tropical no mundo. Estas equações já foram validadas com o método de referência da calorimetria indireta, em 148 adultos (Wahrlich et al., 2018) com diferença de 1,2% nos homens e 0,8% nas mulheres e em 79 idosos (Sgambato et al., 2019) com diferença de 10,6%. Todos os participantes de ambos os estudos eram residentes na cidade de Niterói, Rio de Janeiro, local onde as equações foram desenvolvidas.

É importante considerar que existe grande lacuna nos modelos das equações de predição da TMB, pois os dados não contemplam toda a diversidade que existe nos seres humanos, incluindo a variabilidade que há entre os sexos. Halsey et al. (2022) observaram que, mesmo controlando pela estatura e idade, a TMB dos homens foi 1,3 vezes maior que das mulheres, e as diferenças entre as taxas metabólicas dos diferentes órgãos chegam ao nível de diferenças no metabolismo a nível mitocondrial (Metcalf et al., 2023). Além disso, quando não está em BE, o organismo tende a buscar compensação energética podendo chegar a uma termogênese adaptativa após um período de perda de massa corporal, o que inviabiliza a realização dessas estimativas em programas de perda de peso (Heymsfield et al., 2021).

1.2.2. Gasto Energético de Atividade Física

O GE_{AF} é entendido como o GE proveniente da prática de AF, definido como qualquer movimento produzido pelo músculo esquelético que gere GE maior do que no repouso (Caspersen et al., 1985), e é o componente do GETD que mais pode sofrer variação interindividual. Os fatores responsáveis pela variabilidade do GE_{AF} são sexo, idade, nível de aptidão física, intensidade e duração da AF, dimensão e composição corporais (Anjos & Wahrlich, 2007).

Dentre os métodos para se calcular o GE de atividades, a calorimetria indireta é considerada o método padrão mas, como já discutido, apesar de acurado, é sofisticado, dificultando o seu uso no dia a dia. Um dos métodos disponíveis é a avaliação da frequência cardíaca (FC) pela sua alta correlação com o $\dot{V}O_2$ em atividades físicas. Ainda que forneça uma boa estimativa de GE, seu uso necessita da construção de uma curva de calibração individual, envolvendo atividades em repouso e submáximas, dificultando o seu uso na rotina e em estudos populacionais (Anjos & Wahrlich, 2007). A acelerometria é considerada um método objetivo e capaz de captar os movimentos realizados pelo corpo. Usualmente, utiliza-se o equipamento na cintura, mas também pode ser utilizado em outros locais, sendo os mais populares, o punho ou a coxa. A captação do movimento é impactada pelo local de uso o que pode interferir na classificação da intensidade da atividade realizada (Anjos & Wahrlich, 2007). Este é um método simples e validado (Freedson et al., 1998; Sasaki et al., 2011) e além do seu

uso para identificar o GETD (White et al., 2019) e NAF (Anjos et al., 2019), tem sido utilizado em estudos que buscam identificar o comportamento dos indivíduos quanto à prática de AF (Nawaratne et al., 2021, Smith et al., 2022). Para converter os movimentos em GE, utiliza-se alguma das equações de predição disponíveis (Sasaki et al., 2017).

Outro método, relativamente simples de ser executado, desde que os investigadores sejam bem treinados, é o método fatorial que é dependente de um orçamento de tempo detalhado de todas as atividades realizadas em 24 horas. Com essa informação, pode-se então estimar o GE das atividades através de múltiplos do equivalente metabólico (MET, definido, originalmente, como $3,5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) descritos em lista de atividades publicada por Ainsworth et al. (2011) e que é constantemente atualizada (Ainsworth et al., 2023). Os estudos que geraram os valores de MET não são de base populacional, não mostram a variabilidade dos valores de GE e nem consideram a resposta individual ao GE para as atividades (Anjos et al., 2011). Nesse aspecto, em 2011, com os dados da PNAFS, em amostra probabilística de adultos de Niterói, RJ, Anjos et al. (2011) construíram um modelo de predição do valor de MET e observaram que este foi menor em 14-20% do MET tradicional de $3,5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Essa aparente superestimativa do valor de MET também foi descrita por Coelho-Ravagnani et al. (2013) que observaram valor de MET igual a $2,7 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ em uma amostra de 15 adultos treinados do programa de extensão universitária da escola de medicina de Botucatu, São Paulo. Esse valor foi bem próximo ao encontrado por Anjos et al. (2011), que observaram valor médio de MET de 2,85 para as mulheres e de $2,97 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ para homens. Essa diferença pode impactar no valor do custo energético das atividades quando este é expresso como múltiplo de MET. Por exemplo, Cho et al. (2016) observaram tanto superestimativa quanto subestimativa do valor dos coeficientes de MET para atividades da rotina diária em 64 adultos coreanos que trabalhavam em escritório em relação aos valores sugeridos pelo Compêndio de Atividades Físicas (Ainsworth et al., 2011). Anjos et al. (2011) documentaram valores maiores para as intensidades da caminhada em comparação com os valores descritos no Compêndio na PNAFS. Apesar disso, o MET é tradicionalmente utilizado para se estimar o GETD (Matthews et al., 2021) e se os indivíduos alcançam a recomendação de prática de AF que traz benefícios à saúde (Abdeslam et al., 2023).

Para classificar a intensidade da AF, considera-se AF de moderada intensidade as que tenham um custo energético (coeficiente de MET) de 3,0 a 5,9, enquanto as atividades intensas são aquelas com coeficientes de MET $\geq 6,0$ (Strath et al., 2013). Pelo método fatorial, as

atividades também podem ser expressas como múltiplos da TMB, que, se considerada minuto a minuto é denominada de razão de atividade física. Se for expressa por ciclo de atividade, integrando o tempo de repouso, denomina-se índice energético integrado, e se considerada para as 24 horas, denomina-se NAF (Anjos & Wahrlich, 2007).

É importante notar que todo o erro aceito para a estimativa da TMB será carregado para a estimativa do NAF, pois o valor do NAF poderá ter viés inerente à superestimativa da TMB na determinação de suas categorias (Vasconcellos, 2001). Esse problema tem sido apontado por estudos que mostram valores de NAF superestimados em relação aos valores obtidos pela ADM (Haggarty et al., 1994), em residentes de áreas urbanas (Yamauchi et al., 2001) e também quando obtido por acelerometria em idosos (Anjos et al., 2019), mas subestimados em agricultores do Gâmbia (Heini et al., 1996) e da Nova Guiné (Yamauchi et al., 2001), em adultos saudáveis do estudo CALORIE (Redman et al., 2014) e em idosas brasileiras (Batista et al., 2021). Entretanto, na revisão sistemática de Porter et al. (2019) com idosos acima de 65 anos, os valores de NAF encontrados usando ADM concordaram com a categoria de “estilo de vida sedentário” da FAO/WHO (2004). Para esse fim, as diferenças entre o NAF medido e o estimado parecem não alterar as categorias de intensidade, no entanto podem comprometer a estimativa do GETD. Assim, o NAF é a medida capaz de explicar os padrões de AF (IOM, 2005) apesar da dificuldade de aplicação no dia a dia devido à variabilidade que existe no próprio indivíduo (FAO/WHO, 1985).

1.2.3. Termogênese dos alimentos

O GE referente à termogênese dos alimentos (TA), i.e., aumento no metabolismo após a ingestão de alimentos, é usualmente considerado como sendo 10% (dieta mista) do GETD, embora possa variar dependendo dos alimentos presentes na dieta (Sanchez-Delgado & Ravussin, 2020). A TA também sofre influência da idade, do padrão de atividade física, do tamanho da refeição e sua duração (Calcagno et al., 2019). Mesmo com sua importância e impacto no GETD, há poucos dados na literatura sobre a TA (Calcagno et al., 2019) pela dificuldade em se medir o GE da digestão e metabolização dos alimentos (FAO/WHO, 1985). No modelo fatorial simplificado da FAO/WHO (1985), o TA não aparece explicitamente no

cálculo, porque ele já estaria contemplado na determinação do valor do NAF (FAO/WHO, 1985). Assim, ao se estimar o RE pelo método não se faz necessário acrescentar os 10% referentes ao TA.

1.3. Métodos de avaliação da adequação do requerimento energético

A maneira mais direta de se saber se há adequação do RE é fazer o cálculo do GETD – IE, entendendo que o GETD e IE são equivalentes quando o indivíduo está em BE em um determinado período de tempo (James e Schofield, 1990). Entretanto, estudos que se prontificaram a investigar o sub/super relato da IE mostram que essa informação não é precisa. Schoeller et al. (2013) alertaram sobre a continuidade em se utilizar o autorrelato para avaliação da IE uma vez que há muito tempo os estudos mostram que o sub-relato é sistemático, o que torna o método inadequado para pesquisas, particularmente em obesidade (Westerterp & Goris, 2002), em idosos (Pfrimer et al., 2015), e em mulheres (Avelino et al., 2014) já que esses grupos não reportam adequadamente sua ingestão alimentar. Entretanto, McKenzie et al. (2021) observaram, em uma revisão sistemática, que não há diferença entre os sexos no sub-relato. Lafay et al. (2000) chamam a atenção para o fato de que o sub-relato da ingestão alimentar parece não ser apenas no tamanho da porção e suas quantidades, mas também nos grupos de alimentos e alimentos específicos, normalmente aqueles considerados prejudiciais à saúde. Associado à inacurácia da informação está o fato de que as tabelas de composição dos alimentos são constantemente atualizadas (USDA, 2020a), não apenas por melhorias na tecnologia de análise dos nutrientes, mas também pelo surgimento de novos “tipos” de alimentos que ocorre a todo momento, o que dificulta a comparação dos dados entre pesquisas realizadas ao longo do tempo. Assim, Subar et al. (2015) chegam a sugerir que os métodos de autorrelato da IE nem sejam mais utilizados para sua determinação. Ainda que o uso da informação de IE nas pesquisas populacionais esteja em “crise”, não se pode perder de vista a sua importância dado que a associação de doenças e mortalidade com padrões alimentares e ingestão de alimentos específicos só foram viáveis pelos estudos que usaram o autorrelato da ingestão alimentar (Hérbert et al., 2014; Freedman et al., 2014; Satija et al., 2015; IARC, 2017).

Com o desenvolvimento e popularização da técnica da ADM para medir o GETD, passou-se a utilizar a razão da IE pelo GETD para se estimar os erros do autorrelato da IE. Em revisão sistemática publicada recentemente, Burrows et al. (2019) verificaram que os estudos que descreveram sub-relatos na IE através da avaliação do GETD determinado pela ADM concordavam com os achados anteriores de Schoeller et al. (1995). Uma outra forma de se observar a acurácia da informação da IE é através da razão IE/TMB, quando se utiliza a IE autorrelatada e a TMB tanto medida quanto estimada por equações de predição. Essa relação foi desenvolvida por Goldberg et al. (1991) que sugeriram o ponto de corte de 1,35 da razão para identificar sub-relato da IE no indivíduo e de 1,55 em grupo de indivíduos, mas ressaltaram que para o bom funcionamento do ponto de corte, os valores de TMB deveriam ser medidos. O mesmo grupo de pesquisa também sugeriu que para a obtenção do GETD pelo método simplificado, o valor de 1,55 seria uma boa opção já que esse valor era praticamente igual ao valor do NAF recomendado para um estilo de vida sedentário, segundo FAO/WHO (1985). Entretanto, Black (2000) relata que esse valor poderia ser bastante “conservador”, pois em estudo utilizando ADM observou-se valores maiores de GE em atividades cotidianas. No estudo do mesmo grupo utilizando a estimativa de TMB, encontrou-se o valor médio de 1,43 ($\pm 0,19$) para a razão GETD/TMB (Black et al., 1991). Dando seguimento a essas avaliações, Black (2000) acabou considerando que 1,35 seria um valor incompatível com a vida ao longo do tempo, como inicialmente sugerido, fazendo com que fosse sugerido o abandono total desse ponto de corte. Além disso, Ejima et al. (2019) também destacaram que o ponto de corte de Goldberg et al. (1991) exclui casos extremos de sub-relato, mas não os casos leves sendo, portanto, um dado enviesado. Para o diagnóstico do sub-relato, entretanto, Black (2000a) passou a sugerir não mais um único ponto, mas uma faixa de valores para informação aceitável (0,76 a 1,24) e não mais a razão entre IE pela TMB, mas da IE pelo GETD, pois parece ser mais específica na detecção dos sub-relatos.

Alguns estudos mostram BE negativo em populações quando se utiliza o autorrelato para estimar a IE. Nos Estados Unidos, as nove pesquisas do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) realizadas ao longo de quase 40 anos (1971 a 2010), mostraram que a maior parte dos entrevistados não informaram IE que fosse compatível com a vida, com sub-relato médio entre 365 e 281 kcal.dia⁻¹ e com a média da razão IE/TMB de 1,19 e 1,31 para mulheres e homens, respectivamente (Archer et al., 2013). Especificamente no Brasil, as Pesquisas de Orçamento Familiar (POF) são as pesquisas populacionais que avaliam

a disponibilidade de alimentos e, mais recentemente, o consumo alimentar individual dos brasileiros. Apesar deste ser o primeiro dado populacional brasileiro sobre IE, não há uma caracterização sobre a adequação do RE utilizando esses dados. Essa análise foi realizada e compõe o primeiro artigo dessa tese.

2. JUSTIFICATIVA

O BE positivo resultando no excesso de peso (sobrepeso e obesidade) tem se apresentado como grande problema de saúde pública nas últimas décadas em todo o mundo (WHO, 2020; WHO, 2021), com a prevalência de obesidade quase triplicando entre os anos de 1975 e 2016 (WHO, 2020a). Popkin et al. (2020) mostraram que o excesso de peso em 2010 chegou a valores de 70% na América do Norte e na Oceania. Estimativas de 2016 indicaram que 1,9 bilhão (39% da população mundial) de adultos estavam com excesso de peso, sendo 650 milhões (13%) destes com obesidade (WHO, 2020a). No Brasil, os dados mais recentes do estado nutricional da população com idade superior a 18 anos são da Pesquisa Nacional de Saúde - PNS (IBGE, 2019) e indicam que 62,6% das mulheres e 57,5% dos homens adultos estão com excesso de peso, com a prevalência de obesidade atingindo valores de 29,5% e 21,8%, respectivamente. Corroborando com os dados mundiais, em 17 anos, a prevalência de obesidade em adultos no Brasil dobrou entre os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2002-2003 e os da PNS de 2019 (IBGE, 2019). Sabe-se que o excesso de peso é multicausal e dentre essas causas alguns dos fatores que estão presentes na sua gênese são a genética, a qualidade e a quantidade da ingestão alimentar, a microbiota que está intimamente relacionada à absorção dos nutrientes ingeridos, o sedentarismo, além do próprio meio ambiente em que os indivíduos estão inseridos (IARC, 2017; Bo et al., 2020). Entretanto, pelo modelo termodinâmico, a estabilidade na massa corporal no adulto vai depender da manutenção do BE (IARC, 2017). Desta forma, é essencial ter o entendimento das mudanças que ocorrem na IE e o GETD que resultam em desequilíbrio no BE dos indivíduos (WHO, 2003), pois estas podem ajudar no monitoramento das alterações que vêm ocorrendo no perfil nutricional das populações. Estudos que buscam estimar a IE quantitativamente mostram-se imprecisos, i.e., os indivíduos não reportam adequadamente ‘o quê e o quanto comem’, e basear-se nesses dados que são autorreferidos não é uma estratégia satisfatória para se determinar tanto o RE quanto também para se explicar completamente o perfil nutricional de uma população (IOM, 2005). O fato de hoje os RE serem baseados no GETD e não mais na IE não garante a acurácia da recomendação, uma vez que determinar o GETD interfere diretamente no resultado final do RE, pois todos os componentes envolvidos no GETD precisam ser obtidos através de métodos acurados, quer seja o próprio GETD pela ADM (NASEM, 2023), a TMB por calorimetria

indireta (Thom et al., 2020) e o NAF derivado ou estimado por outro meio (Macena et al., 2019). É necessário, também, que se leve em consideração que, por mais que as equações de estimativa do RE sejam direcionadas à população, o seu uso em nível individual é frequente (i.e., estimativa de TMB e de NAF). No dia a dia dos profissionais em atendimentos clínicos, estima-se o GETD a fim de se determinar o RE para uma conduta prescritiva adequada quanto à alimentação (Heymsfield et al., 2021).

Ainda que se saiba que “medir” seja mais eficaz do que “estimar”, aquela não é uma opção rotineira, nem na clínica e nem mesmo em estudos populacionais, já que métodos padrão-ouro para as medições ainda têm custo elevado e dependem da boa vontade dos participantes em submeter-se a testes que, como a ADM, demandam tempo, colaboração e o custo ainda é muito alto (IOM, 2005). Apesar das limitações em se obter dados de IE acurados, caracterizar o perfil da população adulta brasileira com relação à qualidade da informação da IE e se há sub/super-relato dessa informação pode trazer maior clareza sobre possíveis fatores associados ao desenvolvimento do excesso de peso. Além disso, com a dificuldade em se medir o valor de GETD de forma acurada a um baixo custo e com boa acessibilidade, é evidente e iminente a necessidade de se incorporar métodos acurados nos estudos populacionais e nos atendimentos ambulatoriais buscando sempre a identificação do GETD mais próximo da realidade e desta forma evitar que intervenções e políticas em prol da saúde dos indivíduos sejam elaboradas de forma equivocada. Sujeitar a população a um RE que está muito além das suas reais necessidades pode contribuir de forma relevante para o aumento substancial e global da prevalência da obesidade e de doenças associadas.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Analisar criticamente as recomendações para populações no estabelecimento do RE através da elaboração de 2 artigos científicos: 1) verificação do sub-relato da IE na população brasileira analisando os dados da POF 2008-2009, e 2) verificação da acurácia do RE sugerido pela FAO/WHO (2004) e pela DRI (NASEM, 2023) por estudo empírico com a medição do GETD por ADM em uma amostra de conveniência de adultos brasileiros.

3.2. Específicos

- Identificar o RE da população brasileira pelas recomendações de órgão internacional utilizando os dados da IE individual da POF 2008-2009 (artigo 1);
- Identificar a acurácia da informação de IE na população brasileira em relação ao RE e BE (artigo 1);
- Medir o GETD e o NAF em uma amostra de brasileiros adultos (artigo 2);
- Identificar a adequação do RE estimado por órgãos internacionais na amostra de brasileiros adultos. (artigo 2);
- Identificar a adequação do recordatório de atividade física de 24h em estimar o GETD e o NAF em uma amostra de brasileiros adultos (artigo 2).

4. ARTIGOS

4.1. Artigo 1

Submetido à Revista Nutrição Hospitalaria

Energy intake and balance of the Brazilian adult population
(carta de submissão no Apêndice 10.2.1)

Energy intake and balance of the Brazilian adult population

Francine Moreira Bossan¹, Luiz Antonio dos Anjos^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde

Instituto de Nutrição

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Rua São Francisco Xavier 524, 12º andar, Maracanã

20950-000, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição

Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional

Departamento de Nutrição Social

Universidade Federal Fluminense

Rua São Paulo 30, sala 415

Campus do Valonguinho

24020-140, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

Francine Moreira Bossan – Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9522-428X>

Luiz Antonio dos Anjos - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5257-6912>

Corresponding author: Luiz Antonio dos Anjos; lanjos@id.uff.br; +55 21 26292401

Abstract

Background: Based on the concept of the thermodynamic model, it is expected that a healthy population could reach its energy requirement and reach energy balance, i.e., energy intake=energy expenditure. The aim of this cross-sectional study was to assess the energy intake and balance in a probability sample of the Brazilian adult population.

Methods: Reported EI was assessed by a food record in a probability sample of 26.599 (19y+) participants from a national household survey. EB was calculated as the difference between EI and ER estimated as 1) basal metabolic rate (BMR) x physical activity level (PAL) and 2) the Dietary Recommended Intake (DRI)'s equation (ER_{DRI}). BMR was estimated using the equation recommended by WHO and a population-specific equation from a Brazilian city.

Results: EI was higher in men of all ages. EB was negative when ER_{DRI} was used (-1717•1; 95% CI -1800•0; -1634•7 and -1215•0; -1278•2; -1151•9 kJ.day⁻¹ in men and women, respectively). When ER was calculated using the population-specific BMR equation and PAL=1•4, EB was close to zero in men (18•4, -64•8; 101•2 kJ.day⁻¹) and less negative in women (-263•6, -328•9; -198•7 kJ.day⁻¹). The EI/BMR ratio was 1•42 (1•40; 1•43) for men and 1•36 (1•35; 1•38) for women using the population-specific BMR equation.

Conclusion: EB calculated with ER using population-specific BMR equation was negative but closer to zero, which fits the nutritional profile of the Brazilian population.

Key words: food intake, energy metabolism, basal metabolism, dietary requirement.

Introduction

Energy requirement (ER) aims to meet the nutritional needs of the population to reach energy balance (EB), i.e., energy intake (EI) equal to the total daily energy expenditure (TDEE), in order to maintain health (1). Since 1985, ER has been based on TDEE and no longer on EI of a reference man or woman (2). At any stage of life, prolonged positive EB ($EI > TDEE$) can lead to obesity, a condition associated with the development of chronic non-communicable diseases (NCDs) (3). It is estimated that 71% of deaths worldwide are due to NCDs (4) and the prevalence of overweight and obesity in populations around the world have been progressively increased in recent decades. In Brazil, NCDs are responsible for 72% of all causes of death (5) and the medical diagnosis of hypertension, diabetes and cardiovascular diseases has increased in the last two decades (6). Following the global trend, the most recent data on the nutritional status of the Brazilian adult population (7) indicate that 62.6% of women and 57.5% of men are overweight (body mass index, $BMI \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$) and the prevalence of obesity ($BMI \geq 30 \text{ kg.m}^{-2}$) reaches 29.5% and 21.8%, respectively, more than twice to that was observed in 2002 (8). Given this scenario, it is imperative that the components of EB in the population be investigated (4).

Recently, there has been substantial progress in the development of accurate and objective methods for the assessment of the TDEE (9, 10), but there are still challenges to accurately estimate the EI of individuals and populations (10, 11). The quantitative assessment of EI in population studies is mainly done with methods based on self-report, but despite their easiness of application and low cost, there are inherent major limitations on these methods primarily due to the lack of reliable information. There are also concerns about the universal use of ER determination recommended by official health agencies (1, 12, 13). Many studies have shown negative EB in populations when dietary recalls to estimate EI are used, which makes them inadequate for research, particularly in women (14), in obese individuals (15, 16) and in the older adults (17, 18). The results of these studies confirm Schoeller et al.'s (19) warning about the use of self-report for the assessment of EI, since this strategy systematically shows underreporting.

EI underreporting can be identified by comparing the EI and TDEE values, which should be preferably established by the doubly-labeled water (DLW) technique, considered the

standard method for this purpose (13, 20). However, the use of the technique is still limited internationally due to its cost and complexity. Therefore, a simplified approach, the ratio between EI and basal metabolic rate (BMR), has been suggested (21, 22) but it is necessary to have accurate information on BMR either measured or estimated by a validated predictive equation for the study population (23). Even though a possible inadequacy of the suggested BMR predictive equation for international use was recognized, the FAO/WHO/UNU (1) recommended the equations developed by Schofield (24) as the basis for ER estimation. In fact, since then, evidence has grown that this set of equations is inappropriate in some populations (25-27, 28), especially for those living in the tropics (23, 29, 30). Even with limitations, the EI/BMR ratio can be important in epidemiological studies for surveillance and recommendations regarding public health policies (22).

In 2008, the National Family Budget Survey (31) assessed the EI of the Brazilian adolescent and adult population for the first time. Since EI underreporting information is well established and the majority of the Brazilian population is overweight, understanding the quality of EI reported and its relationship with the current ER could provide some explanation about the nutritional status profile of the Brazilian adult population. The development of health policies for overweight and obesity could have more assertive approaches if more accurate diagnostic methods are used. To this end, the present study aimed to assess the quality of EI information provided by Brazilian adults. In addition, the impact of using the local and international BMR predictive equations in determining the ER and EB was assessed considering the current nutritional profile of the population.

Materials & Methods

The National Family Budget Survey was carried out in a probability sample of permanent private households covering the entire territory of Brazil between May 2008 and May 2009. The sampling plan used stratification and clustering, incorporating three selection stages based on geographic (Municipalities of Capitals, Metropolitan Regions and Integrated Development Regions), spatial (urban or rural) and statistical (income of the household chief) stratification. The EI was obtained from each resident over 10 years of age on two non-consecutive days in a

subsample of 25% of the selected households of each census sector. In each urban sector, about 4 (5 in rural areas) households were randomly selected, totaling a sub-sample of 34•003 subjects of all ages. For the present analysis, data of 26•599 adults (14•392 non-pregnant women), aged between 19 and 104 years were used. The original data were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) database repository (available from <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?=&t=downloads>).

A food record instrument was created in tables where the information was self-recorded at the time of ingestion with detailed information on the time, type and quantity in household measure of the food/drinks ingested in the 24-hour period. Information about the method of preparation, added ingredients and quantities in household measures were also collected in order to estimate the intake more accurately. Participants also recorded the source of meals (inside or outside the home) and about the addition of sugar or sweetener (31). A specific table of referred measures for food consumed in Brazil was developed and served as the basis for the conversion of reported consumed foods to energy. Details of data collection methods have already been described along with the validation of the food record instrument conducted in a sample of adults from a city in the Rio de Janeiro State (31).

Body mass (kg) and stature (cm) measurements were obtained with the participants barefoot. Body mass was measured on a portable electronic scale (100g of precision) and stature with a portable stadiometer (0, 1 cm precision) (32). BMI was calculated as the ratio of body mass (kg) and squared stature (m). Nutritional status was determined in accordance with the WHO (33) BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) cutoff points as underweight ($< 18\cdot5$), adequate ($18\cdot5\text{-}24\cdot9$), overweight ($25\text{-}30$) and obesity (≥ 30).

Based on the anthropometric measurements, age and sex, BMR was estimated from two sets of predictive equations: 1) the one described by Schofield (24) and recommended for international use by the FAO/WHO/UNU (1) and 2) the one developed for the adult population of a Brazilian city (23). The latter was developed from a probability sample of adults residing in Niterói, Rio de Janeiro, Brazil and validated in a different sample of healthy adults from the same city (29).

In order to calculate EB, ER was established using three approaches: 1) the equation suggested in the Dietary Reference Intakes (ER_{DRI}) for the general American population (adequate, overweight or obese) (13) and level of sedentary physical activity (PAL); 2) the

Schofield's (24) BMR equation x PAL; and 3) the Anjos et al.'s (23) BMR equation x PAL. For the last two, the PAL value of 1.4 was used as it is understood that the average Brazilian population has a sedentary lifestyle since more than 50% of the population does not meet the recommendation for physical activity (34) and because this is the maximum value of PAL as a sedentary lifestyle for the DRI equation (13). This is also the minimum PAL value of the sedentary lifestyle proposed by FAO/WHO/UNU (1) and very close to the conservative mean value (1.43) found by Black et al. (35) in 37 dietary studies and which best described EI in a probability sample of the adult population from a Brazilian city (14).

EB was determined using different approaches: 1) calculated as the difference between EI and ER_{DRI} ; and 2) calculated as the difference between EI and ER estimated by the simplified method (BMR x PAL), using the Schofield's (24) equation and the Anjos et al.'s (23) equations. The ratio between EI and BMR, also called Goldberg index, was calculated using either Schofield's (24) or Anjos et al.'s (23) BMR equations. Additionally, assuming that the ER_{DRI} is a proxy of the adequate ER for the Brazilian population, as recently documented (16, 36), the ratio between ER_{DRI} and BMR was calculated using the Schofield's (24) and the Anjos et al.'s (23) BMR equations.

Statistical analysis

Descriptive statistics (percentages, means, and 95% confidence intervals; 95% CIs) of all continuous variables were calculated using the *Surveymeans* and *Surveyfreq* procedures on the Statistical Analysis Systems (SAS) for microcomputer, v. 9.2. Weight, Cluster and Strata options were used in all analyzes to incorporate the complex sample design used in the National Family Budget Survey (30). Data were analyzed for the whole country stratified by sex, age groups in 10y intervals and nutritional status (BMI categories). The significance of the differences was determined when 95% the confidence intervals (CIs) did not overlap.

