UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO HUMANA

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS PARA MEDIDA DO GASTO ENERGÉTICO EM REPOUSO EM ADOLESCENTES ATLETAS

VICTOR ZABAN BITTENCOURT

RIO DE JANEIRO

2022

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS PARA MEDIDA DO GASTO ENERGÉTICO EM REPOUSO EM ADOLESCENTES ATLETAS

Victor Zaban Bittencourt

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição (PPGN), do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **mestre em Nutrição Humana.**

Orientadora: Anna Paola Trindade Rocha Pierucci

Coorientador: Fábio Luiz Cândido Cahuê

Rio de Janeiro

Agosto de 2022

Bittencourt, Victor Zaban
Avaliação de diferentes estratégias para a medida do gasto energético em repouso em atletas adolescentes /Victor Zaban Bittencourt – Rio de janeiro. UFRJ/INJC, 2022.
109 f.: il.

Dissertação (Mestrado em nutrição) – UFRJ/INJC/Programa de Pós-graduação em nutrição, 2022

Orientadora: Anna Paola T. R. Pierucci.
Coorientador: Fábio Luiz Cândido Cahuê.

1. Taxa Metabólica de Repouso, 2. Atleta Adolescente. 3. Métodos de predição. 4. Calorimetria Indireta - Dissertação. I. Pierucci, Anna Paola Trindade Rocha (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição Josué de Castro. III. **Formulação e validação de equação específica de predição de taxa metabólica de repouso para adolescentes atletas brasileiros**.

Victor Zaban Bittencourt

Avaliação de diferentes estratégias para medida do gasto energético em repouso em adolescentes atletas.

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS–GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO DO INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE **MESTRE EM NUTRIÇÃO HUMANA.**

Examinada por:

_____

Professora Dra. Anna Paola Trindade Rocha Pierucci
Instituto de Nutrição Josué de Castro/Universidade Federal do Rio de Janeiro – Orientador

_____

Professora Dra. Josely Correa Cury
Instituto de Nutrição da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

_____

Professor Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva
Universidade Federal do Paraná

_____

Profª. Dra. Eliane Lopes Rosado
Instituto de Nutrição Josué de Castro/Universidade Federal do Rio de Janeiro – Revisora

Agosto

2022

“Dedico essa dissertação

A minha família, Alexandra, Fernando e Manuela, tudo que sou hoje é fruto do esforço, carinho, conselhos e confiança dada por eles.

Ao meu avô Luiz Antônio, que no seu último ano de vida me acolheu em sua casa para que eu pudesse iniciar minha caminhada e se tornando um grande companheiro, recuperando o tempo perdido pela distância ao longo dos anos.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a minha família, Alexandra, Fernando e Manuela Zaban, os maiores apoiadores em tudo que realizo na minha vida, apostaram nos meus sonhos e mesmo a 1200 km de distância há oito anos, nunca me abandonaram. Todo esse trabalho é fruto da dedicação financeira e sentimental deles para que eu consiga construir minha caminhada. Agradeço a eles por me passarem seus valores, seu foco e serem a minha base, mesmo diante de tantas adversidades, foram eles que sempre estiveram e tenho certeza de que para sempre estarão do meu lado, me apoiando, me incentivando e ensinando que, o único caminho para o sucesso é o estudo e a boa relação com as pessoas. A nossa promessa está cumprida, parafraseando a música Eduardo & Mônica do Legião Urbana "*Nessas férias eles vão viajar porque o filhinho da Alexandra e do Fernando nunca mais vai ficar de recuperação".*

Aos meus colegas e orientadores do laboratório DAFEE, que me apresentaram o mundo da pesquisa em 2016 e acreditaram em mim, quando ninguém acreditava. Em especial ao Taillan Martins que me deu a primeira oportunidade e abriu as portas se tornando além de orientador de iniciação científica um grande amigo. Ao Luiz Lannes, que naquela época foi um pilar fundamental para entender a nutrição com um olhar mais acadêmico e que hoje compartilho os desafios de empreender, viajar e construir ciência, sendo parte relevante na minha próxima etapa da vida. Além, claro, da minha orientadora Anna Paola Pierucci e coorientador Fábio Luiz Cahuê que acreditaram no meu potencial e na minha capacidade de realização do projeto. Em conjunto, agradeço a CAPES, FAPERJ e ao INJC por financiarem e apoiarem nossos trabalhos e nos formarem como grandes pessoas.

Agradeço também aos meus amigos, que evitaram a solidão de morar longe da família e se tornarem parte das angústias e conquistas do dia a dia. Aos meus companheiros da Cantafogo que sempre apoiaram meus projetos pessoais e compartilham as vitórias e derrotas do nosso clube,. Marinus Filho, Felipe Marroni, Matheus Carvalho, João Pedro Balbi e aos meus colegas de Brasília pela paciência e compreensão da minha ausência nesses últimos anos de trabalho e pandemia e por serem as pessoas mais incríveis que alguém possa ter ao lado, tudo que construímos tem um propósito.

“A insatisfação é a principal motivadora do progresso”.

Thomas Edson

BITTENCOURT, VZ. Avaliação de diferentes estratégias para medida do gasto energético em repouso em adolescentes atletas. [dissertação]; Rio de Janeiro: Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022.

RESUMO

Um dos principais componentes do gasto energético total é o gasto energético em repouso (GER), e sua mensuração apropriada é fundamental para uma prescrição nutricional adequada para atletas adolescentes. O principal método de mensuração de GER é calorimetria indireta (CI), entretanto, o seu acesso é complexo devido ao alto custo e com protocolos de avaliação extensos e desconfortáveis. Sem acesso ao equipamento, é recomendado a avaliação pelas equações de predição. Entretanto, as equações preditivas comumente usadas, muitas vezes não são adequadas para populações específicas tornando o valor final inapropriado. Sabendo que, a estimativa energética precisa é crucial para o desempenho físico ideal entre atletas e para o seu desenvolvimento na fase puberal, o objetivo principal foi propor equações de predição de GER para atletas adolescentes brasileiros, avaliando também, a possibilidade da criação de um novo método de mensuração por CI mais curto. Para o desenvolvimento das equações, 98 atletas (42 mulheres), de diversas modalidades, realizaram a mensuração de GER por CI e estimativa pelas equações de predição que mais se destacam na literatura para o público-alvo: Harris e Benedict (HB), Cunningham (CUN), Henry e Rees (HR), Kim (KIM), Reale (RAE) e FAO/WHO/UNU (FAO). A avaliação da concordância entre as equações e CI foi conduzida por meio dos gráficos de *Bland-Altman* e pelo coeficiente de correlação de Lin (CCC). As equações foram desenvolvidas pelo método de regressão linear *forward stepwise*. A comparação de GER obtida por CI diferiu estatisticamente de todas as equações avaliadas exceto a de CUN, considerando toda a amostra ($p<0,05$). A avaliação da concordância entre as equações identificou que nenhuma se mostrou eficaz, com a concordância moderada para a população. Três modelos de equação foram desenvolvidos, sendo uma específica para o sexo masculino, uma para o sexo feminino e uma sem estratificação, sendo as variáveis de massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG) as únicas que foram incluídas nos três modelos. Foi observado que, a equação estratificada para o sexo masculino possuiu os melhores resultados de correlação ($r=0,719$) e explicativo médio ($R^2=0,517$) frente a CI. O objetivo da proposta no desenvolvimento de protocolos mais curtos de mensuração de CI é reduzir o tempo de exame para trazer mais conforto ao avaliado. Em um exame de 30 minutos, comparando a influência de três diferentes

métodos de avaliação: Filtros, *Time-Intervals (*TI) *e Steady-State* (SSt). Sessenta e seis indivíduos (30 mulheres) foram avaliados, e o método de 5 min SSt apresentou o menor valor estimado de GER (1454 kcal/dia), tendo diferença significativa entre os métodos (F=2,607, p=0,04) e com uma diferença absoluta de ~36kcal/dia. Doze minutos de avaliação foram suficientes para obter um valor de GER dentro dos padrões necessários. Sendo assim, um protocolo com aproximadamente 10 min após um período de descanso de 30 min antes do exame já seria suficiente para um obter um valor de GER confiável, independentemente, do método avaliação.

Palavras-chave: Gasto Energético em Repouso, Atletas adolescentes, Calorimetria Indireta, Equações Preditivas.

BITTENCOURT, VZ. Evaluation of different strategies for measuring resting energy expenditure in adolescent athletes. [dissertation]; Rio de Janeiro: Institute of Nutrition Josué de Castro, Federal University of Rio de Janeiro, 2022.

ABSTRACT

One of the main components of total energy expenditure is resting energy expenditure (REE), and a appropriate measurement is fundamental for an adequate nutritional prescription for adolescent athletes. The main method to measure REE is the indirect calorimetry (IC), however, your access is complex due to the high cost and with extensive and uncomfortable evaluation protocols. Without access to the equipment, evaluation by prediction equations is recommended. However, the commonly used predictive equations are often not suitable for specific populations making the final value inappropriate. Knowing that accurate energy estimation is crucial for optimal physical performance among athletes and for their development in the pubertal phase, the main objective was to propose prediction equations of REE for Brazilian adolescent athletes, evaluating also the possibility of creating a new shorter protocol method of measurement by IC. For the development of the equations, 98 athletes (42 females), from several sports modalities, measured GER by IC and estimated by the prediction equations that are more prominent in the literature for the target public: Harris and Benedict (HB), Cunningham (CUN), Henry and Rees (HR), Kim (KIM), Reale (RAE) and FAO/WHO/UNU (FAO). Evaluation of the agreement between the equations and IC was conducted by means of Bland-Altman plots and Lin's correlation coefficient (CCC). The new equations proposal was developed by the forward stepwise linear regression method. The mean GER obtained by CI differed statistically from all equations evaluated except CUN, HB and HR considering the whole sample ($p<0.05$). Evaluation of the agreement between the equations identified that none proved to be effective for the population. Three equation models were developed, one specific for males, one for females, and one without stratification, with the variables fat mass (MG) and fat free mass (MLG) being the only ones included in the three models. It was observed that the stratified equation for males had the best correlation ($r=0.719$) and average explanatory ($R2=0.517$) results against CI. The purpose of the proposal in developing shorter protocols for measuring IC is to reduce the examination time to bring more comfort to the examinee. In a 30-minute examination, comparing the influence of three different assessment methods: Filters, Time-Intervals (TI) and Steady-State (SSt). Sixty-six subjects (30 women) were evaluated, and

the 5 min SSt method showed the lowest estimated GER value (1454 kcal/day), having a significant difference between the methods (F=2.607, p=0.04) and with an absolute difference of ~36kcal/day. Twelve minutes of evaluation were sufficient to obtain a GER value within the required standards. Thus, a protocol with approximately 10 min after a 30 min rest period before the examination would be sufficient to obtain a reliable GER value, regardless of the evaluation method.

Keywords: Rest Metabolic Rate, Adolescent Athletes, Indirect Calorimetry, Predictive Equations.