Results

Descriptive statistics of the physical and dietary analyses are presented in Table I. Mean BMI was close to the lower limit of overweight which was observed in 38•4% and 30•4% of men and women, respectively. The prevalence of obesity was 12•3% and 17•9% and underweight was found in 1•5% and 3•6% of men and women, respectively. EI and BMR estimated by both equations were higher in men than in women. Schofield's (24) BMR predictive equation yielded significantly higher values than the population-specific (23) equation for both men and women.

The ER_{DRI} was greater than the ER calculated with the BMR estimated by the Anjos et al.'s (23) equation for both men and women, but it was not different for men when BMR was estimated by the Schofield's (24) equation. EB was negative when ER was estimated by the DRI (13) and the Schofield's (24) equations in men and women, which would be equal to at least approximately 17 and 16% for men and women, respectively. The EB estimated with the Anjos et al.'s (23) BMR equation was not different from zero in men and slightly negative in women. The EI/BMR ratio had the lowest value when using the Schofield's (24) equation in both men and women (Table I).

EI was higher in men for all age groups and decreased with increasing age (Figure 1). EB (calculated with ER using DRI's (13) equation) was negative for all ages and sex (Figure 2), with the lowest negative EB value found in $\geq 70y+$ women. EB was only negative for 50y+ men and 30y+ women when the Anjos et al.'s (23) BMR equation was used and the highest negative EB was observed in the high BMI (obesity) subjects, regardless of sex (Figure 3). When the Anjos et al.'s (23) equation was used, only the overweight or obese subjects had negative EB.

The ratios of ER calculated using the DRI's (13) equation and BMR using the Anjos et al.'s (23) BMR equations for all age groups was much higher than using the Schofield's (24) equation, which, as expected, was close to 1•4 (Figure 4). The analysis by nutritional status (Figure 5) shows that underweight women are the ones with the highest ratio values using the Schofield's (24) equation, with a tendency to decrease with increasing BMI, a similar pattern found in men. The same pattern was observed for the values obtained with the Anjos et al.'s (23) equation, but with values always much higher.

Discussion

The FAO/WHO/UNU (2) recommendation is that, in the absence of measured TDEE and BMR, the estimation of ER should be carried out in a simplified way, multiplying the value of BMR obtained by the Schofield's (24) BMR equation and PAL to determine the ER of populations. Despite being a relatively simple way to obtain the ER, the estimated values have been questioned, because of both the possible BMR overestimation (25, 27, 29, 30) and the suggested PAL inadequacy for certain populations (37-39). Although the ER has been developed for use at the population level, its use at the individual level is routine in a lot of situations, including intervention programs of body mass management (40). Obesity for the most part could be prevented from changes in lifestyle, especially by modifying the diet (41). Part of the problem in establishing effective intervention and control policies is associated with the fact that the instruments/methods used to estimate the components of the EB may be biased. Individuals engaged in these programs may have inaccurate TDEE estimates and may present thermogenic adaptation after an intervention period (40). Even though it is known that fat-free mass (FFM) has a higher energy cost than adipose tissue, obese individuals have higher FFM than non-obese individuals and still have a higher energy cost of locomotion due to the higher total body mass (42). In addition, the contribution of organ metabolism to the TDEE (43) may vary and energy compensation can occur in response to the increase in the physical activity energy expenditure (44). Therefore, the use of equations in these cases should be viewed with great caution, since the determination of ER assumes that individuals are in EB, which does not reflect the reality.

Among the overweight/obese subjects, EB was negative when the simplified method to estimate the TDEE ($BMR \times PAL$) was used which might indicate that EI was underestimated since this profile is not compatible with the nutritional status of the Brazilian adult population. While the prevalence of overweight/obesity has increased over time in the Brazilian population, it has also been observed improvements in healthy lifestyle habits such as increases in the intake of fruits and vegetables and the decrease in sedentary behavior (34). Dhurandhar et al. (45) point to the fact that insisting on using self-reported methods for EI estimation can generate inaccurate conclusions leading to misinterpretations affecting the health policy for the

population and clinical care. Subar et al. (46) concluded that these methods should not be used to determine the EI since they do not seem to reproduce real values.

Regarding the magnitude of EI underreporting, some studies have suggested the use of the EI/BMR (PAL) values when accurate TDEE data are unavailable. Initially, Goldberg et al. (21) suggested a PAL of 1.55 for groups of individuals and 1.35 for the individual for this purpose. After several analyses of TDEE data obtained by DLW, Black (22) suggested that the cutoff point of 1.35 should no longer be used because it did not reflect, as originally thought, the minimum value consistent with a sustainable life. In addition, Ejima et al. (47) also highlighted that the cut-off point proposed by Goldberg et al. (21) excludes extreme cases of underreporting, but not the mild cases, being, therefore, biased. To this end, Archer et al. (48) evaluated all the results of the historical EI of the American population in the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) series of 39 years (until 2010) and observed that the mean EI/estimated BMR ratio was 1.19 and 1.31 for women and men, respectively, and concluded that EI data were useless. Similar values were observed for the Brazilian adult population when using the Schofield's (24) equation but the use of the Anjos et al.'s (23) BMR equation provided higher values, which, taken together, represent the possibility of EI underreporting and the impact of BMR estimation. In the Brazilian population, it was observed that the EI value was very similar to the ER value estimated by the Anjos et al.'s (23) BMR equation, but much lower than that obtained using the Schofield's (24) BMR equation, using the same PAL value (1.4). An important point was that the estimated ER using the BMR predicted by the Schofield's (24) equation was very close to the ER predicted by the DRI equation. Results from studies that used the DLW technique have shown that the ER_{DRI} may be adequate in some groups of the Brazilian population. In low-income women (19 - 45 years old) with malnourished children, ER estimated by the DRI equation showed good agreement with DLW estimated TDEE (16). In older adults the equation also appears to be accurate (36) which was also found in a longitudinal study with American elderly (49). Likewise, a study (50) in obese women (20-45 years old) before undergoing bariatric surgery showed that the ER estimated by the DRI equation was accurate (values within $\pm 10\%$ of measured TDEE) in 60% of the sample. These data are consistent with the international data from the OPEN study (206 women and 244 men) which showed that despite being accurate in the estimation of TDEE in both women and men (64 and 68% fell within $\pm 10\%$ of measured TDEE, respectively), the ER_{DRI} equation yields a slight overestimation in obese women (51). This inadequacy can be

caused by changes that occur in body mass, FFM and possible changes in the metabolism of specific organs (52). If it is assumed that the ER estimated by the DRI equation is adequate for the Brazilian population, the use of the BMR predictive equation described by Schofield (24) would require a PAL value of 1.4, the minimum value for a sedentary lifestyle. It is interesting to note that this value (PAL = 1.4) multiplied by the Anjos et al.'s (23) BMR equation would yield EB very close to zero, indicating that this value would express the EI reported by the Brazilian population. In fact, the EB calculated with the ER_{DRI} was negative, which is not sustainable for daily life activities and also does not explain the current nutritional status of the Brazilian adult population with high prevalence of overweight and obesity (7). Health authorities in the United Kingdom (38) determined that the Schofield's (23) BMR predictive equation is not suitable for their population. In Brazil, this finding is well documented for the population of Niterói (23, 29), and was also seen in Brazilians living abroad (28).

If, on one hand, there is some suspicion about the accuracy of the Schofield's (24) BMR equation, the PAL values have also been questioned, since studies that used the DLW technique showed that PAL values are overestimated in residents of urban areas (37) and also when obtained by accelerometry in the elderly (39) but underestimated in farmers in the Gambia (53) and New Guinea (37). In the United Kingdom (38), an average PAL value of 1.63 was observed, which would have its use justified for estimating the population's ER, not because of physical activity increases in recent years, but because the current values seem closer to the reality of physical activity practice. Although it is noted that the PAL for calculating the TDEE should come from a population with a similar lifestyle, preferably obtained by the DLW method associated with the measurement of BMR, the reality is that there are few studies and those available have small samples, which may not represent the population in question. Recently, Pontzer et al. (42) using the available DLW data from 29 countries, observed a mean PAL value that ranged from 1.71 (SE 0.32) in women between 20-25 years and 1.73 (SE 0.28) in those aged 80-85 years, while in men the values ranged from 1.86 (SE 0.32) at 20-25 years to 1.75 (SE 0.30) at 80-85 years old. If one knows the level of physical activity and the estimated BMR of a group, it is possible, as Black (22) has suggested, to assume the EI/BMR ratio value as the PAL of that group. Thus, these reported PAL values are very close to the ones found for the Brazilian adult population if the Anjos et al.'s (23) BMR equation is used.

The present analysis is important because it is the first time that food intake data have been collected in a probability sample of the Brazilian adult population. There has been another

household survey in the country in 2017-2018 but 24h dietary recalls were used to estimate EI and anthropometry was not measured (54). However, the unavailability of objective TDEE data in both surveys, whether by DLW or accelerometry, or even by time budget information (55), means that there is no accurate estimate of the quality of EI and EB information. It would be essential that some of these measures be incorporated in future national surveys. Furthermore, it is necessary that all components of TDEE be accurately obtained so that the ER of the population is traced in order to achieve the ultimate goal of food security and good health.

Conclusion

The data from the present study show that the Brazilian adult population is in negative EB, which may indicate underreporting of EI or inadequacy of the estimation of TDEE and ER. Although the evidence shows that there is in fact some degree of EI underreporting, the current and still rising prevalence of overweight and obesity in the Brazilian adult population highlights the challenge for the accurate determination of ER both in population studies and in individualized care. Subjecting the population to recommendations that go far beyond their real needs can significantly contribute to the substantial and global increase in the prevalence of obesity and associated diseases.

Ethics approval and consent to participate

This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and all procedures involving the research study were fully explained to the participants who provided verbal informed consent which was witnessed and formally recorded by the researchers.

Availability of data and materials

The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) database repository (<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?=&t=downloads>).

Competing interests

"The authors declare that they have no competing interests"

Funding

The authors received public research grants from the following national agencies: 1) Coordination of Superior Level Staff Improvement (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES), Finance Code 001 and 2) the Brazilian National Council on Scientific and Technological Development (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq), Proc. 314885-2020-0. The opinions, results, and conclusions reported in this paper are those of the authors and are independent from the views of the funding agencies.

Acknowledgements

"Not applicable"

Author's contribution

L.A.A.: Conceptualization; formal analysis; methodology; writing-review & editing.
F.M.B.: Conceptualization; data curation; formal analysis; investigation; methodology; writing - original draft; writing-review & editing. Both authors reviewed, edited and approved the final version of the work.

References

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. Human Energy Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Food and Nutrition Technical Report Series no. 1. Rome: WHO. 2004. Available from: <http://www.fao.org/3/y5686e/y5686e00.htm#Contents>. Cited March 2022.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization/United Nations University. Energy and Protein Requirements. WHO Technical Report Series no. 724. Geneva: WHO. 1985. Available from: <http://www.fao.org/3/aa040e/AA040E00.htm#TOC>. Cited March 2022.
3. World Health Organization. Obesity and Overweight. 2020. Cited June 2021.
4. World Health Organization. Non-Communicable Diseases. 2021. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Cited June 2021.
5. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022. Brasília, DF: MS. 2011. Available from: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_acoes_enfrent_dcnt_2011.pdf.
6. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saúde: 2019. Percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal. Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro: IBGE. 2020. Available from: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101764.pdf>.

7. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde: 2019. Atenção primária à saúde e informações antropométricas. Rio de Janeiro: IBGE. 2020. Available from: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101758.pdf>.
8. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003: Análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Available from: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv4472.pdf>.
9. White T, Westgate K, Hollidge S, Venables M, Olivier P, Wareham N et al. Estimating energy expenditure from wrist and thigh accelerometry in free-living adults: a doubly labelled water study. *Int J Obes.* 2019;43:2333-42.
10. Shook RP, Yeh HW, Welk GJ, Davis AM, Ries D. Commercial devices provide estimates of energy balance with varying degrees of validity in free-living adults. *J Nutr.* 2022;152:630-8.
11. Tay W, Kaur B, Quek R, Lim J, Henry CJ. Current developments in digital quantitative volume estimation for the optimisation of dietary assessment. *Nutrients.* 2020;12:1167.
12. Archundia-Herrera MC & Chan CB. Narrative review of new methods for assessing food and energy intake. *Nutrients.* 2018;10:1064.
13. Institute of Medicine. Dietary reference intakes (DRIs): The essential guide to nutrient requirements. Washington DC: National Academies Press. 2005. Available from: https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic_uploads/DRIEssentialGuideNutReq.pdf.
14. Souza DR, Anjos LA, Wahrlich V, Vasconcellos MT, Machado Jda M. Ingestão alimentar e balanço energético da população adulta de Niterói, Rio de Janeiro: resultados da Pesquisa de Nutrição, Atividade Física e Saúde – PNAFS. *Cad Saude Publica.* 2010;26:879-90.
15. Freedman LS, Commins JM, Moler JE, Arab L, Baer DJ, Kipnis V et al. Pooled results from 5 validation studies of dietary self-report instruments using recovery biomarkers for energy and protein intake. *Am. J Epidemiol.* 2014;180:172-88.
16. Macena ML, Pureza IROM, Melo ISV, Clemente AG, Ferreira HS, Florêncio TMMT et al. Agreement between the total energy expenditure calculated with accelerometry data and the BMR yielded by predictive equations v. the total energy expenditure obtained with doubly labelled water in low-income women with excess weight. *Br. J. Nutr.* 2019;122:1398-408.

17. Batista LD, de França NAG, Fontanelli MM, Martinez-Arroyo AG, Fisberg RM. Misreporting of dietary energy intake obtained by 24 h recalls in older adults: a comparison of five previous methods using doubly labeled water. *Eur J Clin Nutr.* 2022;76:535-43.
18. Pfrimer K, Vilela M, Resende CM, Scagliusi FB, Marchini JS, Lima NK et al. Under-reporting of food intake and body fatness in independent older people: a doubly labelled water study. *Age Ageing.* 2015;44:103-8.
19. Schoeller DA, Thomas D, Archer E, Heymsfield SB, Blair SN, Goran MI et al. Self-report-based estimates of energy intake offer an inadequate basis for scientific conclusions. *Am. J. Clin.* 2013;97:1413-15.
20. Schoeller DA. Recent Advances from Application of Doubly Labeled Water to Measurement of Human Energy Expenditure. *J Nutr.* 1999;129:1765-68.
21. Goldberg GR, Black AE, Jebb SA, Cole TJ, Murgatroyd PR, Coward WA et al. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy intake physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur J Clin Nutr.* 1991;45:569-81.
22. Black AE. Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake: basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000;24:1119-30.
23. Anjos LA, Wahrlich V & Vasconcellos MT. BMR in a Brazilian adult probability sample: the Nutrition, Physical Activity and Health Survey. *Public Health Nutr.* 2014;17:853-60. Corrigendum in *Public Health Nutr* 2013;16:1526.
24. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr.* 1985;39:5-41.
25. Thom G, Gerasimidis K, Rizou E, Alfheaid H, Barwell N, Manthou E et al. Validity of predictive equations to estimate RMR in females with varying BMI. *J Nutr Sci.* 2020;9:e17.
26. Madden AM, Mulrooney HM & Shah S. Estimation of energy expenditure using prediction equations in overweight and obese adults: a systematic review. *J Hum Nutr Diet.* 2016;29:458-76.
27. Porter J, Nguo K, Collins J, Kellow N, Huggins CE, Gibson S et al. Total energy expenditure measured using doubly labeled water compared with estimated energy requirements in older adults (≥ 65 y): analysis of primary data. *Am. J Clin.* 2019;110:1353-61.
28. Wahrlich V, Anjos LA, Going SB, Lohman TG. Basal metabolic rate of Brazilians living in the Southwestern United States. *Eur J Nutr.* 2007;61:289-93.

29. Wahrlich V, Teixeira TM & Anjos LA. Validity of a population specific BMR predictive equation for adults from an urban tropical setting. *Clin Nutr.* 2018;37:208-13.
30. Sgambato MR, Wahrlich V & Anjos LA. Validity of basal metabolic rate prediction equations in elderly women living in an urban tropical city of Brazil. *Clin Nutr ESPEN.* 2019;32:158-64.
31. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Available from: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>.
32. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil: Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Rio de Janeiro: IBGE. 2010. Available from: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45419.pdf>.
33. World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. WHO Technical Report Series, n. 894. Geneva, Switzerland: WHO. 2000. Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42330/WHO_TRS_894.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
34. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL). Brasília, DF: MS. 2019. Available from: <https://irp-cdn.multiscreensite.com/63a687e5/files/uploaded/vigitel-brasil-2019-vigilancia-fatores-risco.pdf>.
35. Black AE, Goldberg GR, Jebb SA, Livingstone MB, Cole TJ, Prentice AM. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 2. Evaluating the results of published surveys. *Eur J Clin Nutr.* 1991;45:583-99.
36. Batista LD, De França NAG, Pfrimer K, Fontanelli MM, Ferriolli E, Fisberg RM. Estimating total daily energy requirements in community-dwelling older adults: validity of previous predictive equations and modeling of a new approach. *Eur J Clin Nutr.* 2020;75:133-40.
37. Yamauchi T, Umezaki M, & Ohtsuka R. Physical activity and subsistence pattern of the Huli a Papua New Guinea highland population. *Am J Phys Anthropol.* 2001;114:258-68.

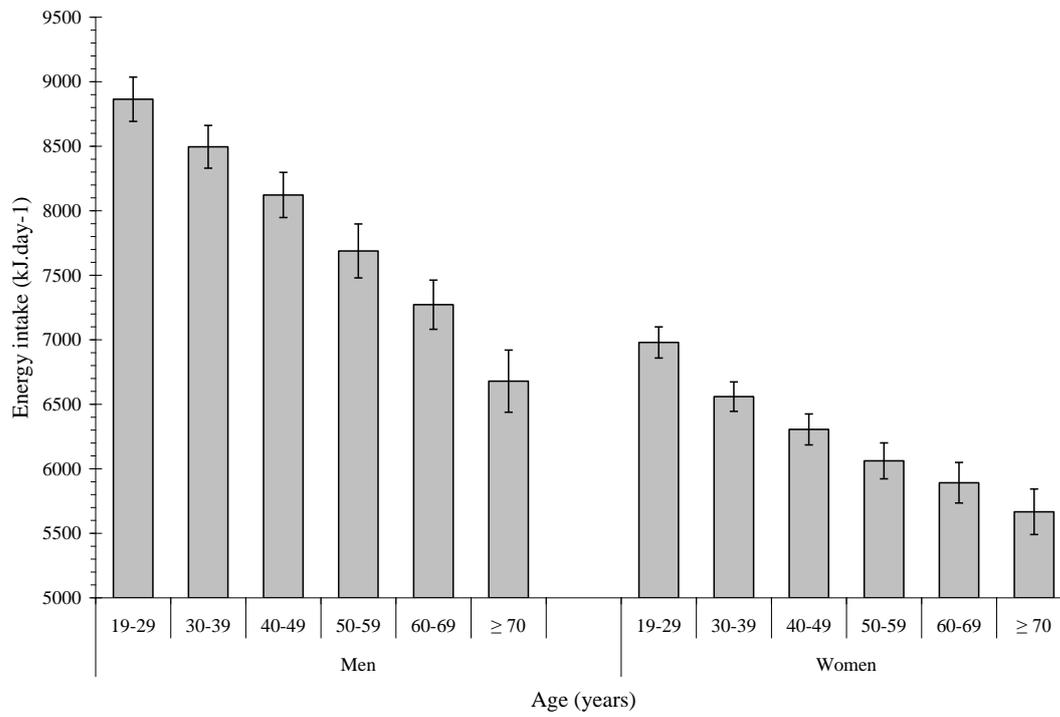
38. Scientific Advisory Committee on Nutrition (2011) Dietary Reference Values for Energy. The Stationery Office. London. 2011. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/sacndietary-reference-values-for-energy>. Cited June 2021.
39. Anjos LA, Silva BAM & Wahrlich V. Physical activity level and energy expenditure assessed by accelerometry in 60y+ Brazilian subjects. *Rev Bras Med Esporte*. 2019;25:116-20.
40. Heymsfield SB, Smith B, Dahle J, Kennedy S, Fearnbach N, Thomas DM et al. Resting energy expenditure: from cellular to whole-body level, a mechanistic historical perspective. *Obesity*. 2021;29:500-11.
41. International Agency for Research on Cancer. Energy balance and obesity. Working Group Reports. 2017. Available from: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Working-Group-Reports/Energy-Balance-And-Obesity-2017>.
42. Westerterp KR & Speakman JR. Physical activity energy expenditure has not declined since the 1980s and matches energy expenditure of wild animals. *Int J Obes (London)*. 2008;32:1256-63.
43. Pontzer H, Yamada Y, Sagayama H, Ainslie PN, Andersen LF, Anderson LJ et al. IAEA DLW Database Consortium. Daily energy expenditure through the human life course. *Science*. 2021;373:808-12.
44. Careau V, Halsey LG, Pontzer H, Ainslie PN, Andersen LF, Anderson LJ et al. Energy compensation and adiposity in humans. *Curr Biol*. 2021;31:4659-66.e2.
45. Dhurandhar NV, Schoeller D, Brown AW, Heymsfield SB, Thomas D, Sørensen TI et al. Energy Balance Measurement Working Group. Response to 'Energy balance measurement: when something is not better than nothing'. *Int J Obes*. 2015;39:1175-76.
46. Subar AF, Freedman LS, Tooze JA, Kirkpatrick SI, Boushey C, Neuhauser ML et al. Addressing current criticism regarding the value of self-report dietary data. *J Nutr*. 2015;145:639-45.
47. Ejima K, Brown AW, Schoeller DA, Heymsfield SB, Nelson EJ, Allison DB. Does exclusion of extreme reporters of energy intake (the "Goldberg cutoffs") reliably reduce or eliminate bias in nutrition studies? Analysis with illustrative associations of energy intake with health outcomes. *Am J Clin Nutr*. 2019;110:1231-9.

48. Archer E, Hand GA & Blair SN. Validity of U.S. nutritional surveillance: National Health and Nutrition Examination Survey caloric energy intake data, 1971-2010. *PLoS One*. 2013;8:e76632.
49. Cooper JA, Manini TM, Paton CM, Yamada Y, Everhart JE, Cummings S et al. Longitudinal change in energy expenditure and effects on energy requirements of the elderly. *Nutr J*. 2013;12:73.
50. Ravelli MN, Schoeller DA, Crisp AH, Racine NM, Pfrimer K, Rasera Junior I et al. Accuracy of total energy expenditure predictive equations after a massive weight loss induced by bariatric surgery. *Clin Nutr ESPEN*. 2018;26:57-65.
51. Tooze JA, Schoeller DA, Subar AF, Kipnis V, Schatzkin A, Troiano RP. Total daily energy expenditure among middle-aged men and women: the OPEN Study. *Am J Clin Nutr*. 2007;86:382-7.
52. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Continuous Update Project Expert Report Diet, nutrition and physical activity: Energy balance and body fatness. 2018. Available from: <http://www.dietandcancerreport.org>. Cited June 2021.
53. Heini AF, Minghelli G, Diaz E, Prentice AM, Schutz Y. Free-living energy expenditure assessed by two different methods in rural Gambian men. *Eur J Clin Nutr*. 1996;50:284-9.
54. Verly Junior E, Marchioni DM, Araujo MC, Carli E, Oliveira DCRS, Yokoo EM, et al. Evolution of energy and nutrient intake in Brazil between 2008-2009 and 2017-2018. *Rev Saude Publica*. 2021;55(Supl 1):5s.
55. Vasconcellos MTL, Anjos LA. A simplified method for assessing physical activity level values for a country or study population. *Eur J Clin Nutr*. 2003;57:1025-33.

Table I - Means and 95% confidence intervals of physical variables, energy intake (EI), basal metabolic rate (BMR), energy requirement (ER) estimates, energy balance (EB), EI/BMR and EI/ER ratios for the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009).

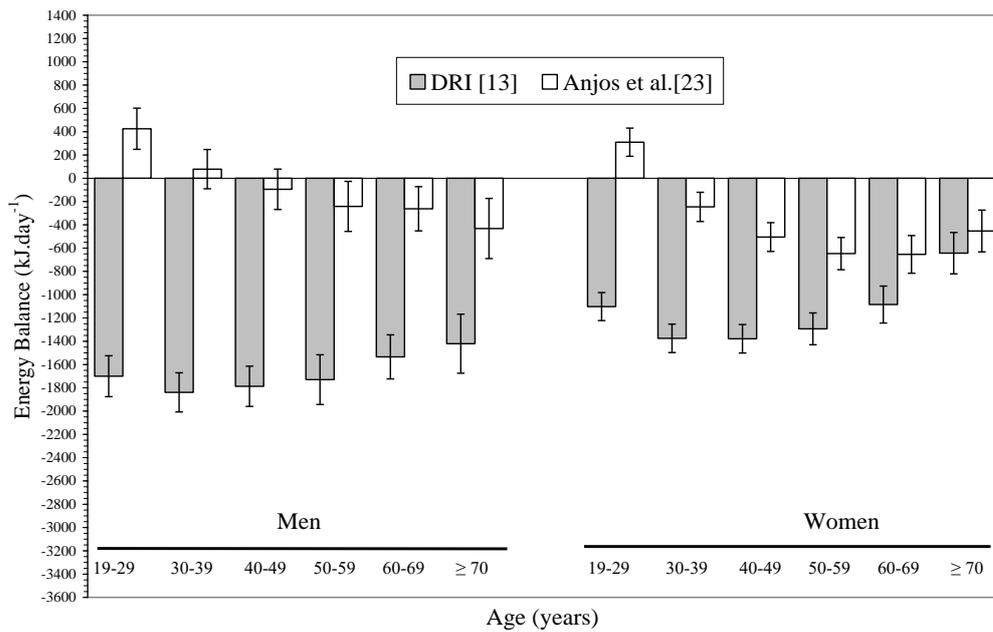
	Men (n=12•207)	Women (n=14•392)
	Mean (95% CI)	Mean (95% CI)
Age (years)	42•7 (42•4, 43•1)	43•1 (42•7, 43•4)
Body mass (kg)	74•2 (73•9, 74•6)	64•5 (64•2, 64•8)
Stature (cm)	170•6 (170•4, 170•8)	158•6 (158•5, 158•8)
Body mass index (kg.m ⁻²)	25•4 (25•3, 25•5)	25•7 (25•5, 25•8)
Energy intake (EI; kJ.day ⁻¹)	8161•7 (8080•5, 8242•5)	6414•9 (6352•9, 6477•2)
Basal metabolic rate (BMR; kJ.day ⁻¹) using:		
Schofield's (24) equation	7120•3 (7098•6, 7142•1)	5696•9 (5683•5, 5710•3)
Anjos et al.'s (23) equation	5816•6 (5797•8, 5835•8)	4770•6 (4755•5, 4785•2)
Energy requirement (ER; kJ.day ⁻¹) using PAL = 1•4:		
ER _{DRI} (13)	9878•8 (9851•2, 9906•5)	7629•9 (7610•7, 7649•2)
Schofield's (24) equation	9968•4 (9938•3, 9998•9)	7975•5 (7956•7, 7994•4)
Anjos et al.'s (23) equation	8143•3 (8116•5, 8170•1)	6678•9 (6658•0, 6699•4)
Energy balance (EI-ER; kJ.day ⁻¹) using:		
ER _{DRI} (13)	-1717•1 (-1800•0, -1634•7)	-1215•0 (-1278•2, -1151•9)
Schofield's (24) equation	-1807•1 (-1890•3, -1723•4)	-1560•6 (-1624•2, -1496•6)
Anjos et al.'s (23) equation	18•4 (-64•8, 101•2)	-263•6 (-328•9, -198•7)
EI/BMR (Goldberg index) using:		
Schofield's (24) equation	1•15 (1•14, 1•17)	1•13 (1•12, 1•15)
Anjos et al.'s (23) equation	1•42 (1•40, 1•43)	1•36 (1•35, 1•38)

Figure 1 – Energy intake (kJ.day⁻¹) according to sex and age of Brazilian adult population – The National Family Budget Survey (2008-2009)



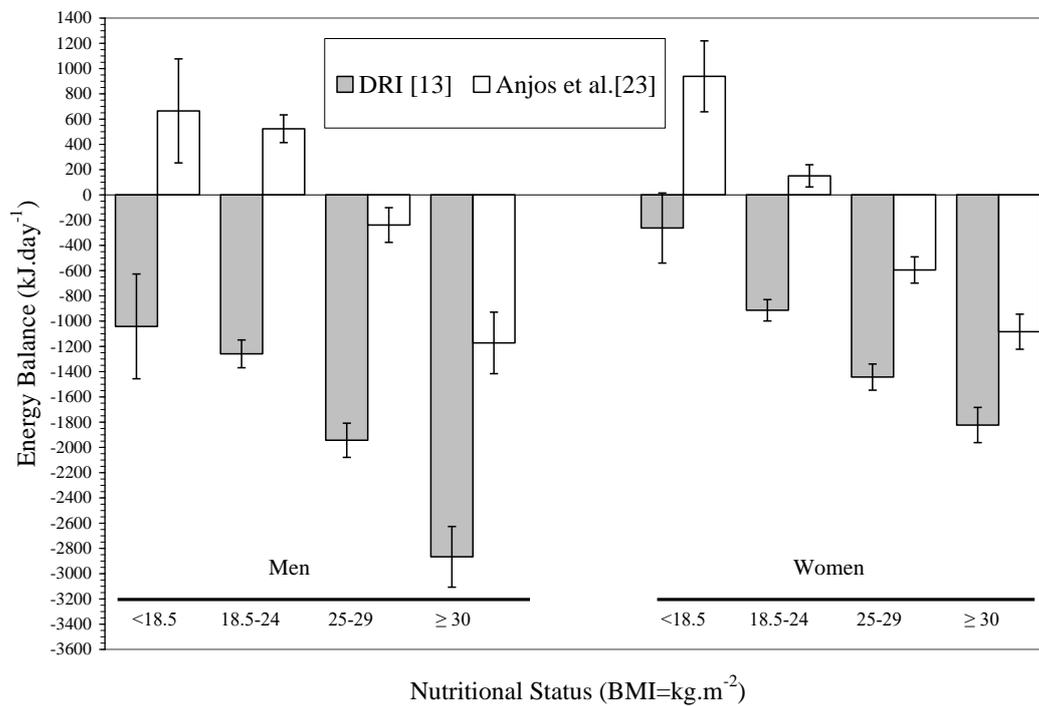
Vertical lines are the 95% confidence interval.

Figure 2 - Energy balance ($\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$) calculated as the difference between energy intake and energy requirement calculated using DRI's (13) equation and basal metabolic rate derived from Anjos et al.'s (23) equation multiplied by 1.4 according to sex and age of the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009).



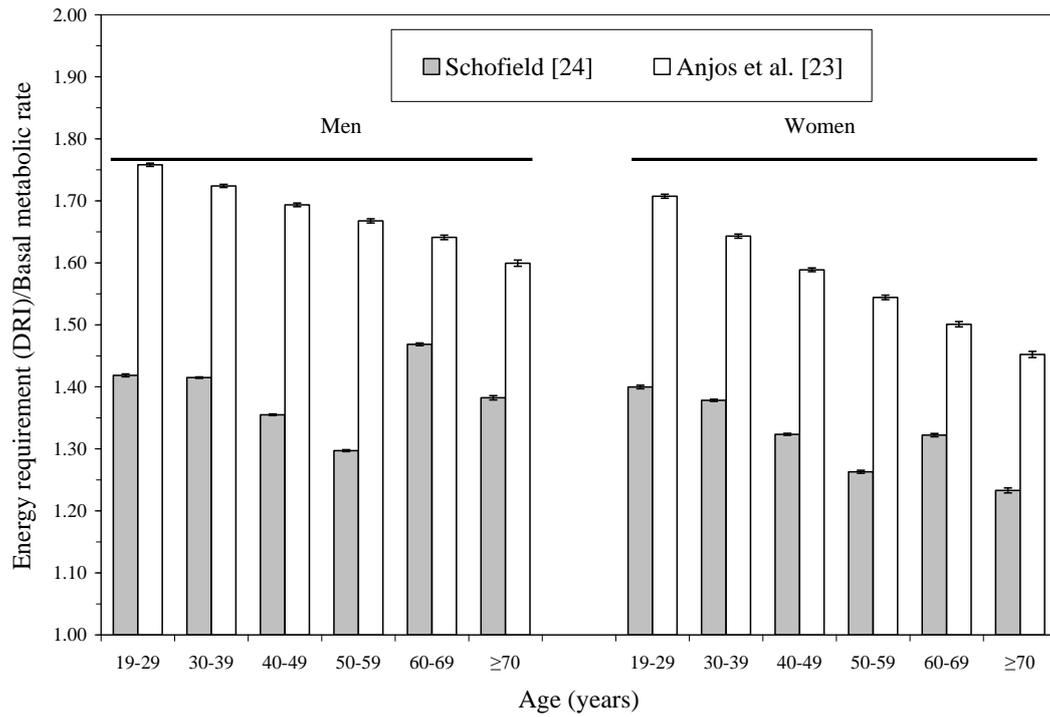
Vertical lines are the 95% confidence interval.

Figure 3 – Energy balance ($\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$) calculated as the difference between energy intake and energy requirement calculated using DRI's (13) equation and basal metabolic rate derived from Anjos et al.'s (23) equation multiplied by 1.4 according to sex and body mass index categories ($\text{BMI} = \text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) of the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009)



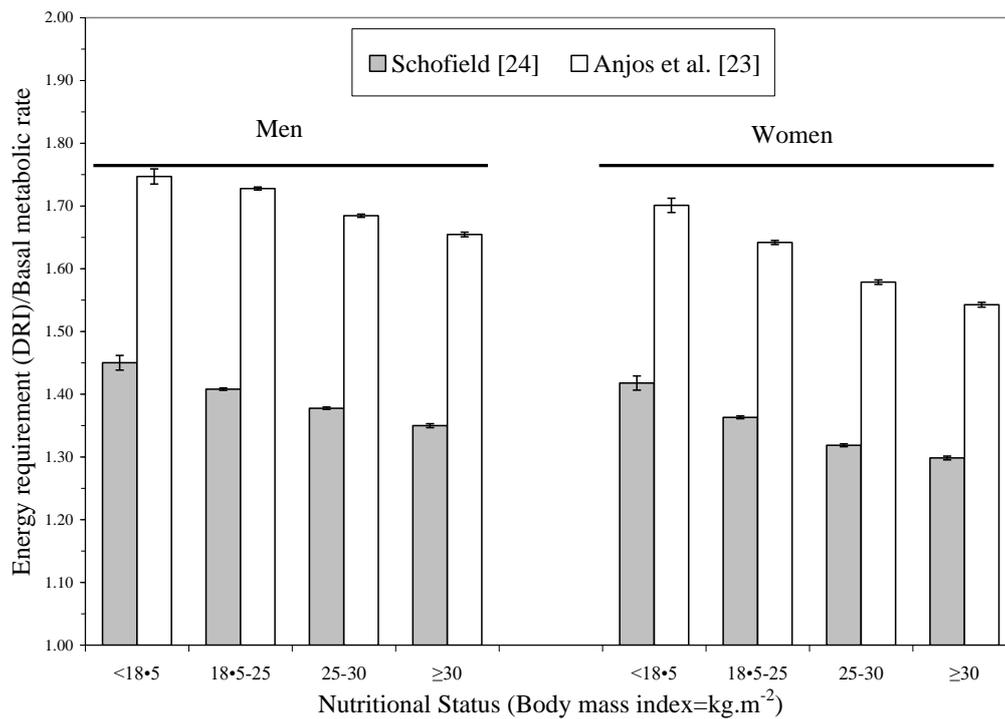
Vertical lines are the 95% confidence interval.

Figure 4 – Ratios of energy requirement calculated using the DRI's (13) equation and basal metabolic rate using the Schofield's (24) and Anjos et al.'s (23) equations according to sex and age in the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009).



Vertical lines are the 95% confidence interval.

Figure 5 – Ratios of energy requirement calculated using the DRI's (13) equation and basal metabolic rate using the Schofield's (24) and Anjos et al.'s (23) equations according to sex and body mass index categories (BMI = $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) in the Brazilian adult population - The National Family Budget Survey (2008-2009).



Vertical lines are the 95% confidence interval.

4.2. Artigo 2

Energy expenditure and requirement estimated by 24-hour physical activity recalls and doubly labeled water in a sample of adults from Rio de Janeiro, Brazil
(EM DESENVOLVIMENTO)

Abstract

Background: Doubly labeled water (DLW) is an expensive and complex technique to assess total daily energy expenditure (TDEE). The present study aimed to assess if a 24-hour physical activity recall (24hPAR) and the FAO/WHO and DRI could accurately estimate TDEE and energy requirement (ER).

Methods: Anthropometric (stature and body mass), basal metabolic rate ($mBMR$) and TDEE by DLW ($DLWTDEE$) data were collected in a convenience sample of forty adults living in a tropical setting in Brazil. After collection of a baseline urine sample, the participants received a DLW dose and were instructed to collect a daily urine sample over 14 consecutive days and to answer four 24hPARs (2 face to face and 2 over the phone). TDEE from the 24hPARs was calculated using MET codes and BMR estimated by general (Schofield, $sBMR$) or a population-specific equation (Anjos et al., $aBMR$). Physical activity level (PAL) was calculated as $DLWTDEE/mBMR$ and the 24h duration-weighted MET of the reported activities was considered as its proxy (MET_24hPAR). Energy requirement (ER) was calculated using $sBMR$ or $aBMR$ multiplied by MET_24hPAR (FAO/WHO approach) or the DRI equations.

Results: Mean age and BMI ($\pm SD$) were 30.4 ± 11.0 years and 23.1 ± 2.7 $kg \cdot m^{-2}$. $mBMR$ (5598 ± 838 $kJ \cdot min^{-1}$) was statistically different from $sBMR$ (6509 ± 995 $kJ \cdot min^{-1}$). Mean PAL (1.77 ± 0.26) was not statistically different from MET_24hPAR (1.70 ± 0.17). $DLWTDEE$ (9924 ± 2176 $kJ \cdot min^{-1}$) was statistically different from TDEE estimated with $sBMR$ and MET (11880 ± 2151 $kJ \cdot min^{-1}$). ER estimated by FAO/WHO (11048 ± 1941 $kJ \cdot min^{-1}$) or DRI (11020 ± 2058 $kJ \cdot min^{-1}$) equations were significantly higher than $DLWTDEE$. TDEE was accurately estimated when using the population-specific equations (10106 ± 1734 $kJ \cdot min^{-1}$).

Conclusion: PAL and TDEE estimated from the 24hPAR were accurate but the ER estimates using the FAO/WHO and the DRI approaches were not.

Key words: Energy metabolism; basal metabolism; Calorimetry indirect; Validation studies; Surveys and Questionnaires

Introduction

Doubly labeled water (DLW) is the most accurate method and is considered the “gold standard” to determine the total daily energy expenditure (TDEE) [1] and the energy requirement (ER) of populations [2]. However, due to the high cost of the isotopes and the need of sophisticated equipment for the analyses, the method is still not widely used and many studies have small samples, especially in developing countries. Likewise, the level of physical activity (PAL) of populations based on TDEE by DLW and measured basal metabolic rate (m BMR) data are also scarce. Nonetheless, the FAO/WHO suggests a simplified method to estimate the ER by multiplying BMR and PAL [3]. Over the years, studies have shown that predicted BMR seems inadequate for some populations [4-7] and that the PAL was overestimated in many settings [8-12]. Recently, the National Academy of Sciences, Engineering, and Medicine (2023) has published sex-specific ER equations based on the same principle including age, stature, body mass and PAL in their predictions [13].

Alternatively, TDEE can be estimated by summing the daily energy cost of activities expressed as multiples of resting energy expenditure usually using the traditional MET value of $3.5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ [14]. Determining the activities in a 24-hour period can be done through self-reported questionnaires or interviews, which are cheaper and easier to conduct [15,16]. The method, 24h physical activity recall (24hPAR), has been used in clinical practice [17] and surveys [16] to estimate TDEE and ER [15,16,18] and also to estimate a proxy of PAL as the duration-weighted MET codes for 24 hours [15,18] which multiplied by BMR would estimate the ER [3]. Given the scarcity of data on TDEE in Brazilians, the present study aimed to determine TDEE and PAL obtained by DLW and m BMR in an adult Brazilian sample living in a tropical setting and to assess the accuracy of the 24hPAR to estimate TDEE, PAL and ER. The accurate determination of these variables is essential for the development of public policies to face the health reality of the Brazilian population characterized by increasing prevalence of obesity.

Materials and Methods

Subjects

A convenience sample of 40 adults (20-64y, 21 women) was recruited among university personnel and their family members or acquaintances in Niterói, a tropical city in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil. Participants were apparently healthy, were not on any medication that interfered on metabolism or on weight management intervention. All participants agreed to participate in the study by signing an informed consent form that met the requirements of the Research Ethics Committee of the Medical School of the Universidade Federal Fluminense.

BMR measurement and estimation

The participant came to the laboratory early in the morning (8:00 - 9:00 am) after 10 - 12 hours of fasting and at least 24 hours without vigorous physical activity practice. After 15 minutes of rest, gas exchange was measured for 25 minutes with the participant's head covered with a canopy and lying supine in a quiet, low-light environment with controlled temperature and humidity. Data from the last 20 minutes were used to determine $mBMR$ using Weir's equation [19] and expressed in $\text{kJ}\cdot\text{day}^{-1}$. The calorimeter (Vmax Encore 29, SensorMedics, Palm Springs, CA) was calibrated daily before the measurement. $mBMR$ was considered valid if the coefficient of variation of both $\dot{V} O_2$ and $\dot{V} CO_2$ were less than 10%. BMR was also estimated using the Schofield [20] equation ($sBMR$), as suggested by FAO/WHO [3], and a set of population-specific equations (Anjos et al. [21]) developed in a probability sample of adults from Niterói (ΔBMR).

Doubly labeled water administration and analysis

On the day of the BMR measurement, a baseline urine sample was collected after which a DLW dose of 2g of 10% $^2H_2^{18}O$ /kg and 0.12g of 99.9% 2H_2O /kg of estimated total body water was ingested. Two washes of the bottle with 50 mL of drinking water were drunk to ensure the

intake of the entire dose. The participants were instructed to collect a daily sample of urine at a fixed time for 14 days and to store the samples in a refrigerator. After this period, the samples were returned and stored in a freezer at the laboratory until they were analyzed.

The DLW-derived energy expenditure was determined by the multiple points technique [22] (days one, two, three, seven, twelve, thirteen and fourteen) using isotopic ratio mass spectrometry (ANCA 20-22, SERCON, United Kingdom) at the Isotope Ratio Mass Spectrometry Laboratory of the Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo. The difference in concentration of isotopes from the urine baseline sample and the samples after the dose over the period was used to estimate the $\dot{V} \text{CO}_2$ based on the rate of deuterium and ^{18}O eliminated [22]. The TDEE ($_{\text{DLW}}\text{TDEE}$) was calculated using the indirect calorimetry equation and the pre-established 0.85 respiratory quotient [23].

Physical activity recalls

Four 24hPARs (two face-to-face during the laboratory visits and two over the phone) were conducted to estimate TDEE along the 14 day period of urine collection for the determination of TDEE by DLW. The 24hPARs were applied by trained researchers on non-consecutive days including one weekend day in association with a 24h dietary recall. The idea of conducting the 24h dietary and physical activity recalls together is based on the idea that using the time as a reference may help remember the activity and dietary behaviors in the environmental and local context of daily living [16]. The 24hPAR follows the concept of obtaining the activities performed in 15-30 min intervals [24] as described by Bouchard et al. [25] but instead of choosing the activities from a list, the subject describes the activity which is then recorded by the researcher. The interview starts by asking the time the participant woke up on the previous day and the first activity they did and the time it ended. After that it was asked if he/she had eaten or drunk anything during the period. If so, detailed information on type, quality and quantity of all items ingested were recorded. It was asked what the participant did next and the time it ended. The same question about food eaten or liquids drunk was done. These procedures were repeated until the time he/she woke up on the following day or the completion of 24 hours. Only the 24hPAR data were included in the present report.

The MET codes from the Compendium of Physical Activities [14] were used to determine the physical activity intensity of the reported activities for the time the participant was awakened. The energy expenditure of sleeping was calculated by multiplying BMR and the reported sleeping time. The 24h-derived TDEE was determined in two ways. First, it was calculated using the estimated $sBMR$ and the conventional MET value of $3.5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ by summing the $sBMR$ for the sleeping time and the multiplication of the MET codes and the MET value for the activities during the waking time. The other approach followed the same principle but used an equation to estimate MET ($NMET$) derived from a household survey conducted in Niterói [26] and the A_{BMR} in the calculations.

PAL was determined by dividing $DLWTDEE$ and $mBMR$. A proxy of PAL was derived as the average duration-weighted MET codes (MET_{24hPAR}) of the Compendium of Physical Activities [14] reported in the 24hPAR and using 0.95 of MET for the sleeping period. The principle of this approach was described by Gerrior et al. [27] when the proxy of PAL was used to determine the activity factor in the dietary reference intake equations [28] to reach the ER. In the present study, this value was used to estimate the ER using the simplified method suggested by FAO/WHO [3] in two ways: 1) as $sBMR$ multiplied by MET_{24hPAR} and 2) as A_{BMR} multiplied by MET_{24hPAR} . ER was also estimated by the DRI equations (*TEE Prediction Equations by Age/Sex and Life-Stage Group*) published by the NASEM [13]. The individual calculated PAL value ($DLWTDEE/mBMR$) was used in accordance with the suggested procedures of each set of equations. Estimated ER was also expressed as percentage of $DLWTDEE$ as $[(ER - DLWTDEE) / DLWTDEE] \times 100$.

Anthropometry and body composition measurements

Body mass (kg) and stature (cm) were measured using the Lohman et al.'s [29] protocol and the body mass index (BMI; $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$) was calculated and used to assess the nutritional status according to the cutoff points suggested by WHO [30]: underweight, $BMI < 18.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$; overweight, $25 \leq BMI < 30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$; and obesity, $BMI \geq 30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. Total body water was estimated from the DLW analyses with which fat-free mass, body fat and body fat percentage were derived.

Data analysis

Values are presented as mean, standard deviation and 95% confidence interval (CI). The SAS Viya for Learners 3.5 was used to perform the statistical analyses. Statistical significance of the differences between measured and estimated TDEE and between sexes was determined when the 95% CIs did not include zero or overlap, respectively. The Bland & Altman [31] method was used to assess the level of agreement between TDEE estimated by the different approaches and ER estimated by FAO/WHO [3] and the DRI [13] equations.

Results

Table 1 presents the descriptive statistics of physical and physiological variables of the 40 participants. None of the subjects were obese, 20% were overweight and 10% were underweight. $mBMR$ was not different from the population-specific BMR equation (${}_A BMR$) in men and significantly lower than ${}_S BMR$ in both sexes.

Duration-weighted MET calculated from the 24hPAR (MET_{24hPAR}) was non significantly different from average PAL (Table 2). Most men (47.4, 15.8 and 26.3% were in very active, active and low active categories) and women (23.8, 14.3, and 38.1%, respectively) were active according to PAL.

TDEE estimated using ${}_S BMR$ and MET was significantly higher than ${}_{DLW} TDEE$ in both sexes. Estimated TDEE using the population-specific equations of BMR and MET was not different from ${}_{DLW} TDEE$. ER estimated by DRI [13] in both sexes and by FAO/WHO [3] using ${}_S BMR$ was statistically different from ${}_{DLW} TDEE$ (Table 2). ER estimated by FAO/WHO [3] using ${}_A BMR$ was accurate only for women.

Measured and estimated BMR were moderately correlated with ${}_{DLW} TDEE$, except for men (Table 3). The estimates of TDEE and ER were highly correlated with fat free mass and total body water in the group as a whole and in women only.

The Bland & Altman plots show that TDEE and ER estimated using ${}_A\text{BMR}$ (Figure 1B and 1D) had lower limits of agreement in comparison to the TDEE estimated using ${}_S\text{BMR}$ (Figure 1A and 1C). ER estimated by the DRI equations [13] had the lowest limits of agreement (Figure 1E) among all methods.

Figure 2 shows the individual differences between ${}_{DLW}\text{TDEE}$ and estimated TDEE and ER. While TDEE estimated using ${}_S\text{BMR}$ (Figure 2A) was overestimated in 85.0% of the sample, TDEE estimated by ${}_A\text{BMR}$ presented symmetric over and underestimation (Figure 2B). More overestimation (77.5%) was observed when ER was estimated using ${}_S\text{BMR}$ (Figure 2C) but more underestimation (70.0%) when ${}_A\text{BMR}$ was used (Figure 2D). ER by the DRI equation [13] was overestimated in 90.0% of the participants (Figure 2E).

Discussion

TDEE is the pillar information for the determination of ER in free living individuals [1,3,13], but there is still limited accurate data from middle and low-income countries primarily due to the high cost and sophistication of the DLW technique. Therefore, the search for simpler approaches, especially based on BMR and PAL, remains a challenge to be faced by researchers and clinicians alike. Additionally, it has also been a challenge to develop accurate BMR predictive equations to be used in TDEE estimation [3]. The inadequacy of the BMR equations [20] in some populations [7,32-34] and especially for those living in tropical regions [5,6,21] have been well documented in the literature and is also demonstrated in the present sample of Brazilian adults. Although the population-specific BMR equation yielded non significantly different values for men, ${}_m\text{BMR}$ explained only approximately 2/3 of the variability found in the ${}_{DLW}\text{TDEE}$. On the other hand, body mass and fat-free mass were able to explain much more of the BMR variability for the whole sample. Halsey et al. [35] showed that there is greater variability in BMR and TDEE in men even after controlling for stature and fat-free mass in the DLW database of the International Atomic Energy Agency for healthy adults, which could reflect that the variance between sexes could be a sexual selection characteristic with diversity in physiological processes. As pointed out by Johnstone et al. [36] there is still 26% variation in BMR between individuals that cannot be explained by differences in body composition

which may be due to the variability in physical activity [37] and tissue-specific metabolism [38], including differences in mitochondrial metabolism [39].

The PAL needed to estimate the TDEE is the same used to qualify the lifestyle behavior of individuals or population but there is limited reported data in the literature, particularly in middle and low-income countries. In the present sample, PAL and its proxy, calculated as duration-weighted MET codes from reported activities in 24h, were high and represent that this group had a moderately active lifestyle according to FAO/WHO [3] and active lifestyle according to the most recent DRI [13]. These results disagree with questionnaire survey data for the Brazilian adult population that show that 36% of men and 52% of women did not reach the physical activity recommendation in 2019 [40]. The PAL value found in the present sample is similar to what has been described in different studies from developed and developing countries [11,18,41-43], including a sample of 21 health Australian older people (≥ 80 y, average PAL of 1.88) [34], in sixteen apparently health Brazilian low income older women (62-77y; PAL=1.89) [12] and in eleven Brazilian adults (37-65y) from a control group in a study assessing TDEE in subjects with short bowel syndrome (PAL=1.75) [44]. In a recent publication with 353 adults from 14 studies using Omnicol to measure the BMR and the DLW TDEE, Westerterp [45] found an average PAL of 1.70 and 1.76 for women and men, respectively. However, the PAL values of the present study are somewhat different from what was found in other studies. In a sample of 932 health older Americans (50-74y) from the iDATA study [46] with BMI below $40 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, average PAL was 1.68 using DLW TDEE and estimated BMR by Mifflin-St Jeor equation [47]. In twenty-two older men from the Brazilian low income sample [12], PAL was 1.53. In a sample of 51 Indians and Creoles children (7-11y) from Mauritius [48], PAL was 1.54 but $sBMR$ was used to calculate PAL which could explain the lower value of this sample of children living in a tropical setting.

A key goal in the present study is that the PAL could be accurately estimated from the duration-weighted MET codes in the 24hPAR. Similar findings have been documented by Koebnick et al. [49] who also found a non-significant difference of 0.05 between PAL and estimated average 24h MET in a group of health German adults and by Matthews et al. [46] who reported overestimation of only 3%, in the iDATA study. Thus, the MET_24hPAR could be a good tool to estimate PAL in order to detect activity patterns and to calculate the ER of groups of adults.

The present study shows that the use of the 24hPAR, using the conventional MET value and the internationally recommended set of BMR equations ($sBMR$) were inaccurate. Matthews et al. [46] found overestimation of only 3% between $DLWTDEE$ and four 24hPARs when BMR was predicted by the Mifflin-St Jeor equation [47], despite the relatively low correlation ($r=0.53$) between physical activity energy expenditure of the two methods. Koebnick et al. [49] found similar results (3.4% overestimation) and good correlation between $DLWTDEE$ and 24hPARs (0.88) in healthy German adults. In the present sample of adults, although correlation between $DLWTDEE$ and TDEE calculated from 24hPAR using population-specific estimates of both resting ($nMET$) [26] and basal metabolism ($aBMR$) [21] was weak for both sexes, the difference between the methods was close to zero. Welk et al. [16] also showed that estimated TDEE from physical activity recalls was accurate in comparison to TDEE estimated by accelerometry in a sample of 1347 adults from Iowa, USA. In their study, TDEE was also calculated using the MET codes from the Compendium of Physical Activities which confirm the possible use of 24h physical activity recalls in clinical or epidemiological studies. However, there is great interindividual variability and the recalls may be more appropriate for groups of individuals, which demonstrate that in the clinical routine the estimation of the TDEE of an individual continues to be a challenge.

The ER estimated as recommended by the FAO/WHO [3] ($sBMR$ and MET_{24hPAR}) was significantly higher than $DLWTDEE$ in the present sample of adults. Yamada et al. [18] found around 15% underestimation of ER when general BMR equations and MET_{24hPAR} were used in a sample of older Japanese subjects. The CALORIE study also observed that 24hPAR significantly underestimated TDEE in American adults with BMI between 22 and 28 $kg.m^{-2}$ using seven 24hPARs to calculate the $MET \cdot h \cdot day^{-1}$ multiplied by measured resting metabolic rate [11]. Johansson & Westerterp [41] found little difference ($0.08 \pm 1.20 MJ \cdot day^{-1}$) between $DLWTDEE$ and ER using $sBMR$ and PAL calculated from 24hPARs in a small group of Swedish adults with rheumatoid arthritis. Using the same approach but with Ganpule et al.'s [50] BMR equation and PAL derived from 24hPARs, Nishida et al. [51] found a difference of just 57 $kcal \cdot day^{-1}$ in relation to $DLWTDEE$ in a group of 58 Japanese older persons in the CLEVER study.

The ER estimated by the new DRI [13] equations was also inaccurate in the present sample of adults. Using the earlier version of DRI [28], Batista et al. [12] showed that it provided accurate TDEE estimates ($\cong -2\%$) in a sample of 38 Brazilian older adults. Similar

results were found by Macena et al. [52] in 45 low-income overweight Brazilian women in whom $sBMR$ was used and PAL was estimated by accelerometry. These differences can be explained, in part, by the exclusion of DLW data from low-income countries in the 2023 equation [13]. An important feature of the new DRI equations is that they were developed to correct the interindividual variability of TDEE and the present results prove this concept.

In conclusion, 24hPAR provides accurate estimates of TDEE when using population-specific equations of BMR and MET. This is an important finding as this could be a cheaper and simpler subjective method to estimate TDEE in comparison to more sophisticated and expensive methods such as the DLW. The recent DRI [13] equations and the FAO/WHO [3] approach were also inaccurate to estimate ER. Although the sample is small and future research with a large sample should be encouraged, the present study provides good evidence for the use of 24h physical activity recalls to estimate TDEE and PAL in groups of adults living in the tropics in Brazil.