LISTA DE FIGURAS

Figuras da dissertação

Figura 1. Metabolismo basal nas diferentes idades ao longo da vida. Fonte: Adaptado de Henry, 1999. 6

Figuras dos manuscritos

Manuscrito 1

Figura 1. Gráfico de Bland-Altman entre calorimetria indireta (CI) e as equações preditas . 32

Figura 2. Variáveis relevantes que se mantiveram no modelo de predição 33

Manuscrito 2

Figure 1. Differences among gas exchange data selection methods for VO_2, VCO_2, RMR, and RER across the different methods 48

Figure 2. Coefficients of variation (CV) of VO_2 (A), VCO_2 (B), RER (C), and mean of the coefficients of variation (Mean CVs) (D). 50

Figure 3. Period from the resting metabolic rate assessment in which the First Steady-State (SSt) was achieved for 3 min SSt, 4 min SSt, and 5 min SSt. 54

LISTA DE TABELAS

Lista de tabelas dos manuscritos

Manuscrito 1

Tabela 1. Caracterização da amostra 30

Tabela 2. Caracterização do gasto energético de repouso (kcal/dia) e comparação estatística entre CI e equações preditivas 31

Tabela 3. Parâmetros estatísticos de concordância entre os valores de GER obtidos por calorimetria indireta em relação a diferentes equações preditivas pelo método de CCC.....32

Tabela 4. Caracterização estatística dos modelos preditivos 33

Manuscrito 2

Table 1. Age, anthropometric, and body composition variables of male and female adolescent athletes 47

Table 2. Variance in resting metabolic rate (RMR) explained by body mass, as the independent variable, in each of the different methods for gas exchange data selection. 51

Table 3. Variance in resting metabolic rate (RMR) explained by sex and body mass, as the independent variables, in each of the different methods for gas exchange data selection 52

Table 4. Variance in resting metabolic rate (RMR) explained by sex, fat-free mass (FFM) and fat mass (FM), as the independent variables, in each of the different methods for gas exchange data selection. 53

LISTA DE SIGLAS

ATPs	Trifosfato de adenosina
CCC	Coeficiente de correlação de Lin
CI	Calorimetria Indireta
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO2	Gás Carbônico
CR	Coeficiente respiratório
CUN	Cunningham (1980)
DEXA	Absorciometria de raios-X de dupla energia
FAPERJ	Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
FPMRJ	Federação de Pentatlo Moderno do Rio de Janeiro
GAIAA	Grupo de Avaliação e Intervenção de Atletas Adolescentes
GEB	Gasto Energético Basal
GER	Gasto Energético em Repouso
GET	Gasto Energético Total
HB	Harris & Benedict (1919)
HR	Henry & Rees (1991)
HUCFF	Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
INJC	Instituto de Nutrição Josué de Castro
LANUTRI	Laboratório de avaliação nutricional (UFRJ)
LIAN	Laboratório de avaliação nutricional (UERJ)
MLG	Massa Livre de Gordura
O2	Gás Oxigênio
OMS	Organização Mundial da Saúde

RAE	Reale (2020)
SPSS	*Statistical Package for Social Science*
SSt	*Steady-State*
TCLE	Termo de consentimento livre esclarecimento
TG-FFA	Ácidos graxos livres
TI	*Time-Intervals*
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
VCO2	Volume de Gás Carbônico
VO2	Volume de Gás Oxigênio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
1.1 Justificativa 4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5
2.1 Gasto energético (GE) 5
2.2 Gasto energético em repouso (GER) 5
2.3 Fatores que influenciam o GER 6
2.3.1 Idade 6
2.3.2 Composição corporal 7
2.3.3 Atividade física 8
2.3.4 Necessidades energéticas para atletas 9
2.4 Calorimetria Indireta 10
2.4.1 Protocolos de mensuração 11
2.4.2 Métodos de seleção de dados por troca gasosa 11
2.4.2 *Steady-State* 12
2.4.3 *Time Intervals* 12
2.4.3 Filtros 13
2.5 Equações preditivas 13
2.5.1 Equações preditivas para adolescentes 14
2.6 Adolescência 15
2.6.2 Necessidades nutricionais do atleta adolescente 16
3. OBJETIVOS 19
3.1 Objetivo geral 19
3.2 Objetivos específicos 19
4. MATERIAIS E MÉTODOS 20
4.1 Descrição do estudo 20
4.2 Sujeitos da pesquisa 20
4.3 Aspectos éticos 20
4.4 Avaliação antropométrica 21
4.5 Avaliação da composição dos compartimentos corporais 21
4.6 Avaliação de gasto energético por meio de calorimetria indireta 22
4.7 Equações preditivas 22
4.8 Análises estatísticas 23
4.8.1 Análise de concordância entre as equações preditivas e CI 23

4.8.2 Análises estatísticas para desenvolvimento da equação preditiva de GER para atletas adolescentes brasileiros 24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 25
5.1 Manuscrito 1 25
5.2 Manuscrito 2 42
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 66
7. REFERÊNCIAS 67
8. ANEXOS 83
8. ANEXO 1 Carta de aceite do comitê de ética 82
ANEXO 2 Termo de consentimento livre e esclarecido 93

1. INTRODUÇÃO

O Gasto Energético em Repouso (GER) representa o valor mínimo de energia gasta necessária para manter funções fisiológicas básicas e homeostáticas de um indivíduo em condições de repouso. (Owen *et al.,* 1988). Para estimativa do Gasto Energético Total (GET) diário, é comumente utilizado os valores de GER obtidos por métodos indiretos ou duplamente indiretos multiplicados pelo fator de atividade do indivíduo (BONE *et al.,* 2018). Assim, a estimativa do GER de forma precisa e fidedigna, independentemente do método de avaliação, é fundamental para o desenvolvimento de uma prescrição nutricional de forma individual e coerente, favorecendo assim, o controle de peso e fornecendo as necessidades energéticas adequadas (JAGIM *et al.,* 2019).

O GER é afetado por fatores biológicos e fatores externos, dentre esses, a altura, peso, composição corporal, idade e sexo são os principais fatores biológicos que influenciam em alterações na taxa metabólica (COMPHER *et al.*, 2006). A massa livre de gordura (MLG) é o principal componente de variação, composta por água corporal, ossos, órgãos e componentes musculares, é responsável por cerca de 60-70% da variação do GER (SCHOFIELD, 2019). Dentre as outras variáveis, a massa gordurosa é responsável por apenas 5-7%, o sexo e a idade são os componentes de menor interferência (JOHNSTONE *et al.,* 2005). Em relação aos fatores externos, a atividade física possui a maior relevância para o aumento GER, sendo responsável pelo aumento da capacidade respiratória do indivíduo (SCHOFIELD *et al.,* 2019). Alguns outros fatores, se mostram relevantes, porém com uma interferência menor no valor de GER como o sono (HURSEL *et al.,* 2011), a ingestão de estimulantes metabólicos, como a taurina (BATITUCCI *et al.,* 2019), os hormônios tireoidianos (LOUCKS *et al.,* 1993) e ciclo menstrual (SOLOMON *et al.,* 1982).

Para a determinação do GER, o método considerado padrão ouro é calorimetria indireta (CI), que se apresenta como um método não invasivo, rápido, seguro, se destacando entre os demais métodos de mensuração do gasto energético. A CI determina as necessidades energéticas a partir do volume de consumo de gás oxigênio (O2) e produção de gás carbônico (CO2) obtidos pela troca respiratória dos pulmões (SCHOFIELD *et al.,* 2019). O princípio subjacente da CI é que o oxigênio inalado é responsável pela produção de dióxido de carbono e energia liberados como um produto do metabolismo, assim, as taxas de oxigênio consumido e de gás carbônico produzido podem ser medidas por amostras do ar expirado (COMPHER *et*

al., 2006). A medição pode ser realizada por uma câmara de respiração fechada ou por um sistema de circuito aberto de ventilação (FULLMER *et al.,* 2015).

O protocolo de avaliação (AVESANI *et al.,* 2005) preconiza ausência de prática de exercício por 48 horas antes do exame, visto que, o exercício pode alterar o GER em até 39 horas (HERRING *et al.,* 1992). No dia do exame, é necessário jejum de 3 a 4 horas e repouso por, pelo menos, 30 minutos antes do início do teste, em ambiente termicamente neutro (AVESANI *et al.,* 2005). Apesar da CI ser o método padrão ouro, sua utilização com os protocolos estabelecidos atualmente dificultam a aplicação em estudos epidemiológicos (KIM *et al.,* 2015), devido ao alto custo, a necessidade de fatores ambientais específicos, restrição a atividade física, realizar jejum antes do exame, evitar o consumo de compostos como a cafeína, nicotina, álcool ou qualquer substância que altere o funcionamento do metabolismo (COMPHER *et al.,* 2006), além de operadores treinados e alta demanda de tempo (45-60 minutos), sendo muitas vezes, desconfortável para o indivíduo avaliado.

Diante dos fatos, a Organização Mundial da Saúde (OMS), recomenda o uso de equações preditivas para estimar o valor do GER em diferentes populações (WAHLISH *et al.,* 2001). As equações preditivas são desenvolvidas a partir de análises de regressão utilizando variáveis independentes como: peso, altura, sexo e idade em comparação com a mensuração do GER avaliado por CI como a variável dependente (REDONDO *et al.,* 2015). Entretanto, vem se observando ao longo dos anos que, as equações podem superestimar ou subestimar o valor de necessidade energética quando se aplicam em diferentes grupos étnicos (WEIJIS *et al.,* 2010). Essas diferenças podem ser explicadas, em parte, pelo fato dessas equações terem sido desenvolvidas com populações específicas (REALE *et al.,* 2020).

A equação preditiva desenvolvida por Harris & Benedict (1919) tem sido a mais utilizada na prática clínica (FRANKENFIELD, *et al.,* 2003*)* e mais estudada no Brasil (RODRIGUES *et al.,* 2010) foi desenvolvida com uma população americana de grande faixa etária, de lactentes a idosos, e não era levado em consideração a prática de atividade física como um fator de relevância (Harris & Benedict, 1919). Cunningham et al (1980) determinou MLG como a principal variável da predição de taxa metabólica basal medida por superfície corporal utilizando o banco de dados de Harris & Benedict e separando por sexo, retirando das suas análises indivíduos atletas. Owen e colaboradores (1986) publicaram duas equações separando por obesidade e saudáveis, primeiro para mulheres e depois para homens (OWEN *et al.,* 1987), Mifflin e colaboradores também utilizaram indivíduos de forma heterogênea, dividindo entre

"saudáveis" e "obesos" (MIFFLIN *et al.,* 1990). Essas equações foram desenvolvidas utilizando uma parcela muito pequena de indivíduos que se consideraram atletas, mesmo assim, são constantemente utilizadas para determinar o GER desse público em específico (KIM *et al.,* 2015).

A literatura demonstra que indivíduos atletas possuem especificidades que não são comuns em outras populações e que aumentam o valor de GER como: tipo e duração de exercício praticado, carga de treinamento na rotina e composição corporal (SCHOFIELD *et al.,* 2019). Entretanto, a maioria das equações validadas ignora estas múltiplas variáveis que podem melhorar a predição do GER em comparação com os indivíduos sedentários (JAGIM *et al.,* 2018). A identificação precisa do GER, para esse público, é uma ferramenta valiosa no desenvolvimento de estratégias nutricionais tanto para o controle de peso quanto para a melhora do desempenho (JAGIM *et al.,* 2017). Uma vez que a identificação não é realizada de forma correta e os níveis de gasto energético do indivíduo excederem o de consumo, causando uma ingestão inadequada de energia, acarretando, ao longo prazo, com uma regulação hormonal negativa, uma redução de peso corporal total e MLG, além da possível perda força e desempenho físico (MOUNTJOY *et al.,* 2018).

A mensuração adequada do gasto energético também é importante no período da adolescência, um período de vida marcado por desenvolvimento puberal rápido, gerando alterações fisiológicas, corporais, psicológicas e sociais importantes para esses indivíduos (WHO, 2004). A utilização do método padrão ouro, apesar de complexo, continua sendo o mais preciso para o alcance dos objetivos traçados para uma temporada competitiva pelos atletas adolescentes. O balanço energético é fundamental para conquistá-los, visando todos os aspectos já citados, além disso, contam com necessidades extras para promover performance (KIM *et al.,* 2015). O desenvolvimento de equações específicas de GER para atletas adolescentes vem sendo cada vez mais pertinentes na literatura, porém, populações pequenas, falta de variáveis independentes ou o tipo de atleta recrutado acabam dificultando a validação das mesmas (LOUREIRO *et al,* 2015). Portanto, é de extrema importância mais estudos e o desenvolvimento de uma nova equação específica para atletas adolescentes brasileiros, melhorando níveis de performance, saúde e desenvolvimento fisiológico.

1.1 Justificativa

Durante a adolescência, o consumo baixo de energia em atletas pode gerar uma queda de performance ou uma estagnação no seu desenvolvimento atlético. O acompanhamento de profissionais para esse público é de extrema relevância para o seu desenvolvimento. Atualmente, no Brasil, equações preditivas específicas para atletas adolescentes brasileiros são pouco conhecidas, assim, consequentemente, as equações de GER mais utilizadas para o desenvolvimento de estratégias nutricionais, acabam sendo inadequadas devido as suas especificidades corporais e sociais que são diferentes do público utilizado para a formulação de equações aplicadas. Com base nesses achados, existem lacunas inerentes à literatura em relação à eficácia e adequação da estimativa de GER em atletas brasileiros principalmente em esportes coletivos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gasto energético (GE)

O GE é considerado o processo de produção energia do corpo onde há o consumo de O2 e produção de CO2 oriundo da oxidação de macronutrientes presentes nos alimentos, que tem como objetivo a manutenção de diversas funções fisiológicas incluindo a respiração, circulação sanguínea, atividade física e regulação da temperatura corporal, sendo que, parte desta energia é perdida na forma de calor e urina e o restante armazenado na forma de moléculas de alta quantidade energética denominadas de trifosfato de adenosina (ATPs) (FITZ, 2007).

O Gasto Energético Total (GET) de um indivíduo gasta em um dia pode ser dividido em três componentes: Gasto Energético em Repouso (GER), termogênese induzida pela dieta e nível de atividade física, onde dentro desses componentes existem diversos determinantes que alteram o valor de GET de cada indivíduo, como: composição corporal, nível de maturação sexual, temperatura e ingestão de alimentos (WESTERTERP, *et al.,* 2017). Na adolescência, outro componente relevante que tende a aumentar o GET é a puberdade, sendo que, indivíduos em estado de desenvolvimento sexual tendem a ter maiores níveis de gasto energético do que adultos (CHENG, *et al.,* 2016).

2.2 Gasto energético em repouso (GER)

O GER corresponde ao gasto energético mínimo de um indivíduo para realizar as funções fisiológicas básicas incluindo a manutenção da homeostase, crescimento do indivíduo, reprodução e digestão (COMPHER *et al.,* 2006). É responsável por uma parcela importante da construção do Gasto Energético Total (GET) que é constituído também pela atividade física e o efeito térmico dos alimentos ingeridos ao longo do dia (BUTTE *et al.,* 2000).

Diante das diferenças de mensuração, os valores de GER são diferentes de valores de Gasto Energético Basal (GEB) mesmo possuindo conceitos semelhantes, onde representam a taxa metabólica de participantes em repouso e jejum, os protocolos de GER são mais acessíveis na área clínica onde o tempo de jejum necessário é de 4 horas comparado a 12 horas para avaliação do GEB e 30 minutos de repouso mínimo (SCHNEIDER e MEYER, 2005). As condições necessárias de um ambiente termo neutro auxiliam a considerar o estado pós-abortivo e mínimo de trabalho muscular em repouso (COMPHER *et al.,* 2006). Entretanto, diante das

mudanças de protocolos, os valores de GER podem ser de 3-20% maiores do que GEB em indivíduos saudáveis sendo importante destacar e entender que existem diversos fatores que auxiliam na variação do seu valor final como idade, composição corporal, atividade física e entre outros (DONAHOO *et al.*, 2004, SERRA *et al.*, 2016, MILLER *et al.*, 2013)

2.3 Fatores que influenciam o GER

2.3.1 Idade

As primeiras investigações sobre GE e idade começaram com Magnus-Levy e Falk em 1899, com apenas sete indivíduos do sexo masculino e já encontram uma correlação de queda entre GER e o aumento da idade. Entretanto, pela escassez de dados, Aub e Du Bois (1917) estudaram mais seis homens entre 77 e 83 anos na busca de dar mais robustez a análise e desenvolveram um gráfico com uma linha estilizada com a variação de níveis médios de metabolismo com a progressão da idade do indivíduo, sendo adaptada por Henry e colaboradores (HENRY *et al.,* 1999) para representar a diferença média por sexo (Figura 1).

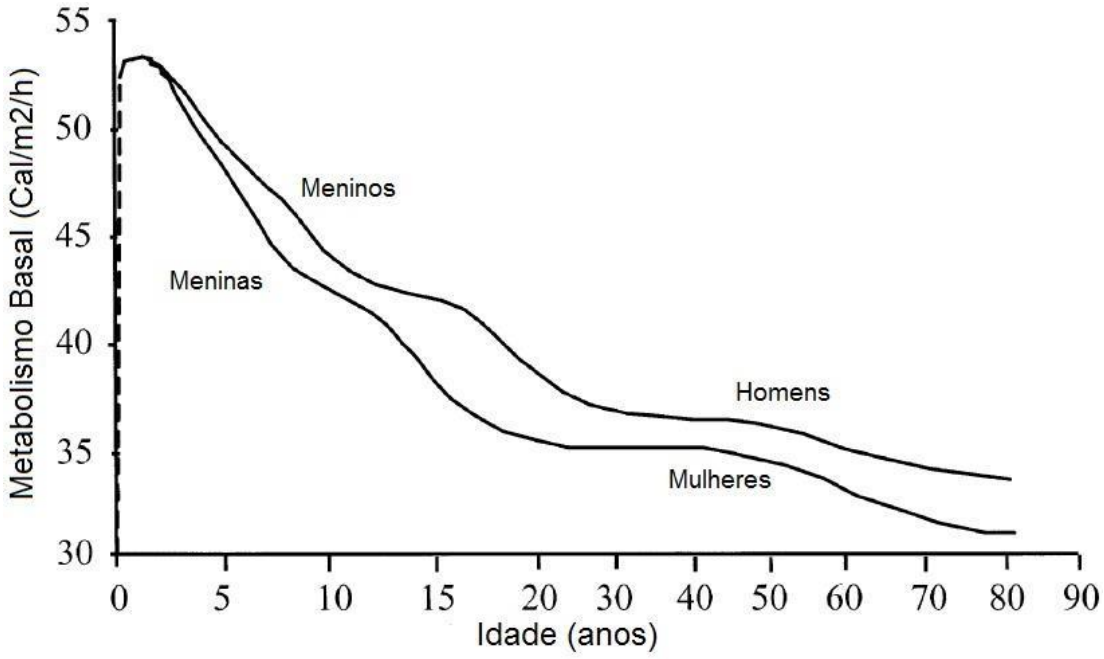

Figura 1. Metabolismo basal nas diferentes idades ao longo da vida. Fonte: Adaptado de Henry, 1999.

A idade de um indivíduo é um dos principais fatores de influência sobre o metabolismo e se observa em trabalhos realizados a sua relação inversa, quanto maior a idade menor é a taxa

de gasto energético (HASSON *et al.*, 2011, ARCERIO *et al.,* 2000) identificando que, com a progressão da idade existe um declínio significativo de GER.

Isto pode ser explicado por componentes de composição corporal que se alteram de acordo com o recorrer da vida e com o aumento de fatores inflamatórios e redução de hormônios tiroidianos e compartimentos extracelulares (WAKABAYSHI *et al.*, 2002, JAVED *et al.*, 2010).

2.3.2 Composição corporal

As medidas de componentes corporais são fatores determinantes para a GER. A massa corporal, estatura, massa gorda (MG), e massa livre de gordura (MLG) são fatores que podem apresentar variações significativas no valor de gasto energético.

A mensuração da composição corporal possui como padrão-ouro de avaliação por Absorciometira de Raios -X de dupla energia (DEXA) que tem como princípio fundamental, a avaliação da densidade mineral óssea sendo utilizada, também, para quantificar a MLG e MG de um indivíduo através de um par de raios de energia (LEHMANN *et al.,* 1981, LASKEY *et al.,* 1996). A determinação da quantidade de cada tipo de tecido depende da perda de energia passada nos mesmos ao longo do exame (RUSSELL *et al.,* 2007). A avaliação da composição corporal de forma precisa é fundamental na adolescência, entendendo que, o desenvolvimento nas quantidades de MG, MLG e massa óssea possuem grande influência nesse período da vida, causado por suas alterações fisiológicas e puberais (GUSS *et al.,* 2021, BASS *et al.,* 2000).

A massa corporal total é constituída por compartimentos que não possuem um gasto energético homogêneo, mas sim com uma variação significativa entre eles. tendo a MLG, ou seja, água, ossos, órgãos e tecido muscular, como a mais ativa energeticamente, podendo representar até 60% do GER diário (OSHIMA *et al.*, 2011, GALLAGHER *et al.,* 1998). Dentro da MLG existem variações entre os tecidos e órgãos no gasto energético: rins (7%), coração (10%), musculatura esquelética (18%), cérebro (19%), fígado (27%) e outros como ossos, intestino (19%) (PASSAMORE *et al.*, 1970, OSHIMA *et al.*, 2013).

Estima-se que, a cada quilo de MLG que compõe a massa corporal total do indivíduo represente aproximadamente de 25 a 50 kcal/dia no GER (EVANS *et al.*, 1992, WANG *et al.,* 2010). Silva e colaboradores (SILVA *et al.,* 2012) observaram em um grupo de atletas adolescentes de basquete, que os jogadores com maiores percentuais de MLG apresentavam

maiores valores de GER do que atletas com menores proporções de MLG, mesmo sendo mais pesados em termos de peso corporal total. Corroborando com outros trabalhos em adolescentes e atletas onde a MLG foi o principal fator determinante do gasto energético total (FUKAGAWA *et al.*, 1990, NIELSEN *et al.*, 2000, SUN *et al.*, 2001, HEYMSFIELD *et al.*, 2002).

A diminuição do volume de MLG com a proporção da massa corporal total, mudanças no tamanho e no funcionamento dos órgãos podem explicar também a queda da GER com o aumento da idade (MANINI *et al.*, 2010). Sabendo que, os valores de GER diminuem 1-2% por década em indivíduos adultos (ELIA *et al.*, 1992, GALLAGHER *et al.*, 2006) sendo maior na infância (1 ano de vida 55 kcal/kg por dia) e na adolescência (12 anos, 32 kcal/kg por dia) do que, em adultos (24 a 25 kcal/kg por dia) e idosos (20 a 21 kcal/ kg por dia) (WANG *et al.*, 2012). As mudanças parecem estar pautadas na diminuição de atividades de Na+-K+-ATPase e na síntese proteica gerados pela diminuição da fração celular de MLG ao longo do tempo (WANG *et al.*, 2005) e pela possível interferência das alterações metabólicas geradas pela puberdade no início da vida (SUN *et al.*, 2001).

Entretanto, apesar de ser um fator de extrema relevância a variação de GER em indivíduos com a mesma idade e mesmo volume de MLG podem variar em até ~500kcal/dia, sugerindo assim, que existem outros fatores de relevância que alteram os valores de gasto metabólico mesmo sendo metabolicamente menos ativos como MG e a capacidade cardiorrespiratória do indivíduo (SERRA *et al.*, 2016, WANG 2012, FERRARO *et al.*, 1992).