References

- [1] Speakman JR, Pontzer H, Rood J, Sagayama H, Schoeller DA, Westerterp KR et al. The International Atomic Energy Agency International Doubly Labelled Water Database: Aims, Scope and Procedures. *Ann Nutr Metab.* 2019;75(2):114–8.
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization/United Nations University. Energy and Protein Requirements. WHO Technical Report Series no. 724. Geneva: WHO. 1985. Available from: <http://www.fao.org/3/aa040e/AA040E00.htm#TOC>.
- [3] FAO (Food and Agriculture Organization). Human Energy Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. [Technical Report Series 1]. Rome: FAO. 2004. <http://www.fao.org/3/y5686e/y5686e00.htm#Contents>.
- [4] Wahrlich V, Anjos LA. Validação de equações de predição da taxa metabólica basal em mulheres residentes em Porto Alegre, RS, Brasil. *Rev Saúde Pública.* 2001;35(1):39-45.
- [5] Wahrlich V, Teixeira TM, Anjos LAD. Validity of a population-specific BMR predictive equation for adults from an urban tropical setting. *Clin Nutr.* 2018;37(1):208-13.
- [6] Sgambato MR, Wahrlich V, Anjos LAD. Validity of basal metabolic rate prediction

equations in elderly women living in an urban tropical city of Brazil. *Clin Nutr ESPEN*. 2019;32:158-64.

[7] Thom G, Gerasimidis K, Rizou E, Alfheaid H, Barwell N, Manthou E et al. Validity of predictive equations to estimate RMR in females with varying BMI. *J Nutr Sci*. 2020;9:e17. Erratum in: *J Nutr Sci*. 2020;9:e22.

[8] Yamauchi, T, Umezaki M, Ohtsuka R. Physical activity and subsistence pattern of the Huli a Papua New Guinea highland population. *Am J Phys Anthropol*. 2001;114(3):258-68.

[9] Anjos LA, Silva BAM, Wahrlich V. Physical activity level and energy expenditure assessed by accelerometry in 60y+ Brazilian subjects. *Rev Bras Med Esporte*. 2019;25(2):116-20.

[10] Heini AF, Minghelli G, Diaz E, Prentice AM, Schutz Y. Free-living energy expenditure assessed by two different methods in rural Gambian men. *Eur J Clin Nutr*. 1996;50(5):284-9.

[11] Redman LM, Kraus WE, Bhapkar M, Das SK, Racette SB, Martin CK et al. CALERIE Study Group. Energy requirements in nonobese men and women: results from CALERIE. *Am J Clin Nutr*. 2014;99(1):71-8.

[12] Batista LD, De França NAG, Pfrimer K, Fontanelli MM, Ferriolli E, Fisberg RM. Estimating total daily energy requirements in community-dwelling older adults: validity of previous predictive equations and modeling of a new approach. *Eur J Clin Nutr*. 2021;75(1):133-40.

[13] NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine). Dietary Reference Intakes for Energy. Washington, DC: The National Academies Press. 2023. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/26818/dietary-reference-intakes-for-energy>.

[14] Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(8):1575-81.

[15] Namba H, Yamaguchi Y, Yamada Y, Tokushima S, Hatamoto Y, Sagayama H et al. Validation of Web-based physical activity measurement systems using doubly labeled water. *J Med Internet Res*. 2012;14(5):e123.

[16] Welk GJ, Kim Y, Stanfill B, Osthus DA, Calabro MA, Nusser SM et al. Validity of 24-h physical activity recall: physical activity measurement survey. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(10):2014-24.

[17] Troiano RP, Pettee Gabriel KK, Welk GJ, Owen N, Sternfeld B. Reported physical activity and sedentary behavior: why do you ask? *J Phys Act Health*. 2012;9 Suppl 1:S68-75.

- [18] Yamada Y, Hashii-Arishima Y, Yokoyama K, Itoi A, Adachi T, Kimura M. Validity of a triaxial accelerometer and simplified physical activity record in older adults aged 64-96 years: a doubly labeled water study. *Eur J Appl Physiol.* 2018;118(10):2133-46.
- [19] Weir JB de V. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J. Physiol.(Lond.).* 1949;109(1-2):1-9.
- [20] Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr.* 1985; 39 Suppl 1:5-41.
- [21] Anjos LA, Wahrlich V, Vasconcellos MT. BMR in a Brazilian adult probability sample: the Nutrition, Physical Activity and Health Survey. *Public Health Nutr.* 2014;17(4):853-60. Erratum in: *Public Health Nutr.* 2013;16(8):1526.
- [22] Speakman JR, Yamada Y, Sagayama H, Berman ESF, Ainslie PN, Andersen LF et al. A standard calculation methodology for human doubly labeled water studies. *Cell Rep Med.* 2021;2(2):100203.
- [23] Schoeller DA. Validation of habitual energy intake. *Public Health Nutr.* 2002;5(6A):883-8.
- [24] Anjos LA, Barbosa TB, Wahrlich V, Vasconcellos MT. Patterns of physical activity during a typical day for adults in Niterói, Rio de Janeiro State, Brazil: the Nutrition, Physical Activity, and Health Survey (PNAFS). *Cad Saude Publica.* 2012;28(10):1893-1902.
- [25] 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(3):461-7.
- [26] Anjos LA, Machado Jda M, Wahrlich V, De Vasconcellos MT, Caspersen CJ. Absolute and relative energy costs of walking in a Brazilian adult probability sample. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(11):2211-8.
- [27] Gerrior S, Juan W, Basiotis P. An easy approach to calculating estimated energy requirements. *Prev Chronic Dis.* 2006;3(4):A129.
- [28] IOM (Institute of Medicine). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids.* (2005). Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10490>. 1331p. Accessed January 2023.
- [29] Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1988.
- [30] WHO. *Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Expert Committee.* WHO Technical Report Series 894. Geneva: WHO. 2000. 253p.

- [31] Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
- [32] Madden AM, Mulrooney HM, Shah S. Estimation of energy expenditure using prediction equations in overweight and obese adults: a systematic review. *J Hum Nutr Diet*. 2016;29(4):458-76.
- [33] Porter J, Nguo K, Collins J, Kellow N, Huggins CE, Gibson S et al. Total energy expenditure measured using doubly labeled water compared with estimated energy requirements in older adults (≥ 65 y): analysis of primary data. *Am J Clin Nutr*. 2019;110(6):1353-61. Erratum in: *Am J Clin Nutr*. 2020;111(2):488.
- [34] Nguo K, Truby H, Porter J. Total Energy Expenditure in Healthy Ambulatory Older Adults Aged ≥ 80 Years: A Doubly Labelled Water Study. *Ann Nutr Metab*. 2023;79(2):95-105.
- [35] Halsey LG, Careau V, Pontzer H, Ainslie PN, Andersen LF, Anderson LJ et al. Variability in energy expenditure is much greater in males than females. *J Hum Evol*. 2022;171:103229.
- [36] Johnstone AM, Murison SD, Duncan JS, Rance KA, Speakman JR. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(5):941-8.
- [37] Pontzer H, Yamada Y, Sagayama H, Ainslie PN, Andersen LF, Anderson LJ et al. IAEA DLW Database Consortium. Daily energy expenditure through the human life course. *Science*. 2021;373(6556):808-12.
- [38] Heymsfield SB, Smith B, Dahle J, Kennedy S, Fearnbach N, Thomas DM et al. Resting Energy Expenditure: From Cellular to Whole-Body Level, a Mechanistic Historical Perspective. *Obesity*. 2021;29(3):500-11.
- [39] Metcalfe NB, Bellman J, Bize P, Blier PU, Crespel A, Dawson NJ et al. Solving the conundrum of intra-specific variation in metabolic rate: A multidisciplinary conceptual and methodological toolkit: New technical developments are opening the door to an understanding of why metabolic rate varies among individual animals of a species: New technical developments are opening the door to an understanding of why metabolic rate varies among individual animals of a species. *Bioessays*. 2023;45(6):e2300026.
- [40] Ministério da Saúde. *Vigitel Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2019*. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de

Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis, 2020.

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2019_vigilancia_fatores_risco.pdf
(Accessed January 2023).

[41] Johansson G, Westerterp KR. Assessment of the physical activity level with two questions: validation with doubly labeled water. *Int J Obes.* 2008;32(6):1031-3.

[42] Dugas LR, Harders R, Merrill S, Ebersole K, Shoham DA, Rush EC et al. Energy expenditure in adults living in developing compared with industrialized countries: a meta-analysis of doubly labeled water studies. *Am J Clin Nutr.* 2011;93(2):427-41.

[43] Cooper JA, Manini TM, Paton CM, Yamada Y, Everhart JE, Cummings S et al. Health ABC study. Longitudinal change in energy expenditure and effects on energy requirements of the elderly. *Nutr J.* 2013;12:73.

[44] Fassini PG, Pfrimer K, Ferriolli E, Suen VM, Marchini JS, Das SK. Assessment of energy requirements in patients with short bowel syndrome by using the doubly labeled water method. *Am J Clin Nutr.* 2016;103(1):77-82.

[45] Westerterp KR. Predicting resting energy expenditure: a critical appraisal. *Eur J Clin Nutr.* 2023. doi: 10.1038/s41430-023-01299-3. Epub ahead of print.

[46] Matthews CE, Keadle SK, Lyden K, Troiano RP. Measurement of Active and Sedentary Behavior in Context of Large Epidemiologic Studies-Corrigendum. *Med Sci Sports Exerc.* 2021;53:2017. Erratum for: *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(2):266-76.

[47] Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr.* 1990;51(2):241-7.

[48] Ramuth H, Schutz Y, Calonne J, Joonas N, Dulloo AG. Total energy expenditure assessed by doubly labeled water technique and estimates of physical activity in Mauritian children: analysis by gender and ethnicity. *Eur J Clin Nutr.* 2020;74(3):445-453.

[49] Koebnick C, Wagner K, Thielecke F, Moeseneder J, Hoehne A, Franke A et al. Validation of a simplified physical activity record by doubly labeled water technique. *Int J Obes (Lond).* 2005;29(3):302-9.

[50] Ganpule AA, Tanaka S, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61(11):1256-61.

[51] Nishida Y, Nakae S, Yamada Y, Kondo E, Yamaguchi M, Shirato H et al. Validity of One-

Day Physical Activity Recall for Estimating Total Energy Expenditure in Elderly Residents at Long-Term Care Facilities: CLinical EValuation of Energy Requirements Study (CLEVER Study). *J Nutr Sci Vitaminol*. 2019;65(2):148-56.

[52] Macena ML, Pureza IROM, Melo ISV, Clemente AG, Ferreira HS, Florêncio TMMT et al. Agreement between the total energy expenditure calculated with accelerometry data and the BMR yielded by predictive equations v. the total energy expenditure obtained with doubly labelled water in low-income women with excess weight. *Br J Nutr*. 2019;122(12):1398-408.

Table 1 – Mean, standard deviation (SD), 95% confidence interval (CI) of age, anthropometric variables, metabolic equivalent and measured and estimated basal metabolic rate for the 40 adults from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. (continua)

	All (n=40)		Women (n=21)		Men (n=19)	
	Mean (SD)	95% CI	Mean (SD)	95% CI	Mean (SD)	95% CI
Age (years)	30.4 (11.0)	26.9 ; 33.9	30.4 (9.7)	26.0 ; 34.9	30.3 (12.5)	24.3 ; 36.4
Stature (cm) ^a	170.0 (9.5)	166.9 ; 173.0	163.5 (7.5)	160.1 ; 166.9	177.1 (5.3)	174.6 ; 179.7
Body mass (kg) ^a	66.9 (10.9)	63.4 ; 70.4	60.9 (9.3)	56.7 ; 65.1	73.5 (8.7)	69.2 ; 77.7
Body mass index (kg.m ⁻²)	23.1 (2.7)	22.2 ; 23.9	22.7 (2.8)	21.5 ; 24.0	23.4 (2.6)	22.1 ; 24.6
Fat Free Mass (kg) ^a	48.9 (10.6)	45.6 ; 52.3	41.0 (6.7)	38.0 ; 44.1	57.7 (6.1)	54.7 ; 60.6
Fat Mass (kg) ^a	17.9 (6.3)	15.9 ; 19.9	20.0 (6.4)	17.0 ; 22.8	15.8 (5.5)	13.1 ; 18.4
% Body Fat ^a	27.0 (8.9)	24.2 ; 29.8	32.3 (7.7)	28.8 ; 35.8	21.1 (5.9)	18.3 ; 24.0
Total Body water (L) ^a	35.7 (7.7)	33.3 ; 38.2	29.9 (4.9)	27.7 ; 32.2	42.1 (4.5)	39.9 ; 44.3
<i>Metabolic equivalent (kJ.min⁻¹) estimated using:</i>						
3.5 mL O ₂ .kg ⁻¹ .min ⁻¹ (MET) ^a	4.89 (0.80)	4.64 ; 5.15	4.46 (0.68)	4.15 ; 4.77	5.38 (0.64)	5.07 ; 5.69
Anjos et al. [26] equation (NMET) ^a	4.17 (0.61)	3.98 ; 4.37	3.71 (0.32)	3.56 ; 3.86	4.69 (0.41)	4.49 ; 4.89
<i>Basal Metabolic Rate (kJ.day⁻¹)</i>						

Table 1 – Mean, standard deviation (SD), 95% confidence interval (CI) of age, anthropometric variables, metabolic equivalent and measured and estimated basal metabolic rate for the 40 adults from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. (conclusão)

	All (n=40)		Women (n=21)		Men (n=19)	
	Mean (SD)	95% CI	Mean (SD)	95% CI	Mean (SD)	95% CI
Measured ($_m$ BMR) ^a	5598 (838)	5330 ; 5866	5043 (548)	4793 ; 5292	6213 (656)	5896 ; 6529
<i>Estimated using equations:</i>						
Schofield [20] ($_s$ BMR) ^a	6509 (995)	6191 ; 6828	5721 (453)	5514 ; 5927	7381 (625)	7079 ; 7682
Difference from $_m$ BMR ^{a, b}	911 (449)	767 ; 1054	678 (349)	519 ; 837	1168 (410)	971 ; 1366
% Difference* ^a	16.5 (8.4)	13.8 ; 19.2	14.0 (7.9)	10.4 ; 17.6	19.3 (8.3)	15.3 ; 23.3
Anjos et al. [21] ($_A$ BMR) ^a	5461 (829)	5196 ; 5726	4862 (561)	4606 ; 5117	6124 (504)	5881 ; 6367
Difference from $_m$ BMR	-137 (361)	-252 ; -22 ^b	-181 (343)	-337 ; -25 ^b	-88 (383)	-273 ; 96
% Difference*	-2.3 (6.6)	-4.4 ; -0.2	-3.4 (6.6)	-6.5 ; -0.4	-1.0 (6.6)	-4.2 ; 2.1

$_s$ BMR= Basal metabolic rate (kJ.day⁻¹) estimated by Schofield's (1985) equation [20]

$_A$ BMR= Basal metabolic rate (kJ.day⁻¹) estimated by Anjos et al.'s (2014) equation [21]

* Calculated as [(Estimated - Measured) / Measured] X 100

^a Value statistically different between sexes

^b Value statistically different from measured

Table 2 – Mean, standard deviation (SD), 95% confidence interval (CI) of measured and estimated total daily energy expenditure (TDEE) and estimated energy requirement (ER) for the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil (continua).

	All (n=40)		Women (n=21)		Men (n=19)	
	Mean (SD)	95% CI	Mean (SD)	95% CI	Mean (SD)	95% CI
<i>Total Daily Energy Expenditure (TDEE) by doubly labeled water:</i>						
$_{DLW}TDEE$ (kJ.day ⁻¹) ^a	9924 (2176)	9228 ; 10620	8437 (1289)	7850 ; 9024	11567 (1728)	10733 ; 12400
PAL	1.77 (0.26)	1.69 ; 1.85	1.67 (0.17)	1.59 ; 1.75	1.87 (0.29)	1.73 ; 2.02
MET _{24hPAR}	1.70 (0.17)	1.64 ; 1.75	1.71 (0.16)	1.63 ; 1.78	1.69 (0.19)	1.60 ; 1.78
Difference from	-0.07 (0.28)	-0.16 ; 0.02	0.03 (0.24)	-0.08 ; 0.14	-0.18 (0.28) ^b	-0.32 ; -0.05
% Difference*	-2.2 (16.0)	-7.3 ; 2.9	3.1 (15.2)	-3.8 ; 10.0	-8.1 (15.2)	-15.4 ; -0.79
<i>TDEE (kJ.day⁻¹) estimated by 24hPAR using:</i>						
$_{s}BMR$ and MET ^a	11880 (2151)	11193 ; 12568	10877 (2115)	9914 ; 11840	12989 (1606)	12215 ; 13764
Difference from $_{DLW}TDEE$ ^b	1957 (1872)	1358 ; 2556	2440 (1977)	1540 ; 3340	1423 (1636)	634 ; 2211
% Difference*	22.5 (23.0)	15.1 ; 29.8	30.3 (25.1)	18.7 ; 41.7	13.9 (17.2)	5.6 ; 22.1
$_{A}BMR$ and $_{N}MET$ ^a	10106 (1734)	9552 ; 10661	9065 (1385)	8435 ; 9695	11257 (1312)	10625 ; 11889
Difference from $_{DLW}TDEE$	182 (1632)	-339 ; 704	628 (1501)	-56 ; 1312	-310 (1666)	-1113 ; 493
% Difference*	4.1 (17.9)	-1.6 ; 9.9	8.9 (18.6)	0.4 ; 17.4	-1.1 (16.0)	-8.8 ; 6.6

Table 2 – Mean, standard deviation (SD), 95% confidence interval (CI) of measured and estimated total daily energy expenditure (TDEE) and estimated energy requirement (ER) for the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil (continuação).

	All (n=40)		Women (n=21)		Men (n=19)	
	Mean (SD)	95% CI	Mean (SD)	95% CI	Mean (SD)	95% CI
<i>Energy Requirement (kJ.day⁻¹) according to FAO/WHO [3] estimated by BMR x MET_{24hPAR}, using:</i>						
<i>s</i> BMR ^a	11048 (1941)	10427 ; 11669	9789 (1426)	9139 ; 10438	12440 (1417)	11858 ; 13123
Difference from <i>DLW</i> TDEE ^b	1124 (1654)	595 ; 1654	1351 (1615)	616 ; 2086	874 (1704)	52.4 ; 1695
% Difference*	13.8 (19.6)	7.5 ; 20.0	17.8 (20.9)	8.3 ; 27.4	9.3 (17.3)	0.94 ; 17.6
<i>A</i> BMR ^a	9275 (1659)	8745 ; 9806	8326 (1449)	7666 ; 8986	10325 (1190)	9751 ; 10898
Difference from <i>DLW</i> TDEE	-648 (1681) ^b	-1186 ; -111	-111 (1533)	-809 ; 586	-1242 (1676) ^b	-2050 ; -434
% Difference*	-4.4 (17.3)	-10.0 ; 1.1	-0.1 (18.3)	-8.4 ; 8.2	-9.2 (15.2)	-16.5 ; -1.9
<i>Energy Requirement (kJ.day⁻¹) estimated by:</i>						
DRI [13] ^a	11020 (2058)	10362 ; 11678	9417 (1123)	8906 ; 9928	12792 (1210)	12208 ; 13375
Difference from <i>DLW</i> TDEE ^b	1096 (760)	853 ; 1339	980 (561)	724 ; 1235	1225 (933)	776 ; 1675
% Difference*	12.0 (8.7)	9.3 ; 14.8	12.3 (7.6)	8.8 ; 15.8	11.7 (10.0)	6.9 ; 16.6

MET_{24hPAR} = Duration-weighted MET for 24h calculated from the 24hPAR

MET = Metabolic equivalent calculated as 3.5 mL O₂.kg⁻¹.min⁻¹

*N*MET = MET estimate by the Anjos et al.'s (2011) equation [26]

*s*BMR= Basal metabolic rate estimated by Schofield's (1985) equation [20]

*A*BMR= Basal metabolic rate estimated by Anjos et al.'s (2014) equation [21]

Table 2 – Mean, standard deviation (SD), 95% confidence interval (CI) of measured and estimated total daily energy expenditure (TDEE) and estimated energy requirement (ER) for the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil (conclusão).

* Calculated as [(Estimated - Measured) / Measured] X 100

** Average weighted MET as a proxy of estimate PAL calculated from the 24h physical activity recalls (24hPAR)

^a Value statistically different between sexes

^b Value statistically different from measured

Table 3 – Correlation coefficient between total daily energy expenditure (TDEE), body mass, fat free mass and total body water and basal metabolic rate, estimated total daily energy expenditure and energy requirement for the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil (continua).

	All (n=40)				Women (n=21)				Men (n=19)			
	DLW	Body	Fat Free	Total body	DLW	Body	Fat Free	Total body	DLW	Body	Fat Free	Total body
	TDEE	Mass	Mass	Mass	TDEE	Mass	Mass	Mass	TDEE	Mass	Mass	Mass
	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water	Water
$mBMR$	0.74	0.85	0.85	0.85	0.72	0.84	0.65	0.65	0.28 ^a	0.70	0.70	0.70
$sBMR$	0.73	0.88	0.90	0.90	0.47	0.93	0.72	0.72	0.23 ^a	0.88	0.69	0.69
A_{BMR}	0.71	0.92	0.90	0.90	0.51	0.91	0.69	0.69	0.19 ^a	0.91	0.78	0.78
<i>TDEE (kJ.day⁻¹) estimated by 24hPAR using:</i>												
$sBMR$ and MET	0.62	0.82	0.79	0.79	0.41 ^a	0.89	0.85	0.85	0.52	0.54	0.59	0.59
A_{BMR} and N_{MET}	0.67	0.72	0.81	0.81	0.37 ^a	0.80	0.84	0.84	0.42 ^a	0.26 ^a	0.41 ^a	0.41

^a

Energy Requirement (kJ.day⁻¹) estimated by $BMR \times MET_{24hPAR}$, using:

sBMR	0.68	0.69	0.82	0.82	0.29 ^a	0.74	0.84	0.84	0.43 ^a	0.21 ^a	0.33 ^a	0.33
^a												
^a ABMR	0.64	0.72	0.80	0.80	0.38 ^a	0.81	0.84	0.84	0.39 ^a	0.22 ^a	0.38 ^a	0.38
^a												

Energy Requirement (kJ.day⁻¹) estimated using:

Table 3 – Correlation coefficient between total daily energy expenditure (TDEE), body mass, fat free mass and total body water and basal metabolic rate, estimated total daily energy expenditure and energy requirement for the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil (conclusão).

	All (n=40)				Women (n=21)				Men (n=19)		
	DLW TDEE	Body	Fat Free	Total body	DLW TDEE	Body	Fat Free	Total body	DLW TDEE	Body	Fat Free
	Total body	Mass	Mass	Water	Mass	Mass	Water	Mass	Water	Mass	Mass
	Mass	Water									
DRI [13]	0.94	0.73	0.86	0.86	0.90	0.53	0.53	0.53	0.86	0.56	0.64
	0.64										

DLW TDEE = Total daily energy expenditure by the doubly labelled water method

sBMR= Basal metabolic rate (kJ.day⁻¹) estimated by Schofield's (1985) equation [20]

^aABMR= Basal metabolic rate (kJ.day⁻¹) estimated by Anjos et al.'s (2014) equation [21]

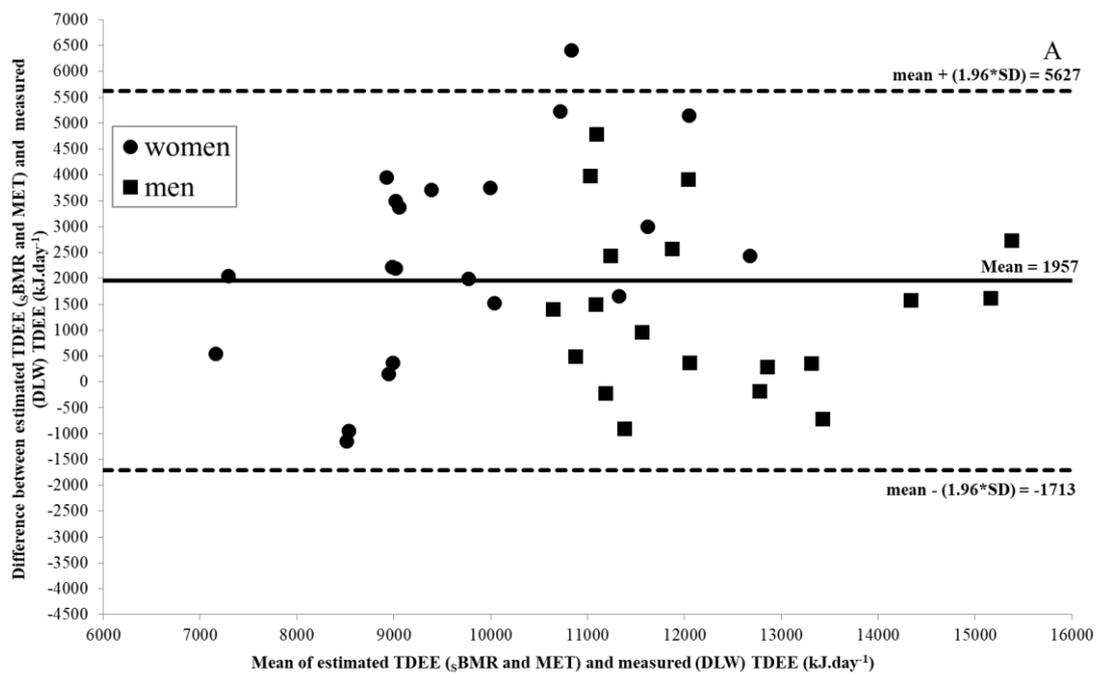
MET = Metabolic equivalent calculated 3,5 mL O₂.kg⁻¹.min⁻¹

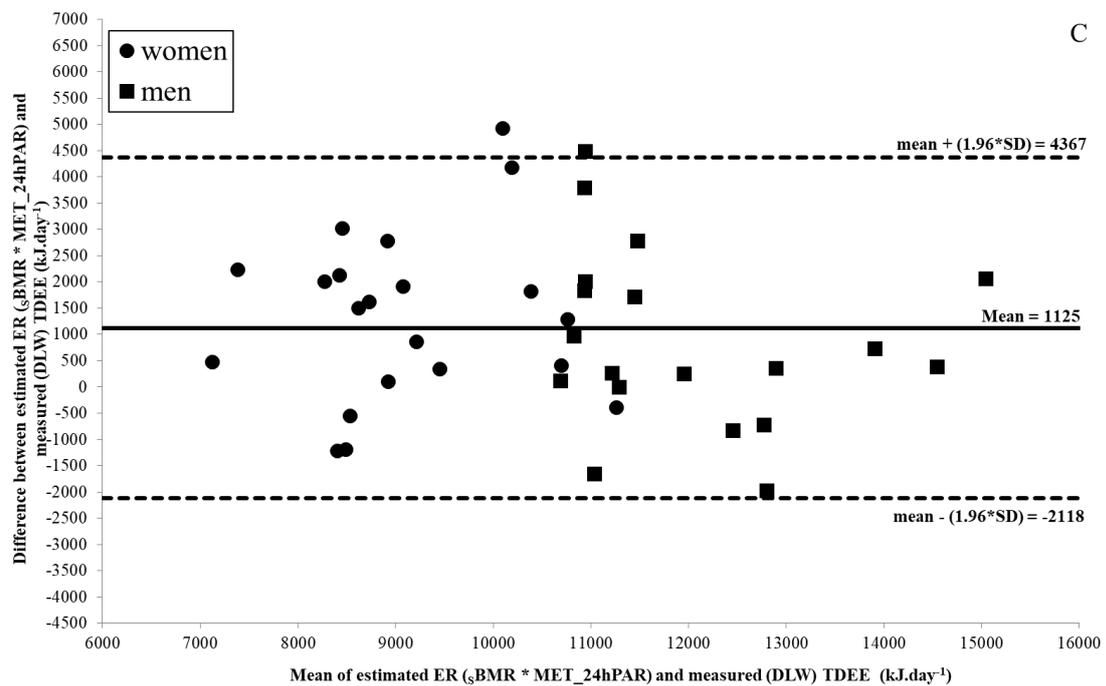
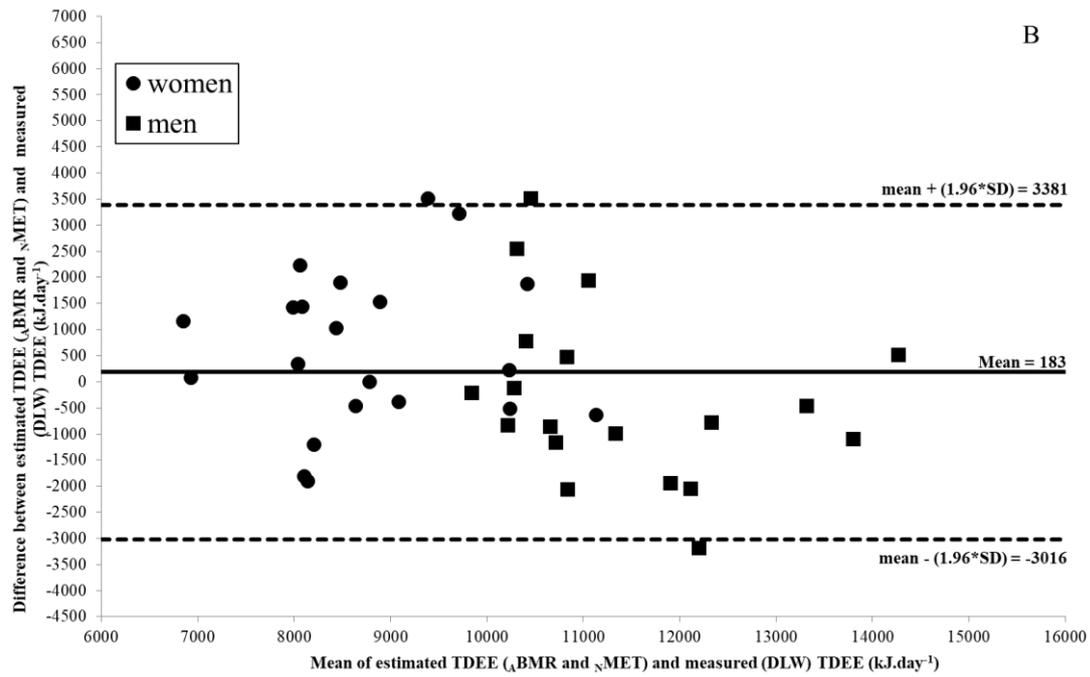
n MET = MET estimate by the Anjos et al. (2011)'s equation [26]

MET_24hPAR = Average weighted MET from the 24h-Physical Activity Recalls (24hPAR)

Note: All values are significant ($p < 0.05$) except where marked with ^a ($p > 0.05$)

Figure 1- Bland & Altman plots of total daily energy expenditure (TDEE) determined by doubly labeled water (DLW) and estimated by 24h physical activity recall using the Schofield's [20] (A) or Anjos et al.'s [21] (B) equations to estimate the basal metabolic rate and for the estimative of energy requirement by the simplified method of FAO [3] using Schofield's [20] (C) or Anjos et al.'s [21] (D) equations to estimate the basal metabolic rate (BMR) and the proxy de physical activity level (MET_PAR24h) or using the DRI [13] (E) equations of the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil.