2.3.3 Atividade física

O exercício físico é um dos fatores que mediam a ativação do sistema simpático e no aumento da concentração de certas substâncias como as catecolaminas gerando como consequência a elevação da GER (DeLANY *et al,* 1996). Entretanto, os efeitos do exercício na taxa metabólica ainda são controversos, sendo alguns trabalhos encontrando uma correlação de aumento (BEILINSKI *et al.*, 1985, MAEHLUM *et al.*, 1986, POTTEIGER *et al.*, 2008) e outros não observando diferenças significativas (PACY I*et al.*, 1985, VOLPE *et al.*, 2001, SANTA CLARA *et al.*, 2006).

Algumas hipóteses explicam o aumento da GER frente ao exercício físico e uma delas propõe a relação com o aumento do fluxo de energia (TOTH *et al.*, 1996) onde o treinamento físico aumenta o gasto diário de energia através do custo direto da atividade e a elevação do

gasto é compensado pelo aumento da ingestão de energia buscando o equilíbrio energético. A consequência do aumento do fluxo é uma maior utilização de ácidos graxos livres (AGL-FFA) e conversão de norepinefrina, que assim, contribuem para o aumento da GER (POEHLMAN *et al.,* 1989, BURKE *et al.,* 1993, GORAN *et al.,* 1994).

Outra hipótese é o possível aumento da MLG gerado pelo exercício físico de resistência, causando um maior aumento de hormônios metabólicos e de síntese proteica, com ou sem a perda de massa corporal total tendo assim, uma influência na variação no gasto energético do indivíduo (SILVA *et al.,* 2012, POTTEIGER *et al.,* 2008, DOLEZAL e POTTEIGER, 1998). Diferentemente, de exercícios que combinam resistência e aeróbicos, esses tendem a não causar um aumento significativo na variação da GER (MACKENZIE-SHALDERS *et al.,* 2020).

2.3.4 Necessidades energéticas em diferentes modalidades esportivas

A determinação precisa do GER de um atleta pode ajudar no seu desempenho, permitindo uma recomendação adequada com o objetivo de alcançar o seu estado nutricional otimizado (KIM *et al.,* 2015). As recomendações energéticas para um atleta de alto rendimento são conhecidamente maiores de indivíduos fisicamente ativos, pois o GER pode ser modulado pela prática de atividade física regular intensa, alterações fisiológicas crônicas, induzidas pelo exercício e na composição corporal (SPEAKMAN *et al.,* 2003). Sendo assim, os atletas precisam estar cientes do estado geral de equilíbrio energético (Ingestão de energia x energia gasta) para evitar um possível déficit calórico, que podem causar a redução de massa corporal total, MLG, perda de força e potência, consequentemente, a perda de performance física (LOUCKS *et al.,* 2004).

Modalidades de períodos intermitentes de alta intensidade e de explosão muscular que combinam exercícios aeróbicos e anaeróbicos que necessitam de um suporte dietético individualizado devido à complexidade das demandas energéticas e manipulação da composição corporal como judô e modalidades realizadas na água (COX *et al*., 2014, REALE *et al.,* 2017). Modalidades aquáticas como natação, polo aquático, nado sincronizado possuem a temperatura da água como fator relevante para a prática da atividade física, o exercício realizado com o mesmo tempo e intensidade pode ter uma variação grande de quantidade de energia gasta quando é praticando em temperaturas menores (MING *et al.,* 2012, AN JUN *et al.,* 2014).

O gasto energético em exercício, em uma sessão de treinamento intenso de um atleta de nado sincronizado pode chegar a 2800 kcal (EBINE *et al*., 2000). Um atleta de polo aquático necessita ter força, velocidade, pensamento tático e agilidade mesmo possuindo uma composição corporal com maiores percentuais de MG do que atletas de natação e nado sincronizado (PYNE *et al.,* 2006) o seu gasto energético em período competitivo não possuí diferenças significativas comparado ao mesmo período de treino de um atleta de natação, tendo recomendações energéticas semelhantes em períodos de treinamento pré-competitivos e competitivos (PYNE *et al.,* 2014).

A manutenção energética do atleta é parte fundamental para sua *performance* física, sendo o contexto que ele está inserido, ou seja, sua carga de treinamento, cultura, tipo de alimento ingerido são pilares fundamentais para a estruturação de um acompanhamento nutricional adequado (REALE *et al.,* 2020). Entretanto, é um público que tende a subnotificar o seu consumo energético diário (BURKE *et al.,* 2001), logo, além de aumentar o controle sob o que o atleta está ingerindo, torna-se necessário, também, uma avaliação do GER precisa e adequada para tal público, independentemente do esporte praticado.

2.4 Calorimetria Indireta

O método padrão ouro para a avaliação da GER é a calorimetria indireta, esse foi criado pela primeira vez no século XIX início do século XX e até hoje vem sendo a principal ferramenta para a mensuração metabólica (FRANKENFIELD *et al.,* 1998). A CI também é um método relevante para a avaliação, ele traz o conceito de avaliação do gasto energético em humanos através da quantificação da produção de calor oriunda das medidas de consumo do volume de gás oxigênio (VO2) e produção de gás carbônico (VCO2) utilizando a equação de Weir *et al.* 1949: [gasto energético = (3,94 x VO2) + (1,11 x VCO2)], em um determinado período (MCCLAVE *et al*, 1992). A medição segue algumas medidas protocolares que buscam manter o indivíduo calmo, em repouso, porém, sempre acordado e alerta sendo assim, o gasto energético oriundo do método de CI é considerado aquele que mais reflete o valor real de GER (FEUER *et al.,* 1986). Se apresentando um método preciso, exequível, de custo moderado e de fácil reprodução (DELANY & LOVEJOY, 1996).

A medição de CI é comumente realizada através de dispositivos móveis intitulados de “Carrinhos metabólicos”, onde se permite avaliar o gasto de energia em períodos curtos (de

minutos a algumas horas). A troca gasosa de VO2 e CO2 é capturada por meio de um capuz de ventilação, máscara facial ou bocal que são conectados a analisadores de O2 e CO2 que conseguem medir o volume da troca e consequentemente, estimar o valor da GER no período de tempo determinado (LAM *et al.*, 2017). Os resultados são exibidos, de forma detalhada, em um software conectado ao sistema do equipamento (SCHUTZ *et al.*, 1995).

2.4.1 Protocolos de mensuração

Os protocolos de mensuração que conduzem a avaliação da CI permitem que, o método consiga ser o mais apropriado para mensuração da GER. A atividade física antes da mensuração acarreta o aumento da GER em indivíduos saudáveis, sendo recomendado a abstenção de atividades aeróbicas moderadas por 2 horas antes do teste e para atividades intensas 14 horas de restrição (COMPHER *et al.,* 2006). Sendo assim, um período mínimo de 20 a 30 minutos de repouso antes do exame já é considerado adequado para a realização do teste, sem que exista um erro significativo no valor final da mensuração (FRANKENFIELD *et al.*, 2009, IGAWA *et al.,* 2002) e que repousos acima de 30 minutos, mesmo após a realização de atividades físicas leves como uma caminhada de locomoção, até ao local da avaliação não obtiveram diferenças significativas no valor final de GER por CI (FREDERIX *et al.,* 1990, TURLEY *et al., 1993*).

A determinação de uma restrição calórica de no mínimo 5 horas não possui influência significativa nos valores de GER mensurados pela CI (COMPHER *et al.,* 2006). O aumento da GER é associado ao efeito térmico dos alimentos, por ser associado à digestão, absorção e metabolismo de nutrientes, sendo determinado pela composição de macronutrientes presentes em uma refeição além do valor calórico da mesma (FULLMER *et al.,* 2015). O efeito térmico dos alimentos representa de 7 a 9% do total de energia consumida (KINABO *et al.,* 1990, BISSOLI *et al.,* 1999) e após 5 horas de uma refeição 91% de toda a energia necessária para digestão já foi utilizada (REED *et al.,* 1996). O consumo de cafeína antes da mensuração, em até 4 horas, também acarreta o aumento dos valores de GER (FULLMER *et al.,* 2015), e em doses de 50 mg já demonstraram um aumento de 6% em até 4 horas (BELZA *et al.,* 2009) e doses administradas de 5 mg/kg de MLG em mulheres pode aumentar de 7 a 15% os valores de GER dependendo da idade (ARCIERO *et al.,* 2000).

O ambiente onde a avaliação será realizada possui a recomendação de estar < 25º C sabendo que, ambientes com baixas temperaturas ≤ 20º C tendem a aumentar a GER (OOIJEN *et al.*, 2006). Assim, um ambiente calmo, iluminado, silencioso e com a temperatura regulada possuem as recomendações ideais para a realização da CI sem interferência nos valores reais de mensuração (FULLMER *et al.*, 2015, COMPHER *et al.*, 2006).

2.4.2 Métodos de seleção de dados por troca gasosa

Os protocolos de mensuração de GER por CI possuem uma recomendação de realização total de dez a trinta minutos. Sendo que, o descarte da análise dos cinco primeiros minutos já é amplamente assumido devido ao tempo para a estabilização da troca gasosa durante o exame (FULLMER *et al.*, 2015 e HORNER *et al.*, 2001). Um período curto com a menor variação da troca gasosa, como cinco minutos consecutivos, vem sendo relatado como o melhor método para a determinação de GER, chamado de *steady-state* (SSt) de 5 minutos (DA ROCHA *et al.*, 2006, SIMONSON *et al.*, 2017). A suposição de que o método de SSt para a seleção de dados proporcionam uma melhor estimativa de GER surgiu através de trabalhos avaliando pacientes acamados e com uso de aparelhos de ventilação para respiração (MCCLAVE *et al.*, 2003). Entretanto, para indivíduos saudáveis e não ventilados, as evidências ainda são inconclusivas para afirmar que tal metodologia determina valores de GER (ALCANTARA *et al.*, 2020). Sendo assim, outros métodos de avaliação foram desenvolvidos sendo chamados de: Métodos de Filtros, *Time-Intervals* e *Steady-State* com maiores variações de tempo consecutivos.

2.4.2.1 Steady-State

O *steady-state* (SSt) tem como definição o período por minuto médio em que o consumo de oxigênio (VO2), a produção de dióxido de carbono (VCO2) variam ≤ 10% e o coeficiente respiratório (CR), a razão entre o VCO2/VO2, variam ≤ 5% (FEURER *et al.*, 1984, MULLEN *et al.*, 1991, MCCLAVE *et al.*, 2003). O SSt, supostamente, representa o estado fisiológico ideal que reflete no valor real de GER em um exame de CI e reduz o erro causado por influências externas causadas por falhas no protocolo de mensuração (FEURER *et al.*, 1986).

2.4.2.2 Time Intervals

A avaliação de *Time-Intervals* (TI) consiste em selecionar valores médios de GER em intervalos de tempo pré-definidos sem levar em consideração a estabilidade das variáveis de VO2, VCO2 ou CR, podendo ser estabelecidos de 5 em 5 minutos ou durante toda a avaliação sempre descartando os 5 minutos iniciais (McCLAVE, 2003). Esse método é utilizado de forma geral, quando o os critérios de SSt não são alcançados durante o tempo total de exame e podem representar valores reais e significativos para a determinação do GER (IRVING, 2016, BORGES, 2019).

2.4.2.3 Filtros

Os filtros avaliam valores médios de GER, VO2, VCO2 e CV durante todo exame de calorimetria, sem levar em consideração a estabilidade como determina o SSt ou uma divisão de período específica como é o caso dos TI. O grande diferencial do método é descartar valores que variam em determinada porcentagem do valor médio final de GER, permitindo assim, avaliar de forma mais minuciosa a variação dentro do período total do exame (ALCANTARA *et al.*, 2020).