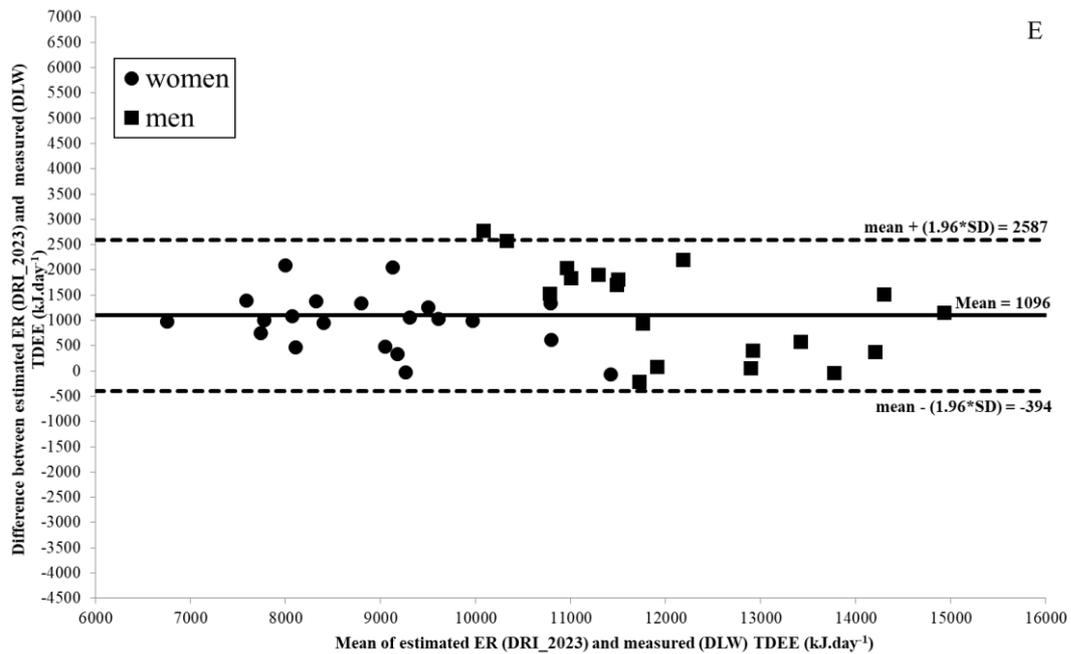
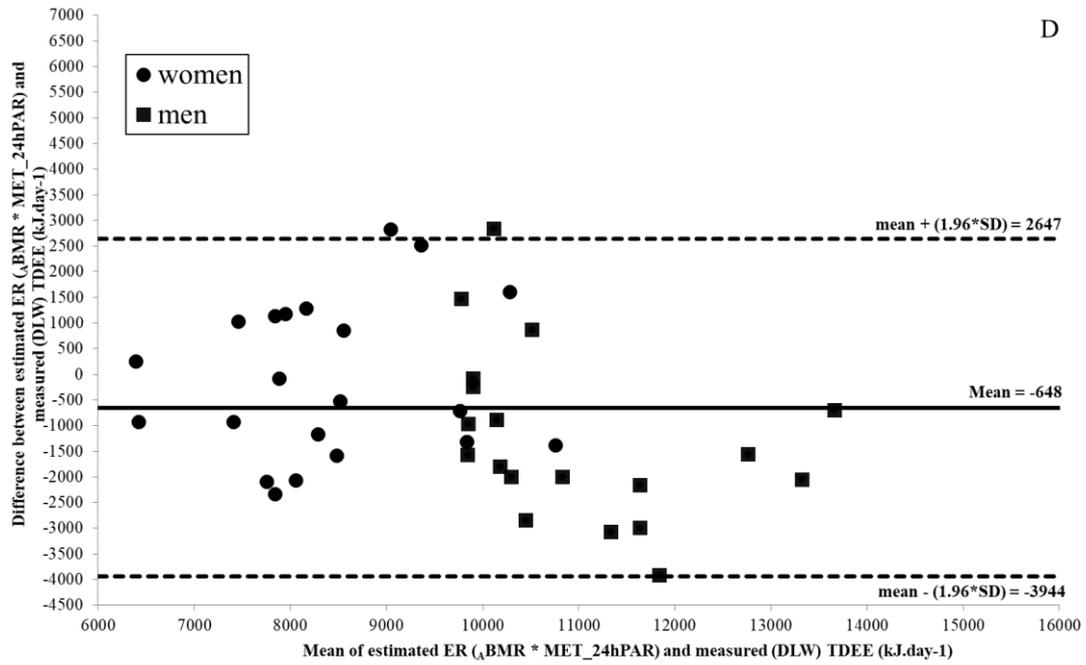
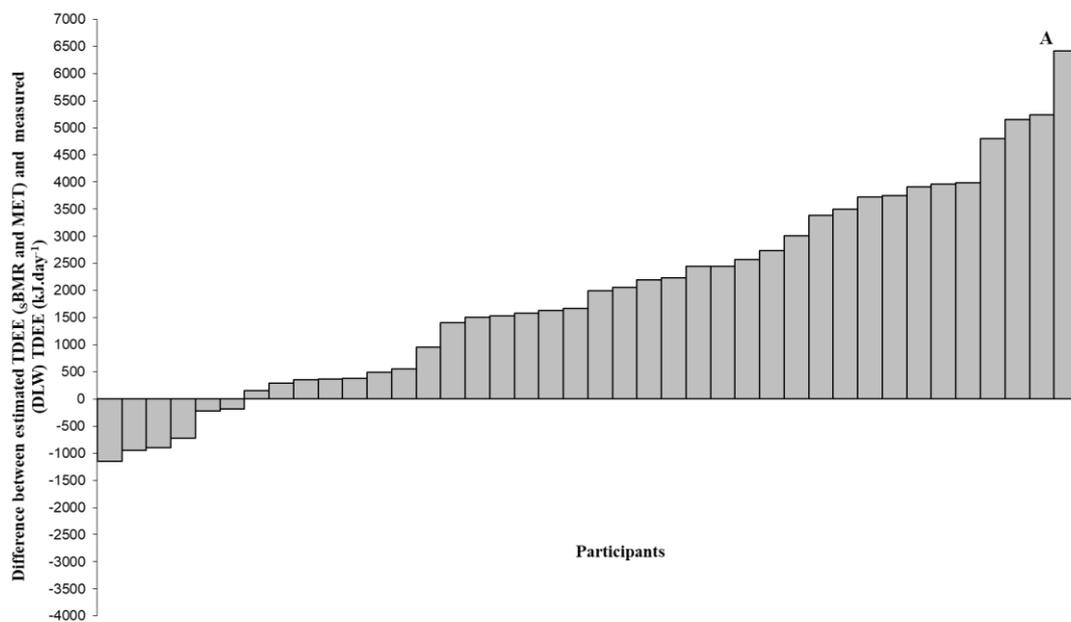
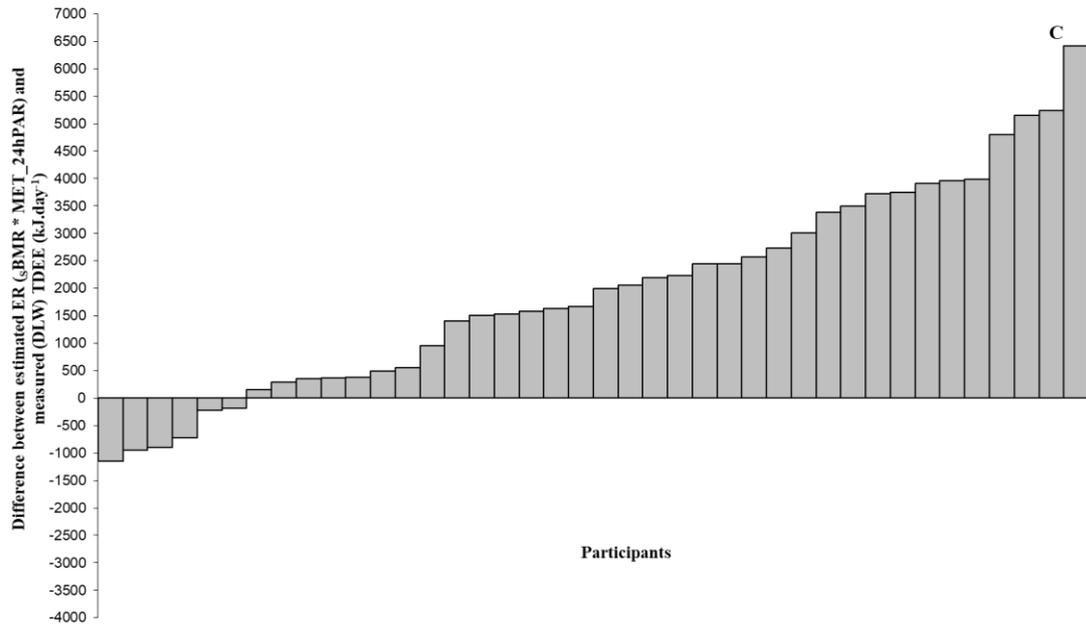
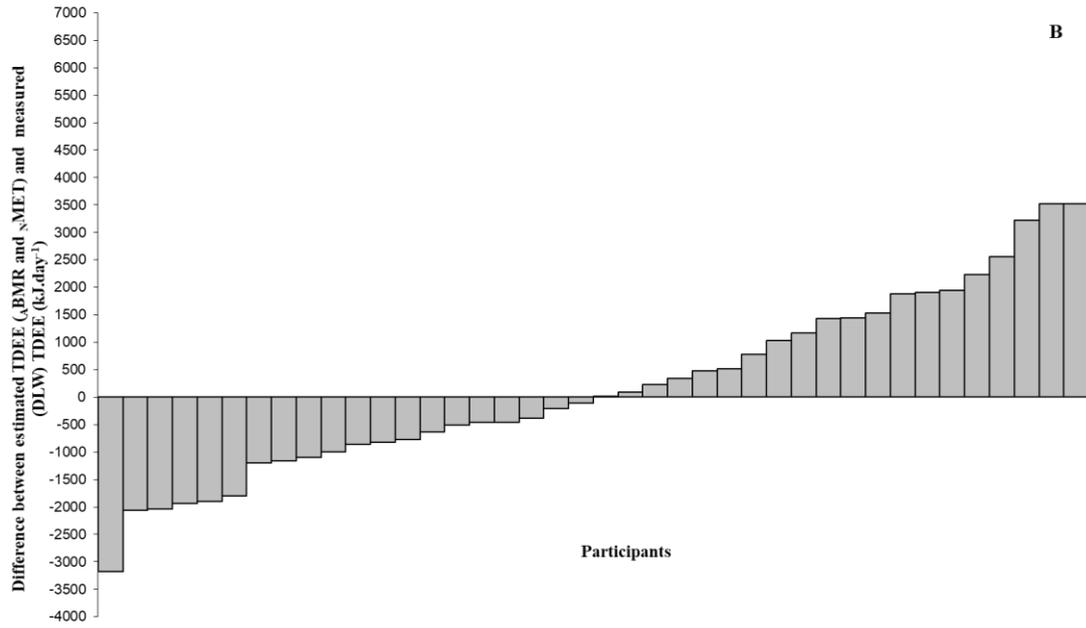
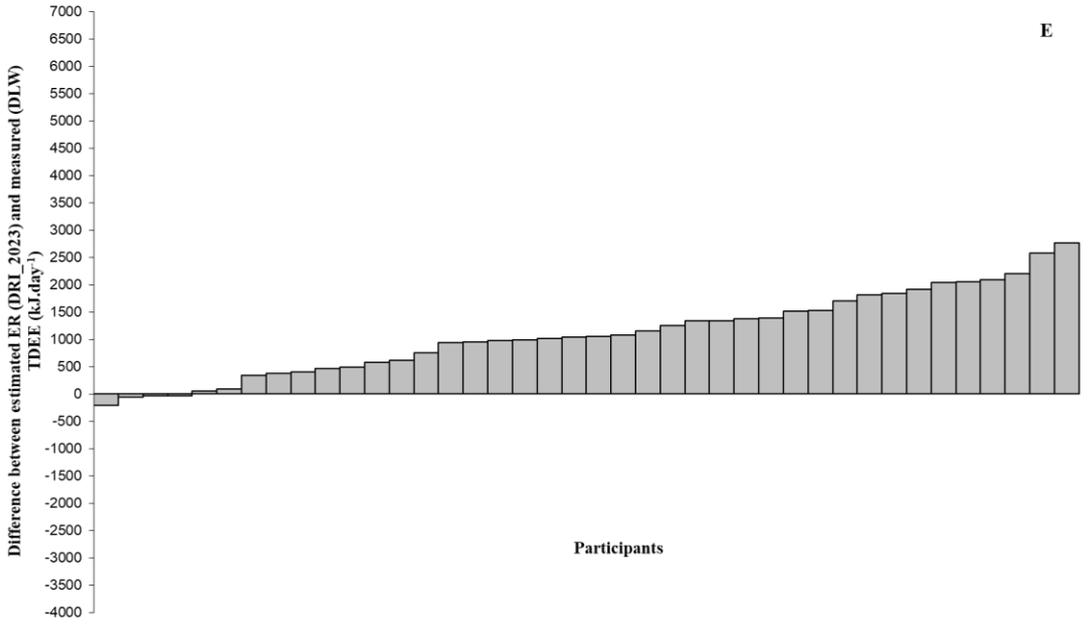
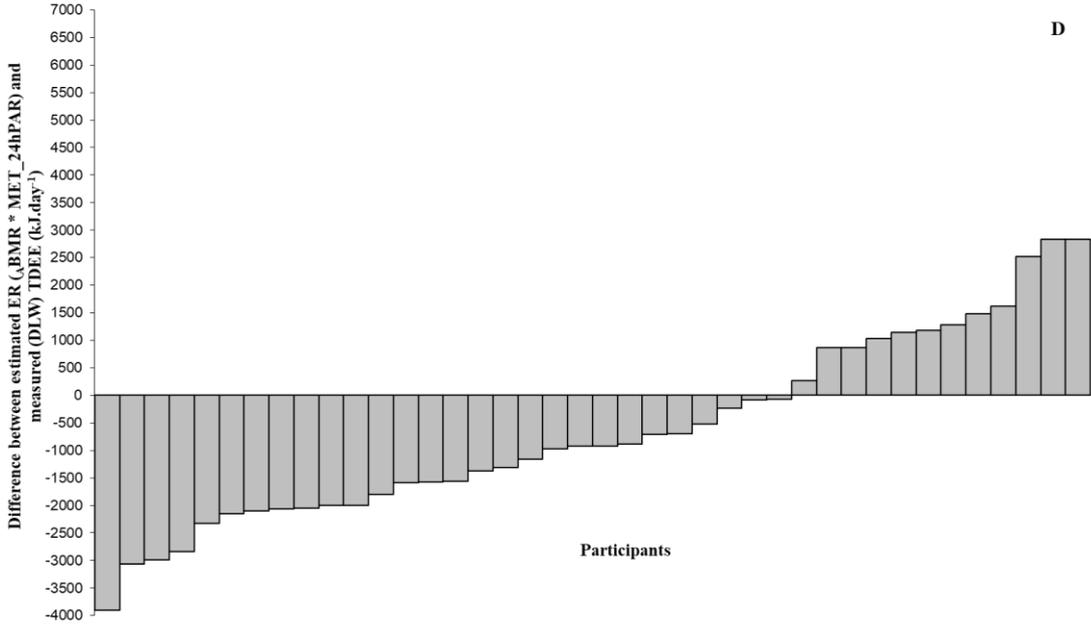


Figure 2 – Differences between total daily energy expenditure (TDEE) determined by doubly labeled water (DLW) and estimated by 24h physical activity recalls using the Schofield's [20] (A) or Anjos et al.'s [21] (B) equations to estimate the basal metabolic rate and energy requirement estimated by FAO's simplified method [3] using Schofield's [20] (C) or Anjos et al.'s [21] (D) equations to estimate the basal metabolic rate (BMR) and the proxy of physical activity level (duration-weighted MET codes from the 24h physical activity recalls) or using the DRI [13] (E) equations of the 40 participants from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil.







5. MÉTODOS COMPLEMENTARES AOS ARTIGOS

Nesse tópico serão abordados os métodos que complementam o entendimento de como o estudo foi realizado para se chegar aos artigos desenvolvidos.

O artigo 1 consistiu a análise dos dados da POF 2008-2009 disponíveis no sítio do IBGE. Por ser uma pesquisa de base populacional, a POF possibilita traçar um perfil nutricional e da qualidade de vida da população brasileira através da análise dos orçamentos domésticos. Especialmente na POF 2008-2009, pode-se verificar pela primeira vez a ingestão alimentar individual obtida pelo método do registro alimentar dos alimentos ingeridos durante dois dias não consecutivos. Entretanto, para fins de análise, apenas o registro do primeiro dia foi computado e analisado (IBGE, 2011).

A pesquisa que gerou os dados apresentados no artigo 2 foi aprovada pelo CEP do Hospital Universitário Antonio Pedro da Universidade Federal Fluminense (UFF) (Anexo 11.1). Os dados utilizados foram coletados entre os anos 2015 e 2020, no Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional da Universidade Federal Fluminense, localizado na cidade de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. No total, foram coletados dados de 40 participantes, 21 mulheres e 19 homens.

Para participar da coleta, os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 11.2) no momento que chegaram ao laboratório e só então passaram à fase de coleta dos dados de antropometria, TMB, ADM e r24h. Para a medição da TMB, o participante foi instruído quanto ao protocolo (Anexo 11.3) a ser seguido e, no dia da medição, foi realizado um questionário (Anexo 11.4) para garantir a sua adesão ao protocolo. Durante 14 dias os participantes coletaram uma amostra de urina no domicílio. Os participantes foram instruídos a coletarem a urina sempre no mesmo horário, desprezando a primeira urina do dia. Para o controle dessa padronização, foi requisitado o preenchimento de um formulário (Anexo 11.5) contendo o horário da coleta e alguma observação importante quanto a alterações da rotina diária dos participantes.

O valor do NAF foi determinado pela razão entre o TDEE obtido pela ADM e a TMB obtida por calorimetria indireta. O NAF medido foi utilizado como referência tanto para a definição de qual equação DRI a ser utilizada como para comparar com o seu *proxy* derivado como a média ponderada do tempo dos valores de MET das atividades relatadas no r24h.

O anexo 11.6 apresenta um exemplo do cálculo do GETD dos r24h utilizando: a) o MET convencional de 3,5 mL O₂.kg⁻¹.min⁻¹ e a equação de TMB de Schofield (1985); b) o MET estimado pela equação sugerida por Anjos et al. (2011) e a TMB medida; c) o MET estimado pela equação sugerida por Anjos et al. (2011) e a TMB estimada pela equação de Anjos et al. (2014). Adicionalmente, mostra-se o cálculo do MET_{24h}, considerado como *proxy* de NAF, do terceiro recordatório de atividade física de 24 horas realizado pela participante de código 14016, mulher, com 23 anos de idade, 46,1 kg de massa corporal, 152,9 cm de estatura e 19,7 kg.m⁻² de IMC. Para proceder o cálculo de GE (kJ.min⁻¹) de cada atividade relatada, utilizou-se os seguintes passos:

$$\text{GE}_{\text{r24h}} \equiv \left(\frac{\text{MET}}{\text{mL O}_2/\text{kg}/\text{min}} \times \frac{\text{Massa Corporal}}{(\text{kg})} \right) / 1000 \implies \left(\frac{\text{kcal}/\text{min}}{\text{por L O}_2} \times \frac{\text{N}^\circ \text{ de METs}}{\text{METs}} \times \text{Duração} \right) \equiv \sum \text{GE kcal}/\text{min} \times 4,184 \text{ kJ}/\text{min}$$

Para se chegar ao GETD somaram-se todos os GE das atividades realizadas nas 24 horas. Foram feitos três cálculos de GETD: 1) r24h_sTMB, utilizou-se o valor do MET convencional (3,5 mL O₂.kg⁻¹.min⁻¹) para o cálculo do GE das atividades e a equação de Schofield (1985) para estimar a TMB e para o tempo no qual o participante dormiu; 2) r24h_mTMB, utilizou-se o valor do MET estimado pela equação de Anjos et al. (2011) para o cálculo do GE das atividades e a TMB medida para o tempo no qual o participante dormiu; e 3) r24h_aTMB, utilizou-se o valor do MET estimado pela equação de Anjos et al. (2011) para o cálculo do GE das atividades e a TMB estimada pela equação de Anjos et al. (2014) para o tempo no qual o participante dormiu. Para o cálculo das análises, utilizou-se a média de GETD dos dias de r24h realizados.

Para a estimativa de TMB utilizou-se a equação de massa corporal e estatura de Schofield (1985) por ter apresentado valores similares à equação com apenas a massa corporal e por ter sido utilizada na construção dos modelos de equações da DRI (NASEM, 2023) quando na ausência de dados de ADM. Desta maneira, manteve-se a uniformidade na análise dos dados utilizando as equações de Schofield (1985) com a massa corporal e estatura descritas a seguir:

- **18 - 30 anos**

Homem - TMB (MJ.dia⁻¹) = (0,063 x massa corporal (kg)) - (0,042 x estatura (m)) - 2,953

Mulher - TMB (MJ.dia⁻¹) = (0,057 x massa corporal (kg)) + (1,184 x estatura (m)) + 0,411

- **30 - 60 anos**

Homem - TMB (MJ.dia⁻¹) = (0,048 x massa corporal (kg)) - (0,011 x estatura (m)) + 3,670

Mulher - TMB ($\text{MJ}\cdot\text{dia}^{-1}$) = $(0,034 \times \text{massa corporal (kg)}) + (0,006 \times \text{estatura (m)}) + 3,530$

- **≥ 60 anos**

Homem - TMB ($\text{MJ}\cdot\text{dia}^{-1}$) = $(0,038 \times \text{massa corporal (kg)}) - (4,068 \times \text{estatura (m)}) - 3,491$

Mulher - TMB ($\text{MJ}\cdot\text{dia}^{-1}$) = $(0,033 \times \text{massa corporal (kg)}) + (1,917 \times \text{estatura (m)}) + 0,074$

As equações de Anjos et al. (2014) para a estimativa da TMB são:

- **Homem**

TMB ($\text{kJ}\cdot\text{dia}^{-1}$) = $(9,99 \times \text{massa corporal (kg)}) + (7,14 \times \text{estatura (m)}) - (2,79 \times \text{idade (anos)}) - 450,5$

- **Mulher**

TMB ($\text{kJ}\cdot\text{dia}^{-1}$) = $(8,95 \times \text{massa corporal (kg)}) + (8,87 \times \text{estatura (m)}) - (0,70 \times \text{idade (anos)}) - 814,3$

As equações de Anjos et al. (2011) para a estimativa do MET ($\text{mL O}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) são:

- **Homem**

MET = $109,807 - 0,660 (\text{idade (anos)}) + 1,8314 (\text{massa corporal (kg)})$

- **Mulher**

MET = $87,836 - 0,31319 (\text{idade (anos)}) + 1,62678 (\text{massa corporal (kg)})$

Para a estimativa do *proxy* de NAF (MET_{24h}) procedeu-se da seguinte maneira:

Para cada atividade relatada, o valor em múltiplo de MET expresso no Compêndio de Atividades Físicas (Ainsworth et al., 2023) foi multiplicado pela duração da atividade em minutos. Depois foi realizada a soma de todas as atividades completando o ciclo de 24 horas cujo valor foi então dividido por 1440 min, chegando-se ao MET_{24h}.

A determinação do RE foi realizada pelo método fatorial simplificado como sugerido pela FAO/WHO (2004) utilizando-se a TMB medida ou a TMB estimada pela equação de Schofield (1985) ou pela equação de Anjos et al. (2014) multiplicada pelo MET_{24h} obtido pelo r24h. O RE foi ainda estimado pela recente DRI (NASEM, 2023) segundo a equação específica para cada categoria de estilo de vida (classificação do NAF, descrita abaixo) da sessão: “*TEE Prediction Equations by Age/Sex and Life-Stage Group*” descritas abaixo:

- **Homens com ≥ 19 anos**

Sedentário:

GETD ($\text{kcal}\cdot\text{dia}^{-1}$) = $753,07 - (10,83 \times \text{idade (anos)}) + (6,50 \times \text{estatura (cm)}) + (14,10 \times \text{massa corporal (kg)})$

Pouco ativo:

GETD (kcal.dia^{-1}) = $581,47 - (10,83 \times \text{idade (anos)}) + (8,30 \times \text{estatura (cm)}) + (14,94 \times \text{massa corporal (kg)})$

Ativo:

GETD (kcal.dia^{-1}) = $1.004,82 - (10,83 \times \text{idade (anos)}) + (6,52 \times \text{estatura (cm)}) + (15,91 \times \text{massa corporal (kg)})$

Muito ativo:

GETD (kcal.dia^{-1}) = $-517,88 - (10,83 \times \text{idade (anos)}) + (15,61 \times \text{estatura (cm)}) + (19,11 \times \text{massa corporal (kg)})$

- **Mulheres com ≥ 19 anos**

Sedentário:

GETD (kcal.dia^{-1}) = $584,90 - (7,01 \times \text{idade (anos)}) + (5,72 \times \text{estatura (cm)}) + (11,71 \times \text{massa corporal (kg)})$

Pouco ativo:

GETD (kcal.dia^{-1}) = $575,77 - (7,01 \times \text{idade (anos)}) + (6,60 \times \text{estatura (cm)}) + (12,14 \times \text{massa corporal (kg)})$

Ativo:

GETD (kcal.dia^{-1}) = $710,25 - (7,01 \times \text{idade (anos)}) + (6,54 \times \text{estatura (cm)}) + (12,34 \times \text{massa corporal (kg)})$

Muito ativo:

GETD (kcal.dia^{-1}) = $511,83 - (7,01 \times \text{idade (anos)}) + (9,07 \times \text{estatura (cm)}) + (12,56 \times \text{massa corporal (kg)})$

Onde,

Sedentário: $1,00 \leq \text{NAF} < 1,53$

Pouco ativo: $1,53 \leq \text{NAF} < 1,68$

Ativo: $1,68 \leq \text{NAF} < 1,85$

Muito ativo: $1,85 \leq \text{NAF} < 2,50$

Em relação à equação descrita em 2005, a recente equação DRI trouxe como melhoria na modelagem da equação a incorporação do desvio padrão do valor predito (DPVP), onde espera-se que 68% dos indivíduos teriam sua estimativa dentro de 1 DPVP (NASEM, 2023). Essa melhoria ampliaria o uso da equação não só para predizer o GETD de populações, mas também de indivíduos. Entretanto, a ressalva para o uso individual é que a estimativa deva ser

avaliada após um período para que se observe alterações na massa corporal e caso seja necessário se façam as alterações necessárias.