2.5 Equações preditivas

As limitações da CI como o preço dos equipamentos, a necessidade de indivíduos treinados para a realização do exame, o tempo de duração, dificultam o acesso a diversos estudos epidemiológicos, principalmente fora da área de cuidados intensivos (FOLTZ *et al.*, 1993).

As equações preditivas foram desenvolvidas para conseguirem suportar a demanda exigida por locais e populações que necessitavam de uma avaliação, porém, não possuíam recursos para realizar através da CI (FRANKENFIELD *et al.*, 2005, WHO 2004). O desenvolvimento dessas, vem através de regressões preditivas utilizando variáveis clássicas onde são considerados: idade, sexo, altura, peso e composição corporal (LUHRMANN *et al.*, 2004). Diversas equações foram desenvolvidas ao longo dos anos, geralmente, são estabelecidas usando grandes coortes de homens e mulheres com características semelhantes sendo saudáveis com uma faixa etária ampla (SCHOFIELD *et al.*, 2019). Entretanto, quando aplicada em indivíduos que não compartilham com as características semelhantes ao grupo de pessoas para quem a equação foi desenvolvida a chance de erro clinicamente importante aumenta (FRANKEFILED *et al.*, 2005).

A equação de Harris-Benedict, desenvolvida em 1919 (HARRYS & BENEDICT *et al.*, 1919) pelos pesquisadores que carregam seu nome é uma das mais antigas e por isso, a mais utilizada na prática clínica (FRANKEFIELD *et al.*, 2005). Esse movimento é explicado não só pelo tempo, mas por ter sido desenvolvida com uma gama grande de indivíduos com diversas características, n=136 indivíduos homens saudáveis entre 16 a 63 anos e n=103 mulheres de 15 a 74 anos todos de etnia branca, ao longo de um período de 1907 a 1917 (HARRYS & BENEDICT, 1919). Entretanto, as equações mais utilizadas vêm se mostrando inadequadas com estimativas elevadas ou reduzidas quando aplicadas em grupos diferentes daqueles que a mesmas que foram desenvolvidas (DE LORENZO *et al.*, 1999, MILLER *et al.*, 2005, CAMPELL *et al.*, 2005, KIM *et al.*, 2015).

2.5.1 Equações preditivas em adolescentes

Em 1981, os Comitês da FAO/WHO/UNU emitiram um relatório técnico a respeito de ingestão proteica e necessidades energéticas para diferentes populações (WHO, 1981), onde se determina que a demanda energética total diária com diversas variáveis ambientais tendo como a base a mensuração da GER (SCHNEIDER e MEYER, 2005). A partir da recomendação, a disseminação da importância de uma boa avaliação de GER foi difundida, sendo as equações preditivas as melhores ferramentas quando se tem a impossibilidade de uma avaliação por calorimetria (HENRY *et al.*, 1999).

Diante do fato, estudos vêm sendo desenvolvidos com a produção de diversas fórmulas que podem ser aplicadas em populações especificas e com variáveis de relevância. Cunningham (1981) desenvolveu uma fórmula com 223 indivíduos saudáveis oriundos do banco de dados de Harrys & Benedict. O motivo da reformulação do cálculo é o questionamento da não presença da massa magra como preditor do valor final da GER, por ser o tecido de maior atividade metabólica, maior consumo de oxigênio (MILLER *et al.*, 1953) e consequentemente, elevando os valores de GER (CUNNINGHAM *et al.*, 1981).

As equações desenvolvidas por FAO/WHO/UNU (1985) foram baseadas em estudos sobre taxa metabólica em mais de 7.000 indivíduos (SCHOFIELD *et al.*, 1985). Ambas foram desenvolvidas através de regressões e validadas em mais de 4.000 novos indivíduos medidos, sendo 1.200 deles, crianças ou adolescentes de 10 a 18 anos, uma levando em consideração

apenas o peso e a segunda peso e altura (DIETZ *et al.*, 1991). Henry e Rees (1991) observaram que, o gasto energético em indivíduos que habitam em regiões europeias e norte americanas era distinto de populações que residem em regiões mais tropicais e que a equação desenvolvida por FAO/WHO/UNU superestimava o gasto energético em indivíduos que habitavam regiões mais centrais aos trópicos. Assim, a sua equação mais específica para populações de regiões mais tropicais foi desenvolvida contemplando 642 adolescentes medidos de ambos os gêneros (HENRY & REES, 1991).

As equações que são desenvolvidas ao longo do tempo, se preocupam em dar mais acurácia para uma ferramenta de extremo valor, de baixo custo e fundamental para prescrições nutricionais. Por serem regressões matemáticas baseadas em variáveis de indivíduos específicos, a sub ou superestimação dos valores finais quando aplicado em populações com características diferentes daquelas que foram desenvolvidas é comum (LUHRMANN et al, 2004, HASSON *et al.*, 2011, BOTTA *et al.*, 2020, SGAMBATO *et al.*, 2019, SCHOFIELD *et al.*, 2015, DIETZ *et al.*, 1991, OLIVEIRA *et al.*, 2021). Os adolescentes possuem características peculiares para a sua idade e o desenvolvimento de ferramentas que abrangem as suas características para aumentar a acurácia da GER são de extrema relevância.

2.6 Adolescência

A adolescência é o período de vida marcado por desenvolvimento puberal rápido, dos 10 aos 19,9 anos, gerando alterações fisiológicas, corporais, psicológicas e sociais importantes. Nesse período, ocorre um aumento significativo de quase todos os órgãos e segmentos corporais, com o ganho significativo de estatura e massa corporal total (WHO, 2005).

O desenvolvimento fisiológico do indivíduo ocorre pelo processo denominado puberdade, que é determinado pelo processo de maturação hormonal e crescimento dependentes de ações biológicas determinantes. É o estado fisiológico onde torna o indivíduo capaz de reproduzir através do início da espermatogênese no homem e na ovulação pela mulher. Grande parte das mudanças físicas ocorrem durante esse processo além do desenvolvimento sexual, como, alterações na MLG e na distribuição da MG além do crescimento acelerado dos ossos (WHEELER *et al.*, 1991, BARNES *et al.*, 1975).

Dentre as mudanças corporais do indivíduo os estágios de maturação sexual seja uns dos mais relevantes, pois é um marcador importante para diagnóstico relacionado ao estado nutricional. A avaliação desse processo pode ser realizada pelo critério de classificação determinado por Taner e Marshall (1974) classificado em 5 fases sendo o 1) pré-pubertário, 2 a 4) puberdade, onde ocorre a grande maioria das alterações fisiológicas, corporais e sexuais e o 5) pós-pubertário onde existe uma redução da intensidade e da velocidade no desenvolvimento. Os estágios podem ser classificados de acordo com o desenvolvimento de pelos pubianos, em ambos os sexos (P1, P2, P3, P4 e P5), desenvolvimento de mamas para meninas (M1, M2, M3, M4 e M5) e genitálias para meninos (G1, G2, G3, G4 e G5). A autoavaliação, realizada pelos próprios indivíduos, é prática, viável e validada para a determinação do estágio de maturação, sendo comummente empregada em estudos epidemiológicos (OLIVEIRA *et al.*, 2005, NEINSTEIN *et al.*, 1982, GUIMARÃES *et al.*, 2014).

Os processos de maturação sexual são de relevância para a avaliação nutricional dos adolescentes. Em cada estágio ocorrem alterações corporais significativas como o aumento no ganho de massa muscular e óssea, a aceleração do crescimento (estirão puberal) e secreções hormonais que desencadeiam modificações morfológicas relevantes e o aumento da capacidade física, gerado pelo desenvolvimento do coração, fígado, pulmões, rins e tireoide, causando assim, aumento nas necessidades nutricionais da população (CHIPKEVITCHC *et al.*, 1995, VIEIRA *et al.*, 2002, SAITO e SILVA, 2001). Além dos fatores biológicos, os fatores ambientais também influenciam o estado nutricional da população, como ingestões alimentares, geralmente, inadequadas, a prática de atividade física, estresse, fatores psicossociais e consumo aumentado de cigarro e álcool (JACOBSON *et al.*, 1998, VIEIRA *et al.*, 2002, OLIVEIRA *et al.*, 2005). Logo, torna-se necessária um acompanhamento e avaliação das práticas nutricionais conduzidas nessa fase, pois é um período importante na construção de hábitos alimentares e adoção de estilo saudável para o decorrer da vida adulta (BACHRACH *et al.*, 2005).

2.6.1 Necessidades nutricionais do atleta adolescente

Diante de todas as alterações e variações corporais durante a adolescência, as suas necessidades energéticas e nutricionais são maiores de que em qualquer outro momento da vida (PARIZKOVA *et al.*, 2000). Não apenas referentes a valores calóricos, mas também de alguns

nutrientes específicos como proteínas, ferro, cálcio, zinco, vitaminas A e C (ALMEIDA e SOARES, 2003).

Atletas adolescentes têm necessidades nutricionais especiais devido as demandas adicionais de treinamento e competições. Assim, se a alimentação e o estado nutricional são essenciais para qualquer adolescente, o será ainda mais para aqueles que se exercitam regularmente (IGLESIAS-GUTIÉRREZ *et al.*, 2005). Uma alimentação adequada para esse público será relevante não só para o desenvolvimento puberal, crescimento e manutenção dos tecidos, mas também para o seu desempenho físico de alto nível (THOMPSON *et al.*, 1998, JUZWIAK *et al.*, 2000).

A manutenção do balanço energético, onde o consumo de energia é balanceado com o gasto energético, deve ser sempre um ponto de destaque quando se fala sobre atletas adolescentes. Entendendo que, adolescentes de modo geral são mais suscetíveis a um desequilíbrio energético negativo que pode resultar, no longo prazo, em reduções no ritmo de crescimento, atraso puberal, deficiência de nutrientes, desidratação, incidência a lesões e o possível aparecimento de distúrbios alimentares (STORY *et al.*, 2002, JUZWIAK *et al.*, 2000). Além dessas questões, uma ingestão limitada de energia pode causar a perda de massa magra (ADA *et al.*, 2009), quando proteínas corporais são utilizadas como substrato energético ao invés de atuarem como substratos para síntese tecidual (PETRIE *et al.*, 2004). Para um adolescente atleta uma perda de massa magra resulta na diminuição da força e resistência física, comprometendo seu desempenho e funções endócrinas e musculoesqueléticas (JUZWIAK *et al.*, 2000).

O consumo energético adequado é fundamental para o desempenho esportivo do atleta adolescente, entendendo que ele possui um gasto maior do que um indivíduo sedentário causado pelo alto nível de exercício físico realizado durante a sua rotina (PETRIE *et al.*, 2004). Entretanto, a determinação de consumo energético total diário de um adolescente atleta ainda possuem limitações, isso porque diversas variáveis interferem no valor final, como tempo de treinamento, necessidades para o desenvolvimento puberal, idade, gênero, cultura entre outros (THOMPSON *et al.*, 1998, BAR-OR e UNNITHAN, 1994, UNNITHAN e BAXTER-JONES, 2000). Entretanto, o atleta adolescente segue o padrão de um adolescente sedentário onde o consumo de energia é menor do que recomendado para a sua faixa etária, determinada pela FAO, 2004 para adolescentes sedentários ou que praticam atividades leves (IGLESIAS-GUTIERREZ *et al.*, 2008, DEAKIN *et al.*, 2006).