6. RESULTADOS COMPLEMENTARES

Todos os dados coletados, medidos e estimados do artigo 2 dos 40 participantes estão apresentados nos anexos 11.7 e 11.8. A relação entre a TMB medida e o GETD pela ADM para os 40 participantes também foi estabelecida e indicou que a TMB só consegue explicar 54% da variabilidade do GETD ($R^2 = 0,5412$; Anexo 11.9).

7. DISCUSSÃO

O RE é determinado biologicamente e sofre influência da idade, massa corporal, estatura e nível de atividade física no indivíduo. Um adulto com um estilo de vida e massa corporal constantes terá variabilidade no GETD e portanto, no RE em +/- 5% (James & Schofield, 1990). IE maior ou menor que o RE, no decorrer do tempo, irá interferir na massa e composição corporais o que poderá trazer impacto à saúde (James & Schofield, 1990). Desta forma, o RE tem sido a base para a elaboração de políticas públicas que tem como objetivo alcançar ingestão alimentar adequada à população de modo que esta mantenha se mantenha saudável (FAO/WHO, 2004). Apesar das sugestões de estimativas para o RE não serem direcionadas ao uso individual, sua determinação também é feita na prática clínica, buscando-se intervir na adequação da IE do paciente a fim de se promover um manejo de perda / ganho de massa corporal ou a sua manutenção.

O presente trabalho se propôs a fazer uma discussão sobre as incoerências na estimativa atual do cálculo do RE uma vez que se observa um crescente e persistente aumento nas prevalências de sobrepeso / obesidade no Brasil e no mundo, apesar das políticas de saúde pública estarem comprometidas em ressaltar a importância de uma alimentação saudável, assim como a prática de atividade física visando redução na prevalência de excesso de peso da população. Ainda que se saiba que o excesso de peso não é decorrente de apenas um fator, mas um problema complexo e multicausal, a longo prazo, espera-se que o RE adequado às necessidades da população a leve a entrar em BE, i.e. haja o equilíbrio entre IE e GETD (FAO/WHO, 2004), já que pelo princípio do modelo termodinâmico o GETD deve ser equivalente ao IE (James & Schofield, 1990).

O relato da IE é um método amplamente utilizado no atendimento individual e em pesquisas populacionais (Labonté et al., 2016) e é capaz de captar importante informação sobre o padrão alimentar e sua associação com o desenvolvimento de doenças (Hérbert et al., 2014; Freedman et al., 2014; Satija et al., 2015; IARC, 2017), porém não se tem mostrado acurado quando o intuito é estimar o GETD. Nesse aspecto, a presente tese agregou o artigo 1 com dados populacionais obtidos na POF 2008-2009, confirmando que os brasileiros sub-relatam sua IE, o que concorda com os artigos que abordam esse assunto em inquéritos populacionais ao longo dos anos (Archer et al., 2013; Durandhar et al., 2015; Subar et al., 2015). Ao se estimar o RE

pelo método simplificado da FAO/WHO (2004) utilizando a equação de predição da TMB sugerida pela própria FAO/WHO (Schofield, 1985) e considerando a população brasileira como tendo estilo de vida sedentário, a identificação do sub-relato foi evidente, assim como quando se estimou o RE pela sugestão da DRI (2005). Interessante notar que ao se utilizar a equação de predição da TMB para a população de um município brasileiro (Anjos et al., 2014), a diferença entre o RE estimado e a IE informada foi de apenas 18,4 kJ.dia⁻¹ para homens e de -263,6 kJ.dia⁻¹ para mulheres. Adicionalmente, a estimativa do índice de Goldberg (1991) (IE/BMR) foi de apenas 1,42 e 1,36, para homens e mulheres respectivamente (Table I, artigo 1), o que ao longo do tempo se torna incompatível com a vida (Black, 2000). Importante observar que ao se estabelecer o índice com a utilização da TMB estimada por Schofield (1985) o valor foi ainda menor, apenas 1,15 e 1,13 para homens e mulheres respectivamente (Table I, artigo 1). Valores também baixos (1,31 e 1,19 para homens e mulheres, respectivamente) foram encontrados por Archer et al. (2013) que sugeriram a não utilização dos dados populacionais de IE autorrelatados por não se apresentarem coerentes com a realidade. Observando a IE em relação ao RE, novamente, ao se utilizar a equação de predição TMB de Anjos et al. (2014) o valor foi próximo de 1 (1,01 e 0,97, em homens e mulheres respectivamente), o que mostraria uma suposta adequação no relato da IE e possível inadequação da equação de predição de Schofield (1985) por apresentar um valor de razão de 0,82 e 0,81, assim como para o RE pela equação DRI cujo valor foi de 0,83 e 0,85, para homens e mulheres respectivamente, evidenciando o sub-relato (Table I, artigo 1). Esse dado é importante por ser a primeira vez que a IE é avaliada individualmente na população brasileira e identifica, como em outros estudos populacionais no mundo, os problemas na sua aquisição. Apesar de se ter uma possível adequação da IE ao se utilizar a TMB estimada pela equação sugerida por Anjos et al. (2014), sabe-se que sistematicamente a IE é sub-relatada, além de esse achado não ser coerente com o estado nutricional da população brasileira.

No estudo utilizando os dados empíricos de ADM e calorimetria indireta como métodos de referência e o r24h como método subjetivo para a estimativa do GETD, observou-se que, no que se refere aos dados de TMB, mais uma vez a equação de Schofield (1985) mostrou-se não acurada, concordando com outros estudos em amostras de adultos brasileiros (Anjos et al., 2014; Wahrlich et al., 2018; Sgambato et al., 2019) e estrangeiros (Madden et al., 2016; Porter et al., 2019; Thom et al., 2020; Nguo et al., 2023). A equação de predição de Anjos et al. (2014) mostrou-se acurada apenas para os homens nessa amostra, possivelmente pelo reduzido número

amostral. Ao se fazer a estimativa do GETD, a partir do r24h utilizando essas duas estimativas de TMB no tempo em que os participantes estavam dormindo, observou-se que não houve acurácia no GETD quando a equação de Schofield (1985) e o MET tradicional de $3,5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ foram utilizadas. Entretanto, quando se utilizou as equações específicas para a população para os valores de TMB (Anjos et al., 2014) e MET (Anjos et al., 2011), a estimativa de GETD não foi significativamente diferente do GETD obtido pela ADM, independente do sexo. Apesar de acurado, a intervariabilidade dos valores de GETD é grande, mesmo apresentando equilíbrio entre a sub e superestimativa. O uso do r24h para estabelecer o GETD também tem apresentado valores acurados em outros estudos como o de Matthews et al. (2021), mas utilizando a equação de TMB de Mifflin-St Jeor em adultos norte-americanos com mais de 50 anos de idade e Koebnick et al. (2005) em adultos alemães saudáveis.

Através do r24h também foi possível estabelecer um *proxy* de NAF (MET_24h) que se mostrou acurado para a estimativa do NAF (calculado pelos dois métodos padrão; GETD por ADM / TMB por calorimetria indireta), concordando com outros estudos que também se propuseram a construir o MET_24h como *proxy* de NAF (Koebnick et al. 2005, Matthews et al., 2021). Esse é um resultado importante tendo em vista que o estabelecimento do NAF de forma acurada é fundamental para a determinação do RE, em qualquer equação disponível, DRI (2023) ou FAO/WHO (2004). De fato, o RE foi acurado ao se utilizar o *proxy* de NAF e a equação específica para a população para as mulheres do grupo estudado pelo método simplificado da FAO/WHO. Esses dados concordam com os achados de Nishida et al. (2019) que também utilizaram o r24h para estabelecer o *proxy* de NAF e estabelecer o RE, mas utilizando a equação de predição de TMB de Ganpule et al. (2007) em 58 japoneses idosos do estudo CLEVER. O uso da equação sugerida por Schofield (1985) para TMB e o MET_24h obteve um RE acurado no estudo de Johansson & Westerterp (2008) que encontraram concordância em um pequeno grupo de adultos suecos com artrite reumatóide. Em idosos japoneses, porém, esse procedimento encontrou 15% de subestimativa no RE (Yamada et al., 2018).

Com relação a caracterização do grupo sobre o seu estilo de vida, o valor de NAF foi elevado, classificando a amostra como moderadamente ativo pela sugestão de classificação da FAO/WHO (2004) e ativo pela nova sugestão da DRI (NASEM, 2023) o que contraria os dados nacionais que mostram que na população brasileira 36% dos homens e 52% das mulheres não atingiram a recomendação de atividade física no ano de 2019 (Ministério da saúde, 2019). Apesar de concordar com outros estudos (Dugas et al., 2011; Cooper et al., 2013; Redman et

al., 2014), inclusive para idosos (Nguo et al., 2023), o valor do NAF foi bem maior que o encontrado em outros estudos (Porter et al., 2019), inclusive para idosos brasileiras (Batista et al., 2021), o que pode ser uma característica específica da amostra estudada.

O valor de NAF também foi utilizado para estabelecer quais equações do DRI deveriam ser utilizadas para o estabelecimento do RE. Mesmo assim, o RE estabelecido pelas equações do DRI não se mostrou acurado, independente do sexo. contrariando estudos brasileiros (Macena et al., 2019; Batista et al., 2021) que observaram acurácia nas equações do DRI de 2005 (IOM, 2005). As novas equações mostraram uma menor intervariabilidade no valor do GETD em relação aos outros métodos estudados, o que já era esperado uma vez que essa foi a proposta do novo modelo, partindo da premissa que a correção na variabilidade interindividual poderia minimizar os erros na estimativa (NASEM, 2023). A modificação na nova proposta foi importante para que a sugestão do RE pudesse ser estendida ao uso individual já que essa é uma prática comum no âmbito ambulatorial. Entretanto, pode-se observar que a intervariabilidade ainda foi elevada e com tendência a superestimativa do RE pela equação o que, em parte, poderia ser explicado pela exclusão de dados de GETD por ADM obtidos em países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos para a construção do modelo e também pelo tamanho da amostra estudada.

Pensando na necessidade de métodos baratos e de fácil acesso que sejam acurados, uma vez que o método da ADM ainda é caro e demanda colaboração dos participantes (Speakman et al., 2019), o que torna inviável o seu uso no dia a dia e em estudos populacionais para estimar o GETD e consequentemente o RE, o presente estudo pode observar que as equações específicas para a população local de Niterói, utilizadas com dados obtidos pelo método subjetivo de r24h, foi acurado, mostrando diferença para o método de referência próxima a zero, tornando-o atrativo para uso na rotina de estudos populacionais ou na prática clínica nessa população. Seu uso em outros segmentos da população brasileira precisa ser investigado em estudos futuros.

CONCLUSÃO

A IE da população brasileira não corresponde às estimativas do RE (FAO/WHO, 2004; IOM 2005) havendo sub-relato, independente do sexo. As atuais estimativas do RE, baseadas no GETD e que são sugeridas internacionalmente para as populações (FAO/WHO, 2004; NASEM, 2023) não se mostraram adequadas quando comparadas a técnica da ADM. A maior contribuição deste estudo é o fornecimento de dados de GETD estimado por ADM concomitantemente com dados de TMB por calorimetria indireta podendo estabelecer-se o valor de NAF da amostra. O estudo também apresentou dados de acurácia de um instrumento subjetivo que por ser barato e se aplicado por profissionais treinados poderia ser utilizado para estimar o GETD, quando utilizando a equação local para a estimativa de TMB (Anjos et al., 2014) e do valor de MET (Anjos et al., 2011) em estudos populacionais como alternativa ao uso da ADM. Entretanto, permanece a lacuna do estabelecimento do RE a nível ambulatorial. Estudos com amostras maiores e com melhor distribuição entre as faixas de idade poderiam trazer maiores esclarecimentos para essa lacuna. Ainda que não se possa responsabilizar a inadequação das estimativas do RE e do GETD como determinante no desenvolvimento do excesso de peso, este é um problema que, unindo-se a outras causas, pode agravar o crescente e contínuo aumento da prevalência de obesidade na população brasileira.

REFERÊNCIAS

ABDESLAM, E. K. et al. 2023. Physical activity level and sedentary time determinants among Moroccan hypertensive patients. *Ann Cardiol Angeiol (Paris)*, n. 72, v. 4, p. 101607.

AINSWORTH, B. E. et al. 2011. Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*, n. 43, v. 8, p. 1575–1581.

AINSWORTH, B. E. et al. 2023. *The Compendium of Physical Activities Tracking Guide*. Healthy Lifestyles Research Center, College of Nursing & Health Innovation, Arizona State University. Disponível em: <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/>. Acessado em março de 2023.

ANJOS, L. A.; WAHRLICH, V. 2007. *Gasto Energético: Medição e Importância para a Área de Nutrição*. In Gilberto Kac, Rosely Sichieri, Denise Petrucci Gigante (orgs), *Epidemiologia Nutricional*. Rio de Janeiro: Fiocruz/Atheneu, p. 165-180.

ANJOS, L. A.; SOUZA, D. R.; ROSSATO, S. L. 2009. Desafios na medição quantitativa da ingestão alimentar em estudos populacionais. *Rev Nutr*, v. 22, n. 1, p. 151-161.

ANJOS, L. A. et al. 2011. Absolute and relative energy costs of walking in a Brazilian adult probability sample. *Med Sci Sports Exerc*, v. 43, p. 2211-2218.

ANJOS, L. A.; WAHRLICH, V.; VASCONCELLOS, M. T. 2014. BMR in a Brazilian adult probability sample: the Nutrition, Physical Activity and Health Survey. *Public Health Nutr*, v. 17, n. 4, p. 853-860.

ANJOS, L. A.; SILVA, B. A. M.; WAHRLICH, V. 2019. Physical activity level and energy expenditure assessed by accelerometry in 60y+ Brazilian subjects. *Rev Bras Med Esporte*, v.25, n.2, p.116-120.

ARCHER, E.; HAND, G. A.; BLAIR, S. N. 2013. Validity of U.S. nutritional surveillance: National Health and Nutrition Examination Survey caloric energy intake data, 1971-2010. *PLoS One*, v. 8, n. 10, e76632.

ARCHUNDIA-HERRERA, M. C.; CHAN, C. B. 2018. Narrative review of new methods for assessing food and energy intake. *Nutrients*, v. 10, n. 8, p. 1064.

AVELINO, G. F. et al. 2014. Sub-relato da ingestão energética e fatores associados em estudo de base populacional. *Cad Saúde Pública*, v. 30, n. 3, p. 663-668.

BATISTA, L. D. et al. 2021. Estimating total daily energy requirements in community-dwelling older adults: validity of previous predictive equations and modeling of a new approach. *Eur J Clin Nutr*. v. 75, n. 1, p. 133-140.

BLACK, A. E. et al. 1991. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: Evaluating the results of published surveys. *Eur J Clin Nutr*. v. 45, n. 12, p. 583-599.

BLACK, A E. 2000. Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake:basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations. *Int J Obes Relat Met Disord*, n. 24, v. 9, p. 1119-1130.

BLACK, A E. 2000a. The sensitivity and specificity of the Goldberg cut-off for EI:BMR for identifying diet reports of poor validity. *Eur J Clin Nutr*, n. 54, p. 395-404.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. 1986. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, n. 1, v. 8476, p. 307-310.

BO, S. et al. 2020. A Critical Review on the Role of Food and Nutrition in the Energy Balance. *Nutrients*, v. 12 n. 4, p. 1161.

BURROWS, T. L. et al. 2019. Validity of Dietary Assessment Methods When Compared to the Method of Doubly Labeled Water: A Systematic Review in Adults. *Front Endocrinol*, v.10, p. 850.

CALCAGNO, M. et al. 2019. The Thermic Effect of Food: A Review. *J Am Coll Nutr*, v. 38, n. 6, p. 547-51.

CASPERSEN, C.J.; POWELL, K.E.; CHRISTENSON, G.M. 1985. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Rep*, v. 100, n. 2, p. 126-131.

CHO, K. H. et al. 2016. Energy Expenditures for Activities of Daily Living in Korean Young Adults: A Preliminary Study. *Ann Rehabil Med*, v.40, n. 4, p. 725-733.

COELHO-RAVAGNANI, C. de F. et al. 2013. Estimativa do equivalente metabólico (MET) de um protocolo de exercícios físicos baseada na calorimetria indireta. *Rev Bras Med Esporte*, v. 19, n. 2, p. 134-138.

COLE, T. J.; COWARD, W. A. 2000. Precision and accuracy of doubly labeled water energy expenditure by multipoint and two-point methods. *Am J Physiol*, v. 263, n. 5, p. 965-973.

COOPER, J. A. et al. 2013. Health ABC study. Longitudinal change in energy expenditure and effects on energy requirements of the elderly. *Nutr J*, v. 12, p. 73.

CRUZ, C. M.; SILVA, A. F.; ANJOS, L. A. 1999. A taxa metabólica basal é superestimada pelas equações preditivas em universitárias do Rio de Janeiro. *Arch Latinoam Nutr*, v. 49, n.3, p. 232-237.

DUGAS, L. R. et al. 2011. Energy expenditure in adults living in developing compared with industrialized countries: a meta-analysis of doubly labeled water studies. *Am J Clin Nutr*, v. 93, n. 2, p. 427-441.

EJIMA, K. et al. 2019. Does exclusion of extreme reporters of energy intake (the "Goldberg cutoffs") reliably reduce or eliminate bias in nutrition studies? Analysis with illustrative associations of energy intake with health outcomes. *Am J Clin Nutr*, v. 110, p. 1231-1239.

FAO (Food and Agriculture Organization). 1985. Human Energy Requirements. *Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. [Technical Report Series 1]*. Rome: FAO. Disponível em: <http://www.fao.org/3/aa040e/AA040E00.htm#TOC>.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2004. Human Energy Requirements. *Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. [Technical Report Series 1]*. Rome: FAO. Disponível em: <http://www.fao.org/3/y5686e/y5686e00.htm#Contents>.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)2021. *FAO 70th Anniversary*. Disponível em: <http://www.fao.org/70/1945-55/en/>.

FREEDMAN, L. S. et al. 2014. Pooled results from 5 validation studies of dietary self-report instruments using recovery biomarkers for energy and protein intake. *Am J Epidemiol*, v. 180, n. 2, p. 172-188.

FREEDSON, P. S., MELANSON, E., SIRARD, J. 1998. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, v. 30, n. 5, p. 777-781.

GANPULE, A. A. et al. 2007. Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects. *Eur J Clin Nutr*, v. 61, n 11, p. 1256-1261.

GARROW, J. S. 1974. *Energy Balance and Obesity in Man*. Amsterdam: North Holland.

GOLDBERG, G. R. et al. 1991. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy intake physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur J Clin Nutr*, v. 45, n. 12, p. 569-581.

HAGGARTY, P. et al. 1994. The Influence of Exercise on the Energy Requirements of Adult Males in the UK. *Br J Nutr*, v. 72, n. 6, p. 799-813.

HARRIS, J. A.; BENEDICT, F. G. 1919. *A biometric study of a basal metabolism in man*. Carnegie Institute of Washington.

HÉBERT, J. R. et al. 2014. Considering the value of dietary assessment data in informing nutrition-related health policy. *Adv Nutr*, v. 5, n. 4, p. 447-55.

HEINI, A. F. et al. 1996. Free-living energy expenditure assessed by two different methods in rural Gambian men. *Eur J Clin Nutr*, v. 50, n. 5, p. 284-9.

HALSEY, L. G. et al. 2022. Variability in energy expenditure is much greater in males than females. *J Hum Evol*, v. 171:103229.

HENRY, C. J. K.; REES, D. G. 1991. New predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. *Eur J Clin Nutr*, v. 45, p. 177-85.

HEYMSFIELD, S. B. et al. 2021. Resting Energy Expenditure: From Cellular to Whole-Body Level, a Mechanistic Historical Perspective. *Obesity*, v. 29, n. 3, p. 500-511.

IARC (International Agency for Research on Cancer). 2017. *Energy balance and obesity. Working Group Reports*, v. 10. Disponível em: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Working-Group-Reports/Energy-Balance-And-Obesity-2017>.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2011. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2019. *Pesquisa Nacional de Saúde. Releases*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101758.pdf>.

IOM (Institute of Medicine). 2005. *Dietary reference intakes (DRIs): The essential guide to nutrient requirements*. Disponível em: https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic_uploads/DRIEssentialGuideNutReq.pdf.

JAMES, W. P. T.; SCHOFIELD, E. C. 1990. *Human energy requirements: a manual for planners and nutritionists*. Oxford: Oxford University Press. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb2268en/CB2268EN.pdf>.

JOHANSSON, G.; WESTERTERP, K. R. 2008. Assessment of the physical activity level with two questions: validation with doubly labeled water. *Int J Obes*, v. 32, n. 6, p. 1031-3.

KOEBNICK, C. et al. 2005. Validation of a simplified physical activity record by doubly labeled water technique. *Int J Obes (Lond)*, v. 29, n. 3, p. 302-9.

LABONTÉ, M. È. et al. 2016. Dietary assessment is a critical element of health research - Perspective from the Partnership for Advancing Nutritional and Dietary Assessment in Canada. *Appl Physiol Nutr Metab*, v. 41, n. 10, p. 1096-1099.

LAFAY, L. et al. 2000. Does energy intake underreporting involve all kinds of food or only specific food items? Results from the Fleurbaix Laventie Ville Santé (FLVS) study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, v. 24, p. 1500-1506.

LEONARD, W. R. 2012. Laboratory and field methods for measuring human energy expenditure. *Am J Hum Biol*, v. 24, n. 3, p. 372-84.

LEVINE, J. A.; EBERHARDT, N. L.; JENSEN, M. D. 1999. Role of nonexercise activity thermogenesis in resistance to fat gain in humans. *Science*. v. 283, n. 5399, p. 212-214.

MACENA, M. L. et al. 2019. Agreement between the total energy expenditure calculated with accelerometry data and the BMR yielded by predictive equations v. the total energy expenditure obtained with doubly labelled water in low-income women with excess weight. *Br J Nutr*, v. 122, n.12, p. 1398-1408.

MADDEN, A. M., MULROONEY, H. M., SHAH, S. 2016. Estimation of energy expenditure using prediction equations in overweight and obese adults: a systematic review. *J Hum Nutr Diet*. v. 29, n. 4, p. 458-476.

MATTHEWS, C. E. et al. 2018. Measurement of Active and Sedentary Behavior in Context of Large Epidemiologic Studies-Corrigendum. *Med Sci Sports Exerc*. v. 53, p. 2017, 2021. Erratum for: *Med Sci Sports Exerc*. v. 50, n. 2, p. 266-76.

McKENZIE, B. L. et al. 2021. Investigando diferenças sexuais na precisão dos métodos de avaliação dietética para medir a ingestão de energia em adultos: uma revisão sistemática e meta-análise. *Am J Clin Nutr*, v. 113, n. 5, p. 1241–1255.

MENDONÇA, C. P.; ANJOS, L. A. 2004. Aspectos das práticas alimentares e da atividade física como determinantes do crescimento do sobrepeso/obesidade no Brasil. *Cad Saúde Pública*, v. 20, n. 3, p. 698-706.

METCALFE, N. B. et al. 2023. Solving the conundrum of intra-specific variation in metabolic rate: A multidisciplinary conceptual and methodological toolkit: New technical developments are opening the door to an understanding of why metabolic rate varies among individual animals of a species: New technical developments are opening the door to an understanding of why metabolic rate varies among individual animals of a species. *Bioessays*, v. 45, n. 6:e2300026.

MIFFLIN, M. D. et al. 1990. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr*, v. 51, n. 2, p. 241-7.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, SVS. 2019. *Departamento de Análise de Situação de Saúde. Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico, VIGITEL*. Brasília: DF. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2019_vigilancia_fatores_risco.pdf.

NAWARATNE, R. et al. 2021. Deep Learning to Predict Energy Expenditure and Activity Intensity in Free Living Conditions using Wrist-specific Accelerometry. *J Sports Sci*, v. 39, n. 6, p. 683-90.

NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine). 2023. *Dietary Reference Intakes for Energy*. Washington, DC: The National Academies Press. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/26818/dietary-reference-intakes-for-energy>.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. *Recommended Dietary Allowances: 10th Ed.* Subcommittee on the Tenth Edition of the Recommended Dietary Allowances, Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences, National Research Council. Washington, D.C.: National Academy Press.

NISHIDA, Y. et al. 2019. Validity of One-Day Physical Activity Recall for Estimating Total Energy Expenditure in Elderly Residents at Long-Term Care Facilities: CLinical EVALuation of Energy Requirements Study (CLEVER Study). *J Nutr Sci Vitaminol*, v. 65, n. 2, p. 148-56.

NGUO, K., TRUBY, H., PORTER, J. 2023. Total Energy Expenditure in Healthy Ambulatory Older Adults Aged ≥ 80 Years: A Doubly Labelled Water Study. *Ann Nutr Metab*, v. 79, n. 2, p. 95-105.

PARK, J. et al. 2014. Estimating free-living human energy expenditure: Practical aspects of the doubly labeled water method and its applications. *Nutr Res Pract*, v. 8, n. 3, p. 241–248.

PFRIMER, K. et al. 2015. Under-reporting of food intake and body fatness in independent older people: a doubly labelled water study. *Age Ageing*, v. 44, n. 1, p. 103-108.

POPKIN, B. M. et al. 2020. Individuals with obesity and COVID-19: A global perspective on the epidemiology and biological relationships. *Obes Rev*, v. 21, n. 11, e13128.

PORTER, J. et al. 2019. Total energy expenditure measured using doubly labeled water compared with estimated energy requirements in older adults (≥ 65 y): analysis of primary data. *Am J Clin Nutr*, v. 110, n. 6, p. 1353-61.

PRENTICE A. M. 1990. *The doubly labelled water method for measuring energy expenditure, technical recommendations for use in humans*. Vienna: Nahres-4, International Atomic Energy Agency. Disponível em: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/21/093/21093729.pdf.

RAMIREZ-ZEA, M. 2005. Validation of three predictive equations for basal metabolic rate in adults. *Public Health Nutr*, v. 8, n. 7, p. 1213–1228.

REDMAN, L. M. et al. 2014. CALERIE Study Group. Energy requirements in nonobese men and women: results from CALERIE. *Am J Clin Nutr*, v. 99, n.1, p. 71-78.

SANCHEZ-DELGADO, G.; RAVUSSIN, E. 2020. Assessment of energy expenditure: are calories measured differently for different diets? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, v. 23, n. 5, p. 312-8.

SATIJA, A. et al. 2015. Objective measures are complementary to, rather than a replacement for, self-reported methods. *Int J Obes*, v. 39, p. 1179.

SASAKI, J. E.; JOHN, D.; FREEDSON, P. S. 2011. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *J Sci Med Sport*, v. 14, n. 5, p. 411-6.

SASAKI, J. E. et al. 2017. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil / Instructions for accelerometer use in Brazil. *Rev Bras Ativ Fís Saúde*, v. 22, n. 2, p. 110-26.

SCAGLIUSI, F. B.; LANCHÁ JÚNIOR, A. H. 2005. Estudo do gasto energético por meio da água duplamente marcada: fundamentos, utilização e aplicações. *Rev Nutr*, v. 18, n. 4, p. 541-551.

SCAN (Scientific Advisory Committee on Nutrition of United Kingdom). 2011. *Dietary Reference Values for Energy*. The Stationery Office. London. Disponível em: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/339317/SACN Dietary Reference Values for Energy.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/339317/SACN_Dietary_Reference_Values_for_Energy.pdf).

SCHOELLER, D. A.; LEITCH, C. A.; BROWN, C. 1986. Doubly labeled water method: in vivo oxygen and hydrogen isotope fractionation. *Am J Physiol*, v. 251, n. 6 Pt2, p. R1137–R1143.

SCHOELLER, D. A.; TAYLOR, P. B.; SHAY, K. 1995. Analytic requirements for the doubly labeled water method. *Obes Res*, v. 3, n. 1, p. 15-20.

SCHOELLER, D. A. 1999. Recent Advances from Application of Doubly Labeled Water to Measurement of Human Energy Expenditure. *J Nutr*, v. 129, p. 1765-1768.

SCHOELLER, D. A. et al. 2013. Self-report-based estimates of energy intake offer an inadequate basis for scientific conclusions. *Am J Clin Nutr*, v. 97, n. 6, p. 1413-1415.

SCHOFIELD, W. N. 1985. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr*, v. 39, n. 1, p. 5-41.

SGAMBATO, M. R.; WAHRLICH, V.; ANJOS, L. A. 2019. Validity of basal metabolic rate prediction equations in elderly women living in an urban tropical city of Brazil. *Clin Nutr ESPEN*, v. 32, p. 158-164.

SMITH, M. T. et al. 2022. Measurement of Physical Activity with Wrist-Worn ActiGraph GT3X+ in Older Women. *Int J Exerc Sci*, v. 15, n. 7, p. 1538-53.

SPEAKMAN, J. R. et al. 2019. The International Atomic Energy Agency International Doubly Labelled Water Database: Aims, Scope and Procedures. *Ann Nutr Metab*, v. 75, p. 114-118.

SPEAKMAN, J. R.; SELMAN, C. 2003. Physical activity and resting metabolic rate. *Proc Nutr Soc*, v. 62, p. 621-634.

SPEAKMAN, J. R. et al. 2021. A standard calculation methodology for human doubly labeled water studies. *Cell Rep Med*, v. 2, n. 2, p. 100203.

STRATH, S. J. et al. 2013. American Heart Association Physical Activity Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health and Cardiovascular, Exercise, Cardiac Rehabilitation and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, and Council. Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, v. 128, n. 20, p. 2259-79.

SUBAR, A. F. et al. 2015. Addressing current criticism regarding the value of self-report dietary data. *J Nutr*, v. 145, n. 12, p. 2639-45.

THOM, G. et al. 2020. Validity of predictive equations to estimate RMR in females with varying BMI. *J Nutr Sci*, v. 9, e17, 2020 Erratum in: *J Nutr Sci*, v. 9, e22.

USDA (U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services). 2020. *Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025*. 9th Edition. December. Disponível em: https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-12/Dietary_Guidelines_for_Americans_2020-2025.pdf.

USDA (U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services). 2020a. *The USDA food and nutrient database for dietary studies 2017-2018*. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/nea/bhnrc/fsrg>.

VASCONCELLOS, M. T. 2001. *Análise crítica dos métodos de avaliação nutricional de populações, a partir de dados de consumo familiar de energia*. Tese (Doutorado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro.

VASCONCELLOS, M. T. L., ANJOS, L. A. 2003. A simplified method for assessing physical activity level values for a country or study population. *Eur J Clin Nutr*, v. 57, p. 1025–1033.

WAHRLICH, V.; ANJOS, L. A. 2001. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. *Cad Saúde Pública*, v. 17, n. 4, p. 801-17.

WAHRLICH, V. et al. 2007. Basal metabolic rate of Brazilians living in the Southwestern United States. *Eur J Clin Nutr*, v. 61, n. 2, p. 289-293.

WAHRLICH, V.; TEIXEIRA, T. M.; ANJOS, L. A. 2018. Validity of a population-specific BMR predictive equation for adults from an urban tropical setting. *Clin Nutr*, v. 37, n. 1, p. 208-213.

WEIR, J. B. 1949. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiology*, v. 109, n. 1-2, p. 1-9.

WESTERTERP, K. R. 2017. Doubly labelled water assessment of energy expenditure: principle, practice, and promise. *Eur J Appl Physiol*, v. 117, n. 7, p. 1277-1285.

WESTERTERP, K. R. 2000. *Control of Energy Expenditure in Humans*. 2022. In: Feingold KR, Anawalt B, Blackman MR, Boyce A, Chrousos G, Corpas E, de Herder WW, Dhatariya K, Dungan K, Hofland J, Kalra S, Kaltsas G, Kapoor N, Koch C, Kopp P, Korbonits M, Kovacs CS, Kuohung W, Laferrère B, Levy M, McGee EA, McLachlan R, New M, Purnell J,

Sahay R, Shah AS, Singer F, Sperling MA, Stratakis CA, Trence DL, Wilson DP, editors. Endotext [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc. PMID: 25905198. Disponible em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK278963/>.

WESTERTERP, K. R.; GORIS, A. H. 2002. Validity of the assessment of dietary intake: problems of misreporting. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, v. 5, n. 5, p. 489-93.

WHITE, T. et al. 2019. Estimating energy expenditure from wrist and thigh accelerometry in free-living adults: a doubly labelled water study. *Int J Obes (Lond)*, v. 43, n. 11, p. 2333-2342.

WHO (World Health Organization). *Obesity and overweight*. 2003. Disponible em: https://www.who.int/dietphysicalactivity/media/en/gsf_s_obesity.pdf.

WHO (World Health Organization). *Obesity and Overweight*. 2020. Disponible em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.

WHO (World Health Organization). *Facts on Obesity*. 2020a. Disponible em <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/en/index2.html>.

WHO (World Health Organization). *Non Communicable Diseases*. 2021. Disponible em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.

YAMADA, Y. et al. 2018. Validity of a triaxial accelerometer and simplified physical activity record in older adults aged 64-96 years: a doubly labeled water study. *Eur J Appl Physiol*, v. 118, n. 10, p. 2133-2146.

YAMAUCHI, T.; UMEZAKI, M.; OHTSUKA, R. 2001. Physical activity and subsistence pattern of the Huli a Papua New Guinea highland population. *Am J Phys Anthropol*, v. 114, n. 3, p. 258-268.

APÊNDICE: Carta de submissão do artigo 1 à revista Nutricion Hospitalaria

Energy intake and balance of the Brazilian adult population



Francine Bossan <francine.bossan@gmail.com> **Nutr hosp Article created** 1 mensagem **Revista Nutricion Hospitalaria** <noreply@nutricionhospitalaria.org> 17 de dezembro de 2022 às 15:26 Para: Francine <francine.bossan@gmail.com>

Dear Dr Moreira Bossan:

We confirm that your article "Energy intake and balance of the Brazilian adult population" (04581-01) has been loaded successfully to the Nutrición Hospitalaria platform. From this moment on, the evaluation will begin. You can check its status at https://www.nutricionhospitalaria.org/admin/m_articulos/7374/show

Best regards,

Editorial Department Nutrición Hospitalaria

ANEXO A: Parecer consubstanciado do CEP do Hospital Universitário Antonio Pedro da Universidade Federal Fluminense.

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL
FLUMINENSE/ FM/ UFF/ HU



DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Métodos de Avaliação do Gasto Energético

Pesquisador: Luiz Antonio dos Anjos

Área Temática: Versão: 2

CAAE: 45487615.6.0000.5243

Instituição Proponente: Faculdade de Nutrição Emília de Jesus Ferreiro

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.184.532

Data da Relatoria: 07/08/2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa do Professor titular de Nutrição da UFF e pesquisador do CNPQ Luiz Antonio dos Anjos intitulado "Gasto energético total diário: Validação de estimativas por frequência cardíaca, acelerometria e diário de atividades versus água duplamente marcada" Este projeto de pesquisa tem o objetivo de realizar um estudo de validação de métodos para estimar o gasto energético (GE) diário (frequência cardíaca, acelerometria e diário de atividades) versus o método padrão de água duplamente marcada. A proposta parte da observação de que ingestão nutricional e atividade física estão, juntamente com fumo (com medidas importantes de política pública já implementadas) e álcool e drogas (com medidas embrionárias, principalmente em relação ao trânsito), entre as principais causas comportamentais e, portanto, os principais problemas que requerem medidas de política de saúde pública no país, após a transição nutricional das doenças infecciosas para as doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT). Esse fenômeno, observado praticamente em todos os

países do mundo, levou a OMS a criar a Estratégia Global sobre Dieta, Atividade Física e Saúde que, especificamente, estimula o desenvolvimento e implementação de políticas e planos de ação para melhorar a dieta e aumentar a atividade física com monitoração de dados científicos. Neste aspecto é fundamental o desenvolvimento e validação de instrumentos de avaliação do gasto energético em adultos. O laboratório a que pertence o pesquisador responsável desenvolveu uma estratégia de estimação do GE por meio de medidas simples e a monitoração da frequência cardíaca de 24h a partir de dados obtidos em adultos em um inquérito domiciliar em Niterói. Uma vez validado, este método pode substituir o método padrão, água duplamente marcada, mas que é muito sofisticado e caro, em estudos populacionais. Uma amostra de conveniência de 50 indivíduos (25 homens e 25 mulheres) saudáveis (índice de massa corporal entre 18,5 e 25 kg.m⁻²) com idade superior a 20 anos constituirá os sujeitos do estudo. Estes serão recrutados entre os participantes de pesquisas em andamento ou já terminadas no Lanuff. Para o presente estudo todos os indivíduos não deverão estar em dieta de restrição alimentar ou estarem grávidas. A participação na pesquisa incluirá duas idas ao Lanuff e a monitoração da atividade física por frequência cardíaca e acelerômetro entre as duas vindas ao Lanuff. Além disso, o indivíduo irá coletar e armazenar a primeira urina do dia em 7 dias. Primeira visita ao Lanuff: uma entrevista será conduzida para confirmar a aderência ao protocolo seguida da aferição da estatura, massa corporal e perímetro abdominal. A medida de taxa metabólica basal (TMB) será iniciada com repouso de 10 minutos numa sala tranquila, sem claridade e ruídos e com a temperatura controlada em torno de 25°C. Após o repouso, colocar-se-á uma máscara facial que é acoplada a um calorímetro, medindo-se o consumo de oxigênio (VO₂) e a produção de gás carbônico (VCO₂) durante 25 minutos com o indivíduo deitado. A composição corporal será avaliada através de diversos métodos incluindo os métodos padrão. Os equipamentos e procedimentos a serem utilizados são descritos a seguir. Absorptiometria de raio-X de duplo feixe (DXA) será realizada por um técnico em radiologia. Para a medida usando o DXA será feito o escaneamento do corpo inteiro. Esta técnica quantificará a massa magra, a densidade mineral óssea e a gordura corporal total. Pletismografia de deslocamento de ar (BOD POD): consiste em uma câmara hermeticamente fechada em que cabe um indivíduo no qual a relação pressão-volume é usada para estimar o volume do corpo e daí a densidade corporal. O indivíduo deverá entrar na câmara e serão feitas duas medições de volume corporal. Neste momento, uma dose de água duplamente marcada (2H₂ 18O) será dada o sujeito. Uma amostra de urina basal será coletada antes da ingestão da dose e amostras serão colhidas nos dias 1, 2, 3, 7, 12, 13, 14,

subsequentes. As amostras de urina serão armazenadas pelos próprios indivíduos e trazidas para o Lanuff na segunda visita que ocorrerá aproximadamente duas semanas após a primeira visita. Um monitor de frequência cardíaca e um acelerômetro triaxial serão fornecidos para cada indivíduo com instruções para seu funcionamento. Os indivíduos serão instruídos a usar o acelerômetro na cintura do lado direito do corpo afixados numa cinta elástica todos os dias das duas semanas e o frequencímetro durante seis dos 14 dias (4 dias semanais e 2 de final de semana não consecutivos) durante todo o tempo que estiverem acordados. Os sujeitos serão instruídos a manter um diário de atividade durante os dias de monitoração da frequência cardíaca e do acelerômetro. Segunda visita ao Lanuff: se realizará um teste de caminhada submáxima em esteira rolante para a medição do custo energético da caminhada (curva de calibração) e será devolvido o acelerômetro e o frequencímetro cardíaco e entregue a urina coletada em casa. Estimativa do Gasto Energético O gasto energético será estimado pela frequência cardíaca, acelerômetro, diário de atividades e água duplamente marcada. Análises estatísticas: Os valores médios do GE gerados pelos vários métodos serão comparados entre si usando teste t de Student. A concordância entre os métodos será feita pelo método gráfico de Bland & Altman. Os recursos para a realização desta pesquisa virão da bolsa Cientista do Nosso Estado da FAPERJ - E26/201.323/2014-BBP.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral do projeto é realizar avaliação do gasto energético total diário em uma amostra de 50 adultos de Niterói, RJ.

Objetivos Específicos

1. Medir a composição corporal na amostra de adultos;
2. Monitorar a frequência cardíaca e os movimentos (acelerômetro) diários na amostra de adultos;
3. Realizar diário de atividades em períodos de 24 horas na amostra de adultos;
4. Medir o metabolismo basal na amostra de adultos;
5. Realizar a resposta fisiológica (frequência cardíaca e gasto energético) à caminhada em esteira rolante na amostra de adultos;

6. Medir o padrão de atividade física da amostra de adultos;
7. Estimar o gasto energético pela água duplamente marcada na amostra de adultos;
8. Estimar o gasto energético pelos valores de frequência cardíaca e pelo acelerômetro na amostra de adultos;
9. Validar as estimativas de gasto energético pela frequência cardíaca, acelerômetro e diário de atividades em relação ao gasto energético medido pela água duplamente marcada na amostra de adultos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: O projeto realizará a medição da composição corporal com a técnica de absorptiometria de raio-X de duplo feixe (DXA) que consiste na aplicação de Raio-X em dose bem pequena. A dose de radiação para a avaliação de corpo inteiro (6 Gy ou 0,6 mRem), utilizada na avaliação, é muito pequena, bastante inferior à dose de radiação de um exame de Raio X de tórax (10 mRem) e quase a metade da radiação que absorvemos, em média, normalmente da natureza em um dia (1 mRem). Como o sujeito será medido uma única vez, a quantidade de radiação a que ele(a) estará exposto(a) é inexpressiva. A medição do volume corporal será feita pela técnica da pletismografia de deslocamento de ar. O equipamento, BODPOD, consiste de uma câmara hermeticamente fechada na qual o indivíduo permanece sentado com a câmara fechada. A medição consiste da determinação do volume do interior da câmara sem o indivíduo e com o indivíduo dentro da câmara. A permanência dentro da câmara é mantida ao mínimo, cerca de 5 minutos, mas pode ser que alguns sujeitos não se sintam confortáveis e caso isso ocorra a medição será imediatamente terminada. A medição do gasto energético será realizada por diversos métodos, incluindo a técnica de água duplamente marcada (ADM) e a monitoração da frequência cardíaca (FC). A ADM consiste na ingestão de uma pequena quantidade de água com deutério (^2H) e oxigênio 18, ambos isótopos estáveis não radiativos. A ADM não tem nenhum efeito diferente da água comum e não traz, portanto, nenhum risco para os sujeitos em avaliação. A monitoração da FC será feita com aparelhos que consistem na fixação com uma fita elástica de um transmissor no tórax que capta e transmite para um relógio que é usado no punho que armazena a informação. A fita elástica do transmissor afixado no

tórax é antialérgica mas raramente, em alguns indivíduos com muita sensibilidade, o seu uso, particularmente em dias quentes, pode fazer com que ocorra dermatite de contato que cessa imediatamente ao se retirar a fita elástica. Os participantes serão alertados para essa possibilidade e será dada orientação para o não uso do equipamento no evento da ocorrência dos primeiros sintomas, como vermelhidão e coceira. O custo energético do repouso e da caminhada será realizado usando um calorímetro. No caso da caminhada, será usada uma máscara que capta uma amostra do ar expirado. A máscara precisa ser bem fixada para não permitir escapamento de ar durante a ventilação. Este procedimento é inócuo mas a pressão da máscara sobre a face pode trazer algum desconforto em alguns dos participantes. Assim, no primeiro contato a máscara será experimentada no sujeito para ver sua aceitação. Caso o desconforto seja grande neste momento ou mesmo durante a coleta de dados, a medição não será realizada ou interrompida imediatamente.

Benefícios: O desenvolvimento de métodos simples para a determinação do gasto energético (GE) é um desafio para pesquisadores da área de fisiologia e nutrição frente ao quadro de epidemia de obesidade que

o Brasil enfrenta. Esta informação, segundo a OMS/FAO, é fundamental para o estabelecimento dos requerimentos energéticos de populações. O projeto utiliza o método padrão de medição do GE, a água duplamente marcada, que servirá de base para comparação com métodos mais simples: diário de atividade, acelerometria e monitoração da frequência cardíaca. Equações para estimar o GE por este último, FC, foram desenvolvidas em nosso laboratório e, uma vez validados, permitirão a monitoração do GE em nível ambulatorial através de uma medida fisiológica, a FC. Adicionalmente, será realizada a medição da densidade mineral óssea em indivíduos ainda jovens o que permitirá identificar os indivíduos que possam ter risco de osteoporose, particularmente nas mulheres. Os dados poderão servir como base para medidas posteriores em idades mais avançadas quando o risco da doença é maior fornecendo, assim, informações de base da situação ainda como um adulto jovem e a evolução da saúde óssea dos indivíduos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se do cumprimento de pendências do parecer CEP nº 1.141.797, emitido em 07/07/2015.

Este é um projeto de pesquisa muito bem desenhado e de relevância para a sociedade. Os pesquisadores esperam poder desenvolver procedimentos padronizados para a medição do GE e de atividade física para serem usados em estudos com populações urbanas brasileiras. Os resultados e análises realizados poderão subsidiar a definição de políticas públicas específicas para mitigar os riscos à saúde associados às doenças crônicas não transmissíveis. Dentro desta linha, serão gerados dados inéditos associando medições precisas obtidas em laboratório com medições baseadas em procedimentos menos sofisticados, mais fáceis de aplicar em pesquisas de base domiciliar ou em estudos clínicos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram adequadamente apresentados os termos de apresentação obrigatória e seu cronograma está adequado.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido está muito bem redigido e cumpre sua função. A folha de rosto está devidamente preenchida, assinada e carimbada pela diretora da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal Fluminense, Alexandra Anastacio M. Silva.

Recomendações:

O Termo de Consentimento livre e esclarecido deverá ser elaborado em 2 vias, sendo uma retida pelo sujeito da pesquisa e uma arquivada pelo pesquisador.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências ou inadequações

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

NITEROI, 13 de Agosto de 2015

Assinado por: ROSANGELA ARRABAL THOMAZ (Coordenador)

ANEXO B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.**Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional (Lanuff)
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título do Projeto de Pesquisa: “Gasto energético total diário: Validação de estimativas por frequência cardíaca, acelerometria e diário de atividades versus água duplamente marcada”

Pesquisador Responsável: Prof. Luiz Antonio dos Anjos Instituição a que pertence o
Pesquisador Responsável: Faculdade

de Nutrição Emília de Jesus Ferreiro -Universidade Federal Fluminense – UFF

Telefones para contato: (021) 2629-9856 ou 2629-9898 / 98877-4419 Código: 14

Nome do voluntário: _____

Idade: _____ anos RG: _____

O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa que investigará a quantidade total de energia gasta durante períodos de 24 horas usando vários métodos. Para tal, serão necessárias três visitas do(a) senhor(a) ao Lanuff e coleta de dados em sua própria residência.

Na primeira visita, o(a) senhor(a) virá ao laboratório às 7:00 quando todos os procedimentos da pesquisa e sua participação serão explicadas. Seu aceite em participar será confirmado com a assinatura deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A seguir, serão realizadas as medições de peso, altura e circunferências do corpo e obtidas as informações pessoais, sócio-econômicas e de atividade física através de questionário. Após essas medições, a medida do gasto de energia de repouso será realizada através de um calorímetro durante 25 minutos. Durante este período o(a) Sr(a). permanecerá deitada(o) e uma campânula será colocada sobre sua cabeça que medirá a sua respiração e a quantidade de oxigênio absorvido e de gás carbônico eliminado através de sua respiração do ar ambiente. A campânula não tem contato com o rosto, é transparente e permite acompanhar tudo que está acontecendo ao seu redor. A seguir, a quantidade dos componentes e o volume do seu corpo serão medidos. A quantidade de músculo, gordura corporal e de mineral ósseo será feita por um

tipo de aparelho de Raio-X de baixa radiação. Para esta medida o(a) senhor(a) permanecerá deitado(a) na maca do aparelho que fará uma fotografia de seu corpo inteiro. Esta medida terá duração de aproximadamente 10 minutos e é indolor. A medida feita por este aparelho exporá o(a) senhor(a) a uma dose muito baixa de radiação, bastante inferior à dose de radiação de um exame de Raio X de tórax e quase a metade da radiação que absorvemos, em média, normalmente da natureza em um dia, não sendo, portanto, prejudicial à sua saúde. Como o(a) Sr(a). será medido(a) uma única vez, a quantidade de radiação a que o Sr(a). estará exposto(a) é inexpressiva. A medição será realizada por um técnico em radiologia. A medição do volume corporal é feita em uma câmara hermeticamente fechada no qual o Sr(a). ficará durante aproximadamente 10 minutos. Este sistema tem uma janela de vidro pela qual o(a) Sr(a). poderá se comunicar com o exterior. O sr(a.) só precisará ficar sentado dentro desta câmara que mede o volume dentro da câmara com sua presença e sem sua presença. A permanência dentro da câmara é mantida ao mínimo, cerca de 5 minutos, mas pode ser que o(a) Sr(a). não se sinta confortável e caso isso ocorra a medição será imediatamente terminada.

Após essas medições, uma dose de água contendo isótopos estáveis de hidrogênio e de oxigênio será fornecida para o(a) Sr(a). beber. Esta água não apresenta alterações na cor, cheiro, sabor e radioatividade. A água fornecida não tem nenhum efeito diferente da água comum e não traz, portanto, nenhum risco para para a sua saúde. Uma amostra de sua urina, cerca de 20mL, será coletada antes do Sr(a). beber essa água e outras amostras de urina serão colhidas pelo(a) Sr(a) diariamente em um período de duas semanas e armazenadas na sua própria residência. As análises da urina permitirão saber o quanto de energia foi gasta durante as duas semanas e estimar a água corporal total.

Ainda na primeira visita, um acelerômetro e um monitor de batimentos cardíacos serão fornecidos com instruções para seu funcionamento. O(a) Sr(a). deverá usar o acelerômetro todos os dias das duas semanas do estudo. O monitor de batimentos cardíacos consiste de uma fita elástica que é afixada no peito e que contém um transmissor e um relógio que é usado no punho e que capta os batimentos cardíacos. Estes equipamentos deverão ser usados durante todo o tempo que o(a) Sr(a) estiver acordado em 4 dos 14 dias, a serem combinados. A fita elástica do transmissor afixado no peito é antialérgica, mas raramente, em alguns indivíduos com muita sensibilidade, o seu uso, particularmente em dias quentes, pode fazer com que apareça vermelhidão e coceira, sintomas que desaparecem ao se retirar a fita. Caso isso ocorra o Sr(a) não usará o equipamento.

Na segunda visita ao Lanuff, uma semana após a primeira visita, o(a) Sr(a) deverá trazer as amostras de urina coletadas e armazenadas em casa, o acelerômetro e o monitor de batimentos cardíacos, além do diário de uso dos equipamentos preenchido. O(A) senhor(a) deverá estar em jejum de 3 horas porque será medido o custo energético das atividades cotidianas selecionadas. Inicialmente, o gasto energético (GE) de repouso será medido com o(a) Sr(a) permanecendo sentado durante 15 minutos. A seguir, será medido o GE das outras atividades (organizar prateleiras, descer e subir escadas, permanecer sentado realizando atividade de digitação).

Na terceira visita ao laboratório, duas semanas após a primeira visita, o(a) Sr(a) deverá trazer as amostras de urina coletadas e armazenadas em casa, o acelerômetro e o monitor de batimentos cardíacos. Nesta vinda ao laboratório, o(a) Sr(a) deverá estar em jejum de 3 horas para a realização de um teste de caminhada em esteira rolante para a medição do gasto de energia da caminhada em 5 velocidades previamente escolhidas. Durante todo o período de caminhada o(a) Sr(a) usará uma máscara que medirá a sua respiração e a quantidade de oxigênio absorvido e de gás carbônico eliminado. A máscara cobre totalmente sua boca e nariz para que todo o ar do ambiente respirado seja medido. Para tal ela causa uma leve pressão no local, mas não impede, diminui ou restringe a sua respiração. Este procedimento é inócuo, mas a pressão da máscara sobre a face pode trazer algum desconforto no Sr(a) Caso o desconforto seja grande, a medição não será realizada ou interrompida imediatamente.

Podem acontecer riscos imprevisíveis além dos mencionados, mas todas as precauções serão tomadas para proteger a sua segurança pessoal durante todas as fases do presente estudo. A sua participação é voluntária e o(a) Sr(a) poderá desistir de participar da pesquisa e retirar seu consentimento a qualquer momento, sem que ocorra prejuízo na sua relação com o pesquisador ou com a UFF.

A informação obtida com este estudo poderá ser útil cientificamente e de ajuda para outros. Além disto, as medidas de sua respiração lhe informarão sobre a quantidade de energia gasta durante o repouso, as atividades selecionadas e o total em 24 horas. A medição com o aparelho de Raio-X fornecerá a sua quantidade de gordura corporal, massa muscular e o conteúdo mineral ósseo. Todos os resultados dos exames realizados lhe serão fornecidos em um relatório.

Em qualquer etapa do estudo o(a) senhor(a) terá acesso ao pesquisador, Dr. Luiz Antonio dos Anjos, que poderá ser encontrado nos telefones listados na página anterior. Os

participantes da pesquisa, e a comunidade em geral, poderão entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina do Hospital Universitário Antônio Pedro, para obter informações específicas sobre a aprovação deste projeto ou demais informações, telefone/fax 2629-9189 – E-mail: etica@vm.uff.br.

Qualquer informação obtida nesta investigação será confidencial e só será revelada com a sua permissão. Os dados individuais obtidos nesta pesquisa não serão apresentados a ninguém a não ser para o(a) Sr(a)., em forma de relatório. Os dados científicos e as informações médicas resultantes da pesquisa poderão ser apresentados em congressos e publicados em revistas científicas sem a identificação dos participantes. Não haverá despesas pessoais para os participantes em qualquer fase do estudo. Também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação.

Eu, _____, RG nº _____, declaro ter sido informado(a) e concordo em participar, como voluntário (a), no projeto de pesquisa acima descrito.

Niterói, _____ de _____ de 202__

Nome do responsável
por obter o consentimento

Testemunha

Luiz Antonio dos Anjos
Prof. Titular - Coordenador da Pesquisa

Assinatura do participante

ANEXO C: Instrutivo para a realização da medição da taxa metabólica basal

Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional da UFF

INSTRUTIVO PARA A MEDIÇÃO DA TMB

Para realizar a medição do metabolismo basal, você deverá vir ao Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional (LANUFF), logo que acordar, no dia e na hora agendada nessas condições:

- Estar em jejum de 10 a 12 h e ter dormido de 6 a 8 h na noite anterior. ***Pode ingerir água;***
- Não beber café ou chá no dia do teste;
- Não fazer uso de bebida alcoólica no dia anterior ao teste;
- Não fazer uso de cigarro no dia do teste.
- Manter as atividades cotidianas, evitando atividades físicas intensas no dia anterior ao teste.

Exemplo: academia, esportes, dança, corrida, competições etc.;

- Não ter apresentado febre durante as 24 horas anteriores ao dia do teste;
- Não ser portador de Marca-passo cardíaco;
- Trazer roupa colante ao corpo (maiô, sunga ou bermuda de elanca, lycra, spandex etc.).

Em caso de necessidade de cancelamento do dia agendado, favor avisar com antecedência pelos telefones: LANUFF – 2629-2401 ou 98877-4419.