O consumo ideal de água durante e após uma sessão de treino também é extremamente importante, já que a desidratação pode reduzir o desempenho por afetar o sistema cardiovascular, a termorregulação corporal e a percepção de esforço. Sabendo que, a redução de 1% da massa corporal total induzida pela transpiração decorrente de exercícios físicos, já pode comprometer a aptidão esportiva de um adolescente (WILK *et al.*, 2002). Ao mesmo tempo, o consumo de líquidos a cada 20 minutos de um exercício intermitente pode manter o ritmo e desempenho de um adolescente (BAR-OR *et al.*, 1992), mesmo observando que o suor de um adolescente possui uma concentração menor de Na e CI comparado com um adulto (MEYER *et al.*, 1992) não é claro, mas possivelmente as orientações sobre hidratação para esse público devem seguir as mesmas destinadas a uma população adulta (PETRIE *et al.*, 2004, BAR-OR e UNNITHAN, 1994).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar e desenvolver diferentes estratégias de medida do gasto energético de repouso em indivíduos adolescentes atletas, utilizando equações de predição e técnicas de mensuração por calorimetria indireta.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar o gasto energético de repouso dos atletas adolescentes utilizando as equações preditivas e mensurar por calorimetria indireta;
- Verificar a concordância entre o gasto energético de repouso, estimado com a calorimetria indireta, e as equações preditivas existentes na literatura;
- Propor novas equações preditivas em atletas adolescentes, verificando a influência das variáveis antropométricas sobre o GER;
- Comparar o GER em diferentes protocolos de avaliação por CI, propondo também um novo protocolo de mensuração com tempo total reduzido;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Descrição do estudo

Estudo de origem transversal, observacional que visa analisar dados antropométricos, composição corporal e mensuração do gasto energético em repouso por calorimetria indireta com o objetivo de propor uma nova fórmula preditiva de Gasto Energético de Repouso (GER) e um novo protocolo de mensuração por calorimetria indireta para grupo específico de atletas brasileiros de 12 a 19 anos.

4.2 Sujeitos da pesquisa

Os dados de composição corporal foram coletados no período de 2015 a 2019 pelo grupo GAIAA (Grupo de Avaliação e Intervenção de Atletas Adolescentes). A amostra constitui-se de 98 atletas, sendo 56 do sexo masculino e 42 do sexo feminino. Os atletas praticavam as respectivas modalidades: Judô, Nado Sincronizado, Polo Aquático, Natação e Pentatlo Moderno.

O estudo contou com a parceria das instituições e centros de treinamento, todos localizados no estado do Rio de Janeiro: Fluminense Football Club, Tijuca Tênis Clube, Jequiá Iate clube e atletas federados pela Federação de Pentatlo Moderno do Rio de Janeiro (FPMRJ).

Todos atletas treinavam seis vezes por semana, com duração mínima de 3 horas por dia e praticavam o esporte há pelo menos um ano. Três meses antes das avaliações os atletas foram orientados a não consumirem ou utilizarem nenhuma substância ou alimento que fosse considerado termogênico, estimulante energético, inibidor de sono e/ou apetite e analgésicos.

Realizou-se uma reunião geral para esclarecimento de dúvidas, com a entrega do termo de consentimento livre e esclarecimento (TCLE) para a leitura e adesão, além da coleta de dados gerais, com sexo, idade, modalidade, tempo de treinamento e outros, por meio de questionários. Neste encontro, os atletas foram orientados sobre protocolos para a avalição de gasto energético e composição corporal e marcação para consulta de coleta de dados de forma individual. Em um segundo encontro, foi medido peso e estatura e marcação para consultas individuais de avaliação o GER por CI no LANUTRI (Laboratório de Avaliação Nutricional do INJC/UFRJ).

4.3 Aspectos éticos

O presente estudo constitui subprojeto de uma investigação maior intitulada: Estudo do perfil nutricional de atletas adolescentes e fatores determinantes do desenvolvimento de talentos

esportivos no Rio de Janeiro, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa Hospital Universitário Clementino Fraga Filho /HUCFF/ UFRJ, sob a CAAE 58179716.3.0000.5257, garantindo que foram respeitadas as normas contidas na resolução nº 466/12, que regulamenta as práticas de pesquisas envolvendo seres humanos.

Os recursos financeiros para a execução do projeto estão disponíveis e são provenientes de fundos recebidos da FAPERJ e CNPq a partir de recursos contemplados em editais anteriores.

4.4 Avaliação antropométrica

A massa corporal total foi medida em balança eletrônica do tipo plataforma Filizola® modelo Personal Line 200®, capacidade de 200 kg e precisão de 50g. Os voluntários foram orientados a ficarem descalços, com roupas leves, imóveis, em posição ereta e braços estendidos paralelos ao tronco. Após a leitura, o valor foi imediatamente registrado (LOHMAN *et al.*, 1988, BRASIL, 2011). A estatura foi mensurada por meio de um estadiômetro vertical portátil Alturexata®, com precisão de 1 mm. Após o posicionamento da haste móvel, o indivíduo foi orientado a inspirar profundamente, e a leitura da estatura foi realizada e prontamente registrada (LOHMAN *et al.*, 1988, BRASIL, 2011).

4.5 Avaliação da composição dos compartimentos corporais

O percentual de gordura corporal, MLG e MG foram obtidos, 2 a 5 dias antes da CI, por meio de exame de Densidometria por raios-X de dupla energia (DXA), da marca GE-Healthcare, com o programa Encore 2008, versão 12.30.

A utilização do DXA para determinar a composição corporal, do corpo todo e dos seguimentos, aumentou ao longo da última década sendo determinado como padrão ouro. O teste ocorre durante cinco minutos, sendo realizado no LIAN – Laboratório de avaliação nutricional, localizado no Instituto de Nutrição da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), com o participante deitado em uma plataforma de digitalização, enquanto o detector com uma fonte de raios-X passa por cima dele de forma retilínea. A atenuação diferencial dos fótons de baixa e alta energia do feixe permite a determinação das quantidades relativas de tecido ósseo mineral, MLG e MG para cada pixel da área de leitura. A exposição à radiação resultante a partir da análise de corpo inteiro é relativamente pequena (~ 0,3 μSv) sendo menor

que a exposição diária inevitável de radiação (~ 2,0 μSv/24 horas) tornando o DXA um método adequado para a maioria das aplicações, incluindo testes pediátricos (Laforgia *et al.*, 2009).

4.6 Avaliação de gasto energético por meio de calorimetria indireta

Seguiu-se o protocolo da FAO/WHO/UNU (2004), no Laboratório da Avaliação Nutricional LANUTRI do Instituto de Nutrição da UFRJ. Os atletas receberam orientações a realizar jejum de doze horas e não participar do treinamento físico no dia anterior ao exame. Para evitar esforços físicos no dia, um motorista conduziu-os até o local.

Na chegada dos atletas foram efetuadas entrevistas individuais para verificação acerca da adesão às orientações de preparo para a medição do GEB. Utilizou-se o circuito aberto de CI com campânula respiratória (Vmax Encore 29 Systems®, Viasys Healthcare, EUA). Os testes foram realizados em ambiente termo neutro (entre 25-26ºC), com umidade controlada entre 50% e 60%, pouca luminosidade e sem ruídos (WAHRLICH & ANJOS, 2001, COMPHER *et al.*, 2006). O monitor metabólico foi ligado 30 minutos antes da avaliação para aquecimento e calibração, conforme proposto pelo fabricante, com gases oxigênio (O2) e gás carbônico (CO2) certificados (Gás de calibração 1: 16% O2, 4% CO2 + N2 balanço, Gás de calibração 2: 26% O2 + N2 balanço). Os participantes se mantiveram em decúbito dorsal, estado alerta e repouso por 30 minutos antes do teste. A campânula é posicionada sobre a cabeça do paciente, com a manta envolvendo a parte superior do corpo para vedação, e conectada ao calorímetro. O teste durou 30 minutos e, foi desconsiderado os 5 minutos iniciais, de acordo com o protocolo pré-estabelecido, de forma a garantir maior homogeneidade dos dados (WAHRLICH & ANJOS, 2001, COMPHER *et al.*, 2006, FRANKENFIELD, 2013). Os valores obtidos de VO2 e CO2 foram utilizados na equação proposta por WEIR (1949).

4.7 Equações preditivas

Para avaliar a concordância entre os métodos, foram utilizadas as equações mais presentes em revisão de literatura realizada antes do início do estudo: Harris e Benedict (1919) (HB), Cunningham (1980) (CUN), WHO/FAO/UNU (FAO) (2004), Henry e Rees (1991) (HR), Raele *et al.* (2020) (RAE) e Kim *et al.* (2015) (KIM):

Harris e Benedict:

Homem = 66,5 + (13,752 x MC) + (5,003 x A) – (6,755 x I)

Mulher = 655,1 + (9,563 x MC) + (1,85 x A) – (4,676 x I)

Cunningham:

Ambos os sexos = 500 + 22 x MLG

WHO/FAO/UNU/Schofield:

Homem (10 a 18 anos) = 17,686 x MC + 658,2

Mulher (10 a 18 anos) = 13,384 x MC + 692,6

Henry e Rees:

Homem (10 a 18 anos) = (0,084 x MC + 2,122) x 239

Mulher (10 a 18 anos) = (0,047 x MC + 2,951) x 239

Reale *et al.*:

Homem: MC x 11.1 + A x 8.4 – 339.7

Mulher: MC x 11.1 + A x 8.4 – 537.1

Kim *et al.*

730.4 + 15 x MLG

MC: Massa corporal total em quilos (kg), A: Altura em centímetros (cm), I: Idade em anos, MLG: Massa livre de gordura em quilos (kg)

4.8 Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistical Package for Social Science (SPSS) versão 22.0 (SPSS, Chicago, IL, USA). A análise de normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk.

4.8.1 Análise de concordância entre as equações preditivas e CI

O teste T-Student foi aplicado para comparar as médias de valores de GER. O teste de *Shapiro-Wilk* foi usado para estabelecer a normalidade dos dados, obtidos pelos métodos e a abordagem tradicional de Bland e Altman (1999) foi utilizada para avaliar a comparação entre os métodos. A concordância entre os valores medidos pelas equações de predição e CI, foram avaliados utilizando o coeficiente de correlação de Lin (CCC).

4.8.2 Análises estatísticas para desenvolvimento da equação preditiva de GER para atletas adolescentes brasileiros

A partir dos valores das variáveis presentes obtidas, o modelo da equação de predição utilizou o método de regressão linear múltipla usando o modelo *foward stepwise* de adição de variáveis, entendendo ser o método mais adequado para a avaliação do grau de relacionamento entre as variáveis e para avaliar a importância relativa das variáveis independentes na explicação de uma variável dependente (Abbad *et al.*, 2002). Todas as variáveis de interesse estavam disponíveis na seleção do modelo de predição e foram retiradas todas que tiveram um menor nível de significância (acima de 0,05) e R^2 baixo, permanecendo apenas os mais relevantes. As variáveis de peso corporal total, altura, idade, MLG, MG e sexo como as variáveis independentes e o GER medido por CI, como variável dependente, dentro do modelo de regressão *forward stepwise* fixando o nível de significância de 0,05.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Manuscrito 1

MANUSCRITO

Proposta de nova equação de predição de gasto energético em repouso para atletas adolescentes brasileiros

Bittencourt VZ; Loureiro LL; Oliveira TM; Fábio Cahuê FLC; Pierucci APTR

Resumo

A alta precisão na estimativa do gasto de energia é essencial para melhorar o desempenho desportivo. O gasto energético em repouso (GER), como componente do gasto total de energia, é geralmente estimada utilizando equações preditivas. Entretanto, as referências atuais não podem ser aplicadas para atletas adolescentes. O objetivo do estudo foi analisar as diferenças entre o GER predito frente a calorimetria indireta (CI) e pelas equações de predição, e propor um novo modelo de equação para o público. O GER foi avaliado através da CI, juntamente com preditores antropométricos avaliados por DXA em 98 atletas adolescentes saudáveis (42 mulheres, idade = 14,8 ± 2,2 anos, peso corporal = 58,6 ± 12,1kg, altura = 164,3 ± 9,5cm). Os valores de GER foram previstos por equações propostas pela FAO, Cunningham (CUN), Harris & Benedict (HB), Kim (KIM), Reale e Henry & Rees (HR) e as equações desenvolvidas por regressões lineares *foward stepwise*. Foi encontrado uma correlação moderada apenas para a equação de KIM de r=0,609 frente a CI e todas as equações com níveis de concordância baixos. Foi proposto três modelos de equação onde uma o sexo não foi relevante e as outras duas levando sexo como variável, sendo a equação específica para o sexo masculino apresentando melhores níveis de concordância e correlação frente a CI (R = 0,719 e R^2 = 0,517); assim, as equações de predição mais usadas em atletas adolescentes brasileiros não são adequadas para tal público e para a formulação de uma nova equação serão necessários mais estudos investigativos.