Dia: _____

Horário: _____

Endereço: Rua Mário Santos Braga, 30
Campus do Valonguinho (ao lado do Plaza Shopping)
Faculdade de Nutrição
4º andar sala 416

ANEXO D: Questionário de aderência ao protocolo da TMB

Data: ___ / ___ / 202__

Código: _ _ _ _ _

Questionário de aderência ao protocolo da TMB:

- 1 – Qual o último dia que realizou atividade física intensa? Que tipo de atividade?
- 2 – Fez uso de algum medicamento nos últimos dias? Qual? Para quê? Quando?
- 3 – Fez dieta nos últimos dias? () Não () Sim _____
- 4 – Teve febre ontem? () Não () Sim, quantos graus? _____
- 5 – Fuma? () Não () Sim, quantos cigarros fumou ontem? _____
A que horas fumou o último cigarro ontem? ___ Fumou hoje? () Não () Sim
- 6 – Fez uso de bebida alcoólica ontem? () Não () Sim
- 7 – Bebeu café hoje? () Não () Sim
- 8 – A que horas bebeu ou comeu pela última vez? _____
- 9 – A que horas dormiu ontem _____ e que horas acordou hoje _____ ?
- 10 – Durante a noite ficou acordado por algum motivo? () Não () Sim, porque ___
durante quanto tempo? _____
- 11 – Qual o tipo de condução que utilizou para vir à UFF? Veio sentado? _____
- 12 – Andou durante quanto tempo no dia de hoje? _____
- 13 – Como você está se sentindo hoje? _____

Observações: _____

ANEXO E: Formulário de registro de informações sobre a coleta de urina.

Dias de uso dos acelerômetros e coleta da urina
Telefones para contato: (021) 2629-2401 ou 98877-4419

Código: _____

Exemplo de preenchimento:

Supondo que você acorde às 6:00 e que coloque os aparelhos às 6:15 e que os retire 2 vezes durante o dia (às 10:30 recolocando-os às 10:45 e às 18:00 só retirando o acelerômetro e o recolocando às 18:10) e que os retire para dormir às 23:30 mas que só durma às 24:00 e que a coleta de urina foi feita às 9:35, o preenchimento está mostrado no primeiro quadro abaixo. Anote qualquer observação que tenha ocorrido, como retirada de um só aparelho, etc...

Data	Dia da semana	Horário (anotar todas as vezes que colocar, retirar e recolocar os aparelhos no mesmo dia)				Observações
1) ____/____/____		Acordou	Colocou	Retirou	Dormiu	Observações Às 18:00 só retirei o acelerômetro do pulso. Às 23:30 retirei os dois acelerômetros e tomei banho.
		6:00	6:15	23:30	24:00	
		Anotar retiradas e recolocações durante o dia				
		Retirou:	Recolocou:	Retirou:	Recolocou:	
		10:30	10:45	18:00	18:10	

Data	Dia da semana	Horário (anotar todas as vezes que colocar, retirar e recolocar os aparelhos no mesmo dia)				Observações
1) ____/____/____		Acordou	Colocou	Retirou	Dormiu	
		Anotar retiradas e recolocações durante o dia				
		Retirou:	Recolocou:	Retirou:	Recolocou:	

ANEXO F: Exemplo de cálculo do gasto energético total diário de uma mulher, 23 anos de idade, com 46,1 kg de massa corporal, 152,9 cm de estatura e 19,7 kg.m⁻² de índice de massa corporal, utilizando os códigos de atividade em MET descritos em Ainsworth et al. (2023), o valor de MET convencional de 3,5 mL e o estimado pela equação sugerida por Anjos et al. (2011) e cálculo do MET_{24h} por um recordatório de atividade física de 24 horas (continuação).

Código	Atividade Relatada	Código	METs	Hora	Minutos	Duração	r24h_	r24h	r24h
							sTMB MET	mTMB MET	ATMB MET
14016	se arrumou	13020	2,5	17	0	10	84,4	78,4	78,4
14016	saiu de casa andando	17152	2,8	17	10	10	94,5	87,8	87,8
14016	sentou e levantou algumas vezes	7020	1,3	20	0	170	746,0	692,7	692,7
14016	comeu e continuou sentada	13030	1,5	24	0	240	1215,2	1128,4	1128,4
14016	voltou para casa andando	17152	2,8	24	10	10	94,5	87,8	87,8
14016	chegou em casa e fez higiene pessoal	13040	2	24	30	20	135,0	125,4	125,4
14016	deitou e dormiu	7030	0,95	29	30	300	1009,6	861,9	817,3
14016	levantou para ir ao banheiro	13040	2	29	35	5	33,8	31,3	31,3
14016	deitou e dormiu novamente	7030	0,95	32	0	145	488,0	416,6	395,0
14016	acordou e fez higiene pessoal	13040	2	32	40	40	270,0	250,7	250,7
14016	se arrumou	13020	2,5	32	50	10	84,4	78,4	78,4
14016	preparou café da manhã	5050	2	33	0	10	67,5	62,7	62,7
14016	sentou para comer	13030	1,5	33	20	20	101,3	94,0	94,0
14016	levantou e saiu de casa andando	17152	2,8	33	45	25	236,3	219,4	219,4

ANEXO F: Exemplo de cálculo do gasto energético total diário de uma mulher, 23 anos de idade, com 46,1 kg de massa corporal, 152,9 cm de estatura e 19,7 kg.m⁻² de índice de massa corporal, utilizando os códigos de atividade em MET descritos em Ainsworth et al. (2023), o valor de MET convencional de 3,5 mL e o estimado pela equação sugerida por Anjos et al. (2011) e cálculo do MET_{24h} por um recordatório de atividade física de 24 horas (conclusão).

Código	Atividade Relatada	Código MET*	METs	Hora	Minutos	Duração	r24h_ sTMB MET	r24h mTMB MET	r24h ATMB MET
14016	sentou	7020	1,3	34	0	15	65,8	61,1	61,1
14016	levantou e entrou na barca (sentada)	7020	1,3	34	20	20	87,8	81,5	81,5
14016	andou	17152	2,8	34	30	10	94,5	87,8	87,8
14016	sentou	7020	1,3	35	0	30	131,6	122,2	122,2
Total	MET_{24h} =		1,51				7396	6756	6690

*Código do Compêndio de Atividades Físicas (Ainsworth et al., 2023)

METs = Valor em múltiplo de MET do Código do Compêndio de Atividades Físicas (Ainsworth et al., 2023)

MET_{24h} = (∑ METS*Duração)/1440

r24h_{sTMB} = ((3,5 x 46,1 kg de massa corporal)/1000) x 5 x METS x Duração x 4,184] para as atividades e a TMB estimada pela equação de Schofield (1985) para o tempo dormindo

r24h_{mTMB} = [((3,25 x 46,1 kg de massa corporal)/1000) x 5 x METS x Duração x 4,184] para as atividades e a TMB medida para o tempo dormindo

r24h_{ATMB} = ((3,25 x 46,1 kg de massa corporal)/1000) x 5 x METS x Duração x 4,184] para as atividades e a TMB estimada pela equação de Anjos et al. (2014) para o tempo dormindo

Para se chegar ao GETD, o primeiro passo foi multiplicar o valor do MET ($3,5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ou o estimado por Anjos et al., 2011) pela massa corporal (kg) do participante e depois dividir por 1000 para que fosse encontrado o valor estimado de $\dot{V} \text{ O}_2$ em litros. Em seguida, multiplicou-se por 5, entendendo que 1 L de O_2 consumido gera 5 kcal. Após, multiplicou-se pelo código da atividade (em múltiplos de MET, denominado METs) realizada descrita no Compêndio de Atividades Físicas (Ainsworth et al., 2023) e sua duração (em minutos). Este é o valor do GE em kcal total da atividade realizada naquela duração.

ANEXO G: Dados individuais de antropometria (estatura), de composição corporal estimados a partir da água duplamente marcada e estado nutricional calculado pelo índice de massa corporal para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (continua).

Código	Sexo	Idade	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Índice de Massa Corporal (kg.m ⁻²)	Água Corporal Total (kg)	Massa Magra (kg)	Massa Gorda (kg)	% Gordura Corporal
14007	F	48	61,3	170,0	21,2	30,9	42,3	18,9	30,9
14014	F	23	67,3	170,1	23,3	29,7	40,7	26,6	39,5
14016	F	23	46,1	152,9	19,7	21,6	29,6	16,5	35,8
14017	F	25	72,3	165,0	26,5	31,6	43,2	29,0	40,2
14018	F	27	51,7	164,0	19,2	27,8	38,0	13,7	26,4
14019	M	37	70,2	170,8	24,1	40,2	55,1	15,1	21,6
14020	F	24	60,0	155,0	25,0	28,3	38,8	21,2	35,3
14021	F	24	47,8	162,4	18,1	26,8	36,6	11,2	23,3
14023	F	54	55,8	148,3	25,4	28,6	39,2	16,6	29,7
14027	M	31	51,3	170,0	17,7	32,3	44,3	7,0	13,7
14029	M	22	73,8	181,4	22,4	39,3	53,8	20,0	27,1
14031	M	28	85,6	185,1	25,0	49,0	67,1	18,5	21,6
14034	F	21	53,8	157,5	21,7	28,1	38,5	15,3	28,5
14035	F	23	62,5	158,5	24,9	25,2	34,6	28,0	44,7

ANEXO G: Dados individuais de antropometria (estatura), de composição corporal estimados a partir da água duplamente marcada e estado nutricional calculado pelo índice de massa corporal para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (continuação).

Código	Sexo	Idade	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Índice de Massa Corporal (kg.m ⁻²)	Água Corporal Total (kg)	Massa Magra (kg)	Massa Gorda (kg)	% Gordura Corporal
14036	F	26	61,5	163,3	23,0	24,7	33,8	27,7	45,0
14039	F	31	78,9	179,1	24,6	35,8	49,0	29,9	37,8
14040	F	32	66,7	167,1	23,9	29,3	40,1	26,6	39,9
14042	M	22	77,2	177,4	24,5	44,5	60,9	16,2	21,1
14043	M	25	75,9	179,0	23,7	43,6	59,7	16,2	21,4
14044	F	24	63,4	156,1	26,0	30,5	41,8	21,6	34,1
14045	M	22	65,1	169,2	22,7	42,7	58,5	6,6	10,1
14046	F	36	49,4	169,8	17,1	24,8	34,0	15,3	31,1
14047	F	48	64,4	170,5	22,2	30,8	42,2	22,2	34,5
14048	M	64	72,7	171,7	24,6	41,8	57,2	15,4	21,2
14051	M	57	60,8	181,8	18,4	33,4	45,7	15,1	24,9
14059	M	23	81,9	169,5	28,5	38,1	52,2	29,7	36,3
14060	F	25	64,7	166,0	23,5	39,2	53,7	11,0	16,9

ANEXO G: Dados individuais de antropometria (estatura), de composição corporal estimados a partir da água duplamente marcada e estado nutricional calculado pelo índice de massa corporal para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (conclusão).

Código	Sexo	Idade	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Índice de Massa Corporal (kg.m ⁻²)	Água Corporal Total (kg)	Massa Magra (kg)	Massa Gorda (kg)	% Gordura Corporal
14061	M	27	87,3	180,8	26,7	45,6	62,4	24,8	28,4
14062	M	26	68,8	174,8	22,5	39,7	54,4	14,4	20,9
14063	M	21	79,1	181,4	24,0	45,2	61,9	17,2	21,8
14065	M	26	75,5	179,3	23,5	45,3	62,1	13,4	17,8
14066	M	23	65,2	173,5	21,6	39,8	54,5	10,7	16,4
14067	F	40	46,8	153,8	19,8	24,4	33,4	13,4	28,6
14068	F	36	74,6	168,4	26,3	35,9	49,2	25,3	34,0
14069	M	21	70,7	186,8	20,2	43,9	60,1	10,6	14,9
14070	M	48	79,5	179,4	24,7	47,6	65,2	14,3	18,0
14072	F	21	61,0	169,1	21,3	35,9	49,2	11,7	19,3
14073	M	24	79,9	177,2	25,4	47,6	65,1	14,7	18,4
18001	F	29	69,9	166,4	25,2	39,2	53,7	16,2	23,1
18002	M	31	75,8	176,6	24,3	41,0	56,1	19,7	26,0

ANEXO H: Dados individuais (kJ.dia⁻¹) da taxa metabólica basal medida (_mTMB) por calorimetria indireta e estimada pelas equações de Schofield (1985) (_sTMB) e Anjos et al. (2014) (_ATMB), gasto energético total diário estimado pela água duplamente marcada (ADM), pelo recordatório de atividade física de 24 horas (r24h) utilizando o MET 3.5 e a _sTMB, utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a TMB medida e utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a _ATMB, valores de NAF, média ponderada dos códigos do MET (MET_24h), convencional MET 3.5 e o MET estimado pela equação de Anjos et al. (2011), estimativa do requerimento energético sugerido pela FAO (2004) utilizando o MET_24h e as equações _sFAO (_sFAO) e _ATMB (_AFAO) e pelas equações DRI de 2023 para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (continua).

Código	_m TMB	_s TMB	_A TMB	ADM	NAF	MET 24h	MET 3.5	MET Nit	r24h Nit_ _m TMB	r24h Nit	r24h	_s FAO	_A FAO	DRI 2023
14007	4820	5623	5055	7358	1,53	1,69	4,48	3,61	10743	8733	8806	9491	8533	8109
14014	5391	6261	5357	8775	1,63	1,54	4,93	3,97	10767	8797	8786	9640	8249	9836
14016	4137	4846	3923	6886	1,66	1,52	3,37	3,25	7437	7029	6972	7361	5959	8282
14017	5318	6483	5348	10114	1,90	1,76	5,29	4,13	13123	10338	10349	11401	9405	11454
14018	5191	5300	4537	9003	1,73	1,47	3,79	3,42	8060	7424	7199	7795	6674	9345
14019	5602	7021	5718	12867	2,30	1,71	5,14	4,48	12688	10901	10934	12038	9805	12924
14020	4275	5671	4538	6945	1,62	1,76	4,39	3,72	10904	9114	9178	9967	7975	9042
14021	4535	5058	4339	8868	1,96	1,78	3,50	3,31	9027	8463	8405	8978	7702	10125
14023	4610	5436	4029	7865	1,71	1,72	4,09	3,38	10096	8398	8212	9373	6947	8333
14027	5471	6111	4973	11826	2,16	1,98	3,75	3,83	10928	10959	10833	12079	9829	11616
14029	6378	7545	6360	10631	1,67	1,42	5,40	4,82	11118	9811	9804	10746	9059	12339

ANEXO H: Dados individuais (kJ.dia⁻¹) da taxa metabólica basal medida (_mTMB) por calorimetria indireta e estimada pelas equações de Schofield (1985) (_sTMB) e Anjos et al. (2014) (_ATMB), gasto energético total diário estimado pela água duplamente marcada (ADM), pelo recordatório de atividade física de 24 horas (r24h) utilizando o MET 3.5 e a _sTMB, utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a TMB medida e utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a _ATMB, valores de NAF, média ponderada dos códigos do MET (MET_24h), convencional MET 3.5 e o MET estimado pela equação de Anjos et al. (2011), estimativa do requerimento energético sugerido pela FAO (2004) utilizando o MET_24h e as equações _sTMB (_sFAO) e _ATMB (_AFAO) e pelas equações DRI de 2023 para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (continuação).

Código	_m TMB	_s TMB	_A TMB	ADM	NAF	MET 24h	MET 3.5	MET Nit	r24h Nit	r24h _m TMB	r24h Nit	_s FAO	_A FAO	DRI 2023
14031	7250	8268	6898	14349	1,98	1,78	6,27	5,19	15977	13380	13254	14746	12295	15506
14034	4760	5339	4390	7918	1,66	1,79	3,94	3,53	10113	9062	8955	9540	7844	8873
14035	5282	5851	4751	8802	1,67	1,41	4,58	3,82	9171	7778	7606	8260	6708	9292
14036	5091	5898	5040	7523	1,48	1,75	4,50	3,76	11244	9443	9428	10306	8806	8608
14039	5934	6223	6105	9472	1,60	1,82	5,78	4,32	14619	11309	11358	11300	11085	10466
14040	5158	5806	5198	8118	1,57	1,73	4,88	3,89	11869	9639	9652	10034	8983	9463
14042	7063	7739	6387	10012	1,42	1,53	5,65	4,95	12458	11019	10795	11849	9779	11547
14043	6265	7656	6339	10333	1,65	1,48	5,55	4,86	11835	10198	10224	11310	9368	12245
14044	5658	5871	4691	9274	1,64	1,64	4,64	3,84	10803	9191	8889	9626	7692	9243
14045	6399	6983	5641	12711	1,99	1,87	4,77	4,49	13003	12197	11938	13068	10557	13113
14046	4640	5218	4639	9083	1,96	1,51	3,61	3,28	7941	7187	7187	7896	7020	10123

ANEXO H: Dados individuais (kJ.dia⁻¹) da taxa metabólica basal medida (_mTMB) por calorimetria indireta e estimada pelas equações de Schofield (1985) (_sTMB) e Anjos et al. (2014) (_ATMB), gasto energético total diário estimado pela água duplamente marcada (ADM), pelo recordatório de atividade física de 24 horas (r24h) utilizando o MET 3.5 e a _sTMB, utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a TMB medida e utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a _ATMB, valores de NAF, média ponderada dos códigos do MET (MET_24h), convencional MET 3.5 e o MET estimado pela equação de Anjos et al. (2011), estimativa do requerimento energético sugerido pela FAO (2004) utilizando o MET_24h e as equações _sFAO (_sFAO) e _ATMB (_AFAO) e pelas equações DRI de 2023 para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (continuação).

Código	_m TMB	_s TMB	_A TMB	ADM	NAF	MET 24h	MET 3.5	MET Nit	r24h Nit_ _m TMB	r24h Nit	r24h	_s FAO	_A FAO	DRI 2023
14047	5194	5730	5194	7266	1,40	1,62	4,72	3,72	10763	8703	8703	9282	8413	8278
14048	5593	6254	5533	11862	2,12	1,63	5,32	4,20	12239	9821	9805	10205	9028	11950
14051	4742	6568	5421	9939	2,10	1,82	4,45	3,84	11346	9605	9736	11946	9859	11979
14059	6343	8038	6334	10587	1,67	1,53	5,99	5,12	13161	11069	11066	12308	9698	12404
14060	5476	6061	5101	10486	1,91	1,80	4,73	3,87	12151	10084	9981	10906	9178	11103
14061	7292	8374	6847	13132	1,80	1,48	6,39	5,26	13487	11266	11093	12406	10144	13710
14062	5427	7211	5905	9034	1,66	1,78	5,03	4,57	13025	11415	11589	12838	10513	11612
14063	6598	7860	6598	13541	2,05	1,82	5,79	5,04	15127	13084	13084	14275	11984	15059
14065	6467	7634	6322	14009	2,17	2,11	5,53	4,83	16747	14564	14522	16077	13313	14390
14066	6189	6988	5754	11290	1,82	1,62	4,77	4,47	11072	10267	10132	11286	9294	12226

ANEXO H: Dados individuais (kJ.dia⁻¹) da taxa metabólica basal medida (_mTMB) por calorimetria indireta e estimada pelas equações de Schofield (1985) (_sTMB) e Anjos et al. (2014) (_ATMB), gasto energético total diário estimado pela água duplamente marcada (ADM), pelo recordatório de atividade física de 24 horas (r24h) utilizando o MET 3.5 e a _sTMB, utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a TMB medida e utilizando o MET de Anjos et al. (2011) e a _ATMB, valores de NAF, média ponderada dos códigos do MET (MET_24h), convencional MET 3.5 e o MET estimado pela equação de Anjos et al. (2011), estimativa do requerimento energético sugerido pela FAO (2004) utilizando o MET_24h e as equações _sTMB (_sFAO) e _ATMB (_AFAO) e pelas equações DRI de 2023 para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (conclusão).

Código	_m TMB	_s TMB	_A TMB	ADM	NAF	MET 24h	MET 3.5	MET Nit	r24h	r24h Nit_ _m TMB	r24h Nit	_s FAO	_A FAO	DRI 2023
14067	4150	5130	3935	6262	1,51	1,66	3,43	3,17	8319	7501	7434	8506	6524	7238
14068	6040	6075	5530	11448	1,90	1,82	5,46	4,14	13894	10966	10812	11063	10071	11389
14069	6551	7325	6409	8693	1,33	1,80	5,17	4,72	13488	12260	12212	13180	11532	11464
14070	5753	7466	6245	13788	2,40	1,58	5,82	4,69	13067	10421	10613	11813	9880	13753
14072	4677	5890	5093	8095	1,73	2,08	4,47	3,78	13335	11185	11318	12276	10615	10146
14073	6478	7909	6472	11082	1,71	1,43	5,85	5,03	12039	10225	10223	11344	9283	13285
18001	5559	6365	5302	7623	1,37	1,97	5,12	4,03	14041	11224	11142	12558	10459	9007
18002	6179	7289	6203	10078	1,63	1,77	5,55	4,78	13994	12012	12021	12865	10949	11921

_mTMB – Taxa metabólica basal medida por calorimetria indireta

_ATMB - Taxa metabólica basal medida pela equação de predição de Anjos et al. (2014)

_sTMB - Taxa metabólica basal medida pela equação de predição de Schofield. (1985)

ADM – estimativa do gasto energético total diário pela água duplamente marcada

NAF – $ADM / mTMB$

DRI 2005 - estimativa do gasto energético total diário pelas equações sugeridas pela DRI 2005 (IOM, 2005)

DRI 2023 - estimativa do gasto energético total diário pelas equações sugeridas pela DRI 2023 (NASEM, 2023)

MET_24h - média ponderada dos códigos do MET em 24h

MET 3.5 – valores de MET convencional sugerido pelo Compêndium de Atividades Físicas (Ainsworth et al., 2011)

MET Nit – valores de MET usando a equação de predição de Anjos et al. (2011)

r24h - estimativa do gasto energético total diário pelo recordatório de atividade física de 24 horas utilizando o MET 3.5 e $sTMB$ durante o período dormindo

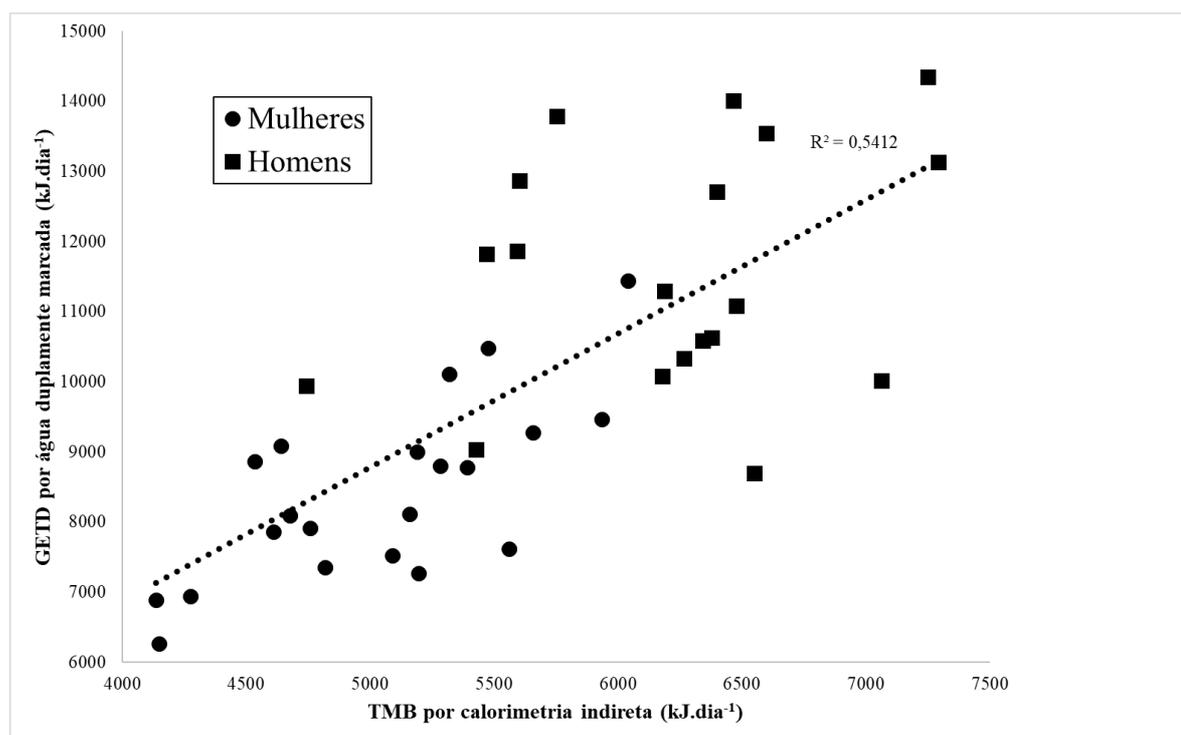
r24h Nit $mTMB$ - estimativa do gasto energético total diário pelo recordatório de atividade física de 24 horas utilizando o MET Nit e $mTMB$ durante o período dormindo

r24h Nit - estimativa do gasto energético total diário pelo recordatório de atividade física de 24 horas utilizando o MET Nit e A_{TMB} durante o período dormindo

$sFAO$ - requerimento energético estimado pela multiplicação da $sTMB$ pelo MET_24h

A_{FAO} - requerimento energético estimado pela multiplicação da A_{TMB} pelo MET_

ANEXO I: Relação entre a taxa metabólica basal medida por calorimetria indireta e o gasto energético total diário medido pela técnica da água duplamente marcada ($\text{kJ}\cdot\text{dia}^{-1}$) para os 40 participantes, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.



ANEXO J: Resumo do trabalho para divulgação científica.

O requerimento energético representa a quantidade de energia necessária para que os indivíduos se mantenham saudáveis com capacidade de realizarem suas atividades do dia a dia, tanto ocupacionais quanto recreativas. Este requerimento deve ser equivalente ao gasto energético total diário que pode ser medido, entretanto os custos envolvidos são elevados impossibilitando o seu uso na rotina de pesquisas populacionais e no âmbito ambulatorial. Desta forma, órgãos oficiais como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Academia Nacional de Ciências, Engenharia e Medicina (ANCEM) norte-americana propõem o uso de equações que fazem a estimativa desse requerimento a fim de que se possa estabelecer políticas públicas que busquem estabelecer parâmetros para a saúde da população. Apesar de não serem direcionadas ao uso individual, na prática do profissional nutricionista, estas equações são utilizadas para estabelecer o requerimento energético individual para que se possa planejar o manejo de perda/ganho de peso, ou mesmo sua manutenção.

O presente trabalho se propôs a identificar se essas equações conseguem estimar de forma acurada tanto o gasto energético total diário quanto o requerimento energético de uma amostra de adultos saudáveis (≥ 20 anos), residentes da cidade de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, utilizando o método mais acurado atualmente, a água duplamente marcada e um método subjetivo, o recordatório de atividade de 24-horas. Além disso, para se estabelecer o gasto energético total diário e o requerimento energético, utilizam-se equações que estimam a taxa metabólica basal, então usou-se a calorimetria indireta para medir a taxa metabólica basal e observar a acurácia da estimativa a partir da equação sugerida pela OMS e a partir de uma equação desenvolvida para a população local.

O que se observou é que as sugestões de equações de predição da taxa metabólica basal disponibilizadas pelos órgãos oficiais não são acuradas na amostra. Para a estimativa do gasto energético total diário utilizando o método subjetivo só houve acurácia no grupo ao se utilizar as duas equações específicas para a população local (taxa metabólica basal e equivalente metabólico). Entretanto, a variabilidade nos valores de gasto energético total diário é grande entre os indivíduos, o que torna o método impróprio para as estimativas individuais. Com relação ao estabelecimento do requerimento energético, nenhuma das equações sugeridas internacionalmente se mostrou acurada, exceto quando se utilizou a equação de predição específica para a população local para estimar a taxa metabólica basal para as mulheres. Segue-

se então o desafio de se encontrar métodos acurados que possam ser utilizados na prática do profissional na sua rotina ambulatorial, assim como é necessário que mais estudos sejam realizados para confirmar se o recordatório de atividade de 24-horas, instrumento de baixo custo e fácil execução, pode ser implementado na rotina dos estudos populacionais para o estabelecimento do gasto energético total diário da população brasileira.