Introdução

O Gasto Energético em Repouso (GER) corresponde ao gasto energético mínimo de um indivíduo para realizar as funções fisiológicas básicas incluindo a manutenção da homeostase, crescimento, reprodução e digestão [1]. É responsável por uma parcela importante da estruturação do valor do Gasto Energético Total (GET) que é constituído também pela atividade

física e o efeito térmico dos alimentos ingeridos ao longo do dia [2]. Para estimativa do GET diário, é comumente utilizado os valores de GER multiplicados pelo fator de atividade do indivíduo [3].

A estimativa precisa do GER é fornecida por métodos diretos e indiretos de avaliação, o padrão ouro de avaliação é a calorimetria indireta (CI) [4]. Entretanto, o seu alto custo, constante necessidade de manutenção e de profissionais treinados impossibilita avaliações em estudos epidemiológicos [5, 6]. Logo, a recomendação para a estimação do GER pela WHO/FAO, principalmente para avaliação de grandes grupos, é a utilização de equações de predição [7]. Ao longo do tempo, diversas equações de predição de GER foram desenvolvidas utilizando variáveis independentes como: peso, altura, idade e sexo de grupos de indivíduos específicos [8, 9, 10]. Entretanto, a maioria das equações não levam em consideração características individuais relevantes, causando uma sub ou superestimação quando aplicadas em grupos diferentes daqueles que foram utilizados para o desenvolvimento da fórmula aplicada [11].

Uma das variáveis que vem sendo levada em consideração nos estudos de desenvolvimento de equações é a composição corporal. Cunningham (1980) [12] trouxe como variável independente para a sua fórmula a MLG, utilizando os dados dos indivíduos estudados por Harris & Benedict (1919), sabendo ser um tecido metabolicamente ativo, é um fator de influência relevante na variação do valor final da GER [13, 14]. Outro fator que pode influenciar o valor final da GER é a indução da prática de exercício físico regular para ambos os sexos [15, 16], causando um aumento na capacidade respiratória e constantes alterações na própria composição corporal [17]. Esses fatores são ainda mais relevantes em indivíduos atletas, que já se entende que possuem necessidades energéticas que se diferem de indivíduos não atletas [18].

As equações comumente aplicadas em atletas foram desenvolvidas, geralmente, em indivíduos não atletas e em grande parte formadas por grupos que vivem na América do Norte tornando a sua confiabilidade do valor de GER estimado por essas equações, questionável quando aplicado em atletas e em diferentes grupos étnicos [19, 20]. Um dos grupos são os atletas adolescentes, onde já se sabe que ainda existe uma lacuna relevante em uma estimativa correta da GER. Além de atletas, os adolescentes possuem necessidades energéticas diferentes de indivíduos adultos [7], isso se deve à alguns fatores como maturação sexual e constantes alterações de composição corporal causados pela fase de puberdade [21, 22] ainda que não seja

uma verdade universal [31]. Mesmo pouco usadas, a literatura vem se preocupando em desenvolver fórmulas específicas para atletas se preocupando com o contexto no qual os mesmos estão inseridos [5, 18, 23].

Assim, a estimativa do GER de forma precisa e fidedigna, independentemente do método de avaliação, é fundamental para determinação da ingestão energética adequada auxiliando no ganho de peso e altura, bem como manter a saúde, desempenho e composição corporal para a referida modalidade através de uma prescrição nutricional de forma individual e coerente dos atletas adolescentes [19, 24]. Portanto, o objetivo do estudo é avaliar a precisão das equações preditivas mais utilizadas em um grupo de atletas adolescentes brasileiros e desenvolver equações de predição específicas para tal população.

Materiais e métodos

Estudo de origem transversal, observacional que visa analisar dados antropométricos, composição corporal e mensuração do gasto energético em repouso por calorimetria indireta com o objetivo de propor uma nova fórmula preditiva de Gasto Energético de Repouso (GER) para grupo específico de adolescentes brasileiros de 12 a 19 anos.

Sujeitos da pesquisa

A amostra constitui-se de 98 atletas, sendo 56 do sexo contemplando seis modalidades diferentes (Judô [21 atletas], Nado Sincronizado [20 atletas], Natação [13 atletas], Polo Aquático [12 atletas], Pentatlo Moderno [10 atletas]). Os critérios de inclusão foram treinar seis vezes por semana, com duração mínima de 3 horas por dia e praticar o esporte há pelo menos um ano. Três meses antes das avaliações os atletas foram orientados a não consumirem ou utilizarem nenhuma substância ou alimento que fosse considerado termogênico, estimulante energético, inibidor de sono e/ou apetite e analgésicos. Todos os atletas e os responsáveis legais foram informados sobre os procedimentos da pesquisa e os possíveis riscos associados e assinaram o TCLE concordando em realizar todas as etapas do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos do Hospital Universitário da Universidade Federal do Rio de Janeiro sob o protocolo número 58179716.3.0000.5257 e conduzido seguindo a Declaração de Helsinque (revisão 2013).

Avaliação Antropométrica e composição corporal

A massa corporal total e estatura foram aferidas em balança eletrônica com precisão de 0,05kg e estadiômetro com precisão de 0,1cm (Filizola, São Paulo, Brasil). O percentual de gordura corporal, MLG e MG foram obtidos por meio de exame por meio da Absormetria de raios-X de dupla energia (DXA), da marca GE-Healthcare, com o programa Encore 2008, versão 12.30 [25].

Avaliação de Gasto Energético por meio de Calorimetria Indireta

Seguiu-se o protocolo da FAO/WHO/UNU (2004), no Laboratório da Avaliação Nutricional LANUTRI do Instituto de Nutrição da UFRJ. Os atletas receberam orientações a realizar jejum de doze horas e não participar do treinamento físico no dia anterior ao exame. Para evitar esforços físicos no dia, um motorista conduziu-os até o local. Utilizou-se o circuito aberto de CI com campânula respiratória (Vmax Encore 29 Systems®, Viasys Healthcare, EUA). Os participantes se mantiveram em decúbito dorsal, estado alerta e repouso por 30 minutos antes do teste. O teste durou 30 minutos e, foi desconsiderado os 5 minutos iniciais, de acordo com o protocolo pré-estabelecido, de forma a garantir maior homogeneidade dos dados [26, 27, 28]. Os valores obtidos de VO2 e CO2 foram utilizados na equação proposta por Weir (1949) [29]. Na chegada dos atletas foram efetuadas entrevistas individuais para verificação acerca da adesão às orientações de preparo para a medição do GEB.

Equações Preditivas

Para avaliar a concordância entre os métodos, foram utilizadas as equações: Harris e Benedict (1919) (HB), Cunningham (1980) (CUN), WHO/FAO/UNU (FAO) (2004), Henry e Rees (1991) (HR), Reale *et al.* (2020) (RAE) e Kim *et al.* (2015) (KIM):

HB:

Homem = 66,5 + (13,752 x MC) + (5,003 x A) – (6,755 x I)

Mulher = 655,1 + (9,563 x MC) + (1,85 x A) – (4,676 x I)

CUN:

Ambos os sexos = 500 + 22 x MLG

FAO:

Homem (10 a 18 anos) = 17,686 x MC + 658,2

Mulher (10 a 18 anos) = 13,384 x MC + 692,6

HR:

Homem (10 a 18 anos) = (0,084 x MC + 2,122) x 239

Mulher (10 a 18 anos) = (0,047 x MC + 2,951) x 239

RAE:

Homem: MC x 11.1 + A x 8.4 – 339.7

Mulher: MC x 11.1 + A x 8.4 – 537.1

KIM:

730.4 + 15 x MLG

MC: Massa corporal total em kg, A: Altura em cm, I: Idade em anos, MLG: Massa livre de gordura em kg

Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistical Package for Social Science (SPSS) versão 22.0 (SPSS, Chicago, IL, USA). A avaliação da normalidade os dados foram avaliados pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste de Wilcoxon para comparação entre os valores de GER. O teste, obtidos pelos métodos e a abordagem tradicional de Bland e Altman (1999) foi utilizada para avaliar a concordância entre os métodos.

O nível de concordância entre os valores medidos pelas equações de predição e CI, foram avaliados utilizando o coeficiente de correlação de Lin (CCC) proposto por Bland & Altman [38, 39, 40]. CCC combina a precisão e a acurácia de um método frente ao padrão-ouro para estabelecer se as observações se desviam significativamente da linha perfeita de concordância (45º). O valor de um corresponde a linha de regressão exatamente na linha perfeita da concordância [39]. Foram adotados os seguintes critérios ou pontos de corte para determinação de concordância: concordância negligente (CCC=0,00 – 0,010); concordância fraca (CCC = 0,10 – 0,39); concordância moderada (CCC = 0,40-0,69); concordância forte (CCC = 0,70 – 0,89) e concordância muito forte (CCC = 0,90 – 1,00) [41].

A partir dos valores das variáveis presentes obtidas, o modelo da equação de predição utilizou o método de regressão linear múltipla usando o modelo *foward stepwise* de adição de variáveis, entendendo ser o método mais adequado para a avaliação do grau de relacionamento entre as variáveis e para avaliar a importância relativa das variáveis independentes na

explicação de uma variável dependente. Todas as variáveis de interesse estavam disponíveis na seleção do modelo de predição e foram retiradas todas que tiveram um menor nível de significância (acima de 0,05) e R^2 baixo, permanecendo apenas os mais relevantes. As variáveis de peso corporal total, altura, idade, MLG, MG e sexo como as variáveis independentes e o GER medido por CI, como variável dependente, dentro do modelo de regressão *forward stepwise* fixando o nível de significância de 0,05.

Resultados

Foram analisados dados de GER de 98 indivíduos de cinco modalidades diferentes. Os indicadores antropométricos, de composição corporal e GER são apresentados abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização da amostra (média ± desvio padrão)

	Total n=98	**Homens** n=56	**Mulheres** n=42
Variáveis antropométricas			
Idade (anos)	14,8 ± 2,2	14,6 ± 2,9	14,6 ± 2,4
Peso corporal total (Kg)	58,6 ± 12,1	61,1 ± 13,7	55,3 ± 8,9
Estatura (cm)	164,3 ± 9,5	167,7 ± 10,3	159,9 ± 5,9
GER (kcal)	1502,4 ± 287,9	1571,0 ± 280,8	1411,0 ± 274,4
Composição corporal			
Massa gorda (Kg)	13,0 ± 6,1	10,9 ± 6,0	15,7 ± 5,1
Massa Livre de gordura (Kg)	44,3 ± 10,5	48,7 ± 10,9	28,5 ± 6,4
Percentual de gordura (%)	22,6 ± 8,5	18,0 ± 6,7	28,7 ± 6,4
Modalidades			
Judô	23	16	7
Natação	14	9	5
Polo aquático	12	12	0
Nado sincronizado	20	1	19
Pentatlo moderno	29	18	11

GER = Gasto Energético em Repouso;

A avaliação de comparação entre o GER por CI e por equações preditivas foi realizada avaliando a normalidade os dados pelo teste de Shapiro-Wilk, após foi observado serem dados não paramétricos, teste de Wilcoxon foi aplicado à nível de comparação entre os dados. A apresentação dos dados em mediana é relatado por serem dados não paramétricos (Tabela 2). A análise dos dados demonstrou que todas as equações apresentaram diferença significativa, com exceção da equação de CUN (p = 0,487)

Tabela 2. Caracterização do gasto energético de repouso (kcal/dia) e comparação estatística entre CI e equações preditivas (n = 98).

Método	**Mediana**	**Máximo**	**Mínimo**	**p-Valor**
Calorimetria Indireta	1492,37	2538,73	828,59	-
Harris and Benedict (1919)	1476,84	2157,64	1194,66	0,009
Cunningham (1980)	1444,90	2044,40	933,40	0,487
WHO/FAO/UNU/Schofield (2004)	1533,78	2356,05	1166,39	<0,001
Henry e Rees (1991)	1464,78	2434,45	1102,93	0,004
Reale (2020)	1547,18	2178,80	1023,54	<0,001
Kim (2015)	1374,65	1783,4	1025,90	<0,001

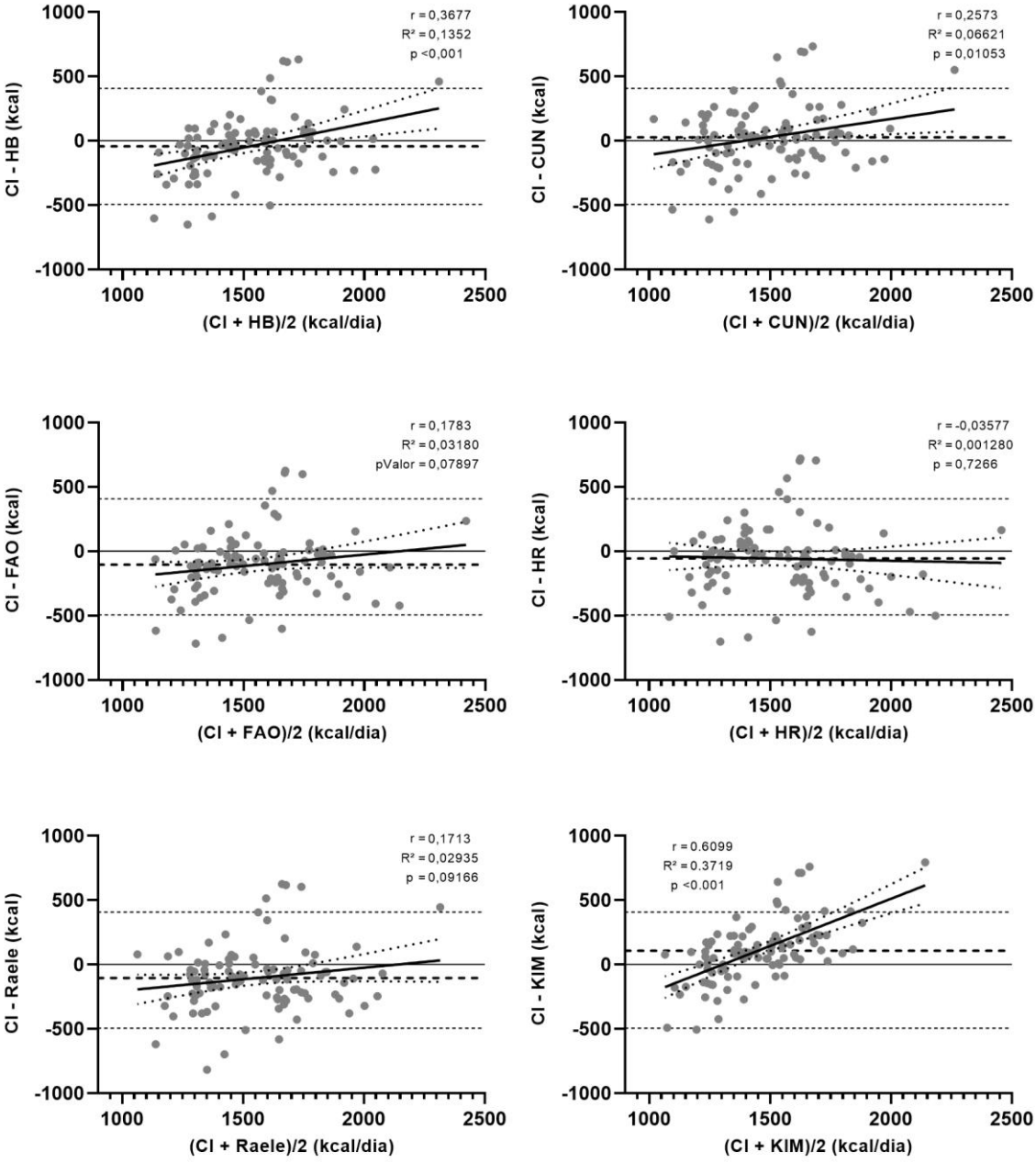

Figura 1. Gráfico de Bland-Altman entre calorimetria indireta (CI) e as equações preditas Harrys and Benedict (HB), Cunningham (CUN), WHO/FAO/UNU/Schofield (FAO), Henry and Rees (HR), Reale *et al.* (Raele) e Kim *et al.* (KIM).

Tabela 3. Parâmetros estatísticos entre os valores de GER obtidos por calorimetria indireta em relação a diferentes equações preditivas pelo método de CCC

Equação	**CCC**	**R**	**R^2**
Harris and Benedict (1919)	0,556	0,367	0,135
Cunningham (1980)	0,521	0,257	0,066
WHO/FAO/UNU/Schofield (2004)	0,538	0,178	0,031
Henry e Rees (1991)	0,563	0,005	0,001
Reale (2020)	0,527	0,171	0,029
Kim (2015)	0,409	0,609	0,371

As análises de concordância por CCC indicam que todas as equações tiveram uma correlação moderada frente ao método padrão-ouro (Figura 2). Sendo a equação de Henry & Rees (1991) apresentou o maior valor de concordância frente ao padrão-ouro (0,563). A abordagem do gráfico de Bland & Altman mostrou que as equações tendem a subestimar a GER. I (Figura 1).

As equações de predição de FAO/ONU (2004) e Henry e Rees (1991), segundo a análise de regressão linear do gráfico de BA, mostram certa linearidade sem significância estatística com os valores de GER medido por CI em atletas de diferentes modalidades esportivas.

Desenvolvimento da nova equação de predição

De acordo com a regressão linear *forward stepwise*, para o modelo de predição com nível de significância igual a 0,05, a MLG e MG foram as variáveis de maior importância para o modelo. A Figura 2, indica uma representação gráfica do tratamento estatístico realizado para avaliação das variáveis coletadas que foram ser consideradas para a construção da fórmula de predição.

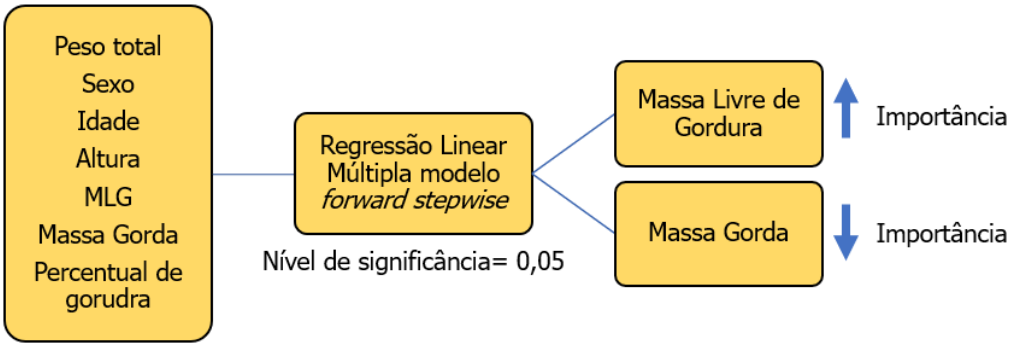

Figura 2. Representação gráfica do tratamento estatístico para a seleção das variáveis relevantes que se mantiveram no modelo de predição. MLG = Massa livre de gordura.

Na tabela 3 são demonstrados os modelos de equações desenvolvidas.

O modelo 1: sem estratificação por sexo, possui R de 0,602 que demonstra o fator de correlação e a sua força entre as variáveis de MG e MLG com a variável GER medida por CI, identificando uma força média de comparação. O R^2 é a identificação, percentual, pela qual as duas variáveis explicam a variável principal e mostra uma explicação fraca (R^2= 0,363) (abaixo de 0,5), tendo uma variação de erro em kcal de 232, 20.

O modelo 2, estratificado pelo sexo masculino, obteve o melhor poder de correlação entre os modelos, apresentando correlação forte (R= 0,719 e R^2 = 0,517) e uma variação de erro estimado de 198,795 kcal comparado com o GER medido.

O modelo 3, estratificado apenas pelo sexo feminino, foi o modelo com menor força de correlação e explicação, demonstrados por r e R^2, sendo o primeiro igual a 0,355 e o segundo por 0,126, caracterizando um poder fraco de relacionar as variáveis dependentes e independentes, além do maior intervalo de erro padrão em comparação aos três modelos, de 263,11 kcal quando comparado com a medição de GER por CI.

Os modelos de predição foram desenvolvidos por meio do Beta de coeficientes não padronizados, utilizando os valores constantes (683,375, 673,372 e 1013,877) e os

multiplicadores das variáveis do indivíduo (15,2, 15,69 e 3,077) multiplicados pelo valor de MLG e (10,987, 12,121 e 17,768) multiplicados pelo valor de MG.

Tabela 4. Caracterização estatística dos modelos preditivos

	Constante	**Multiplicador MLG**	**Multiplicador MG**
Modelo 1 – Geral	686,375	15,20	10,987
Modelo 2 -Masculino	674,372	15,69	12,121
Modelo 3 - Feminino	1013,87	3,077	17,768

MLG = Massa livre de gordura, MG = Massa Gorda

Modelo 1 (**Geral**): $686{,}375 + 15{,}2 \times \text{MLG (Kg)} + 10{,}987 \times \text{MG (Kg)}$

Modelo 2 (**Masculino**): $674{,}372 + \text{MLG (Kg)} \times 15{,}69 + 12{,}121 \times \text{MG (Kg)}$

Modelo 3 (**Feminino**): $1013{,}877 + 3{,}077 \times \text{MLG (Kg)} + 17{,}768 \times \text{MG (kg)}$

DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi analisar, comparativamente, os valores de GER das principais equações de predição utilizadas e os valores de GER medidos por CI e possivelmente propor equações de predição específicas para atletas adolescentes brasileiros. Os resultados comparativos corroboram com achados anteriores da literatura, onde as equações mais utilizadas subestimam valores de medidos por CI, baseados nas análises por gráficos de Bland-Altman [23, 30, 32, 33,]. Apenas a equação de Cunningham (1981) não apresentou diferença significativa, quando comparados a valores medidos por CI (p= 0,487), corroborando com estudos que realizaram as mesmas análises que o presente artigo em atletas [19, 32, 36]. Isso pode ser explicado pelo uso da MLG, uma das variáveis da equação de Cunningham (1980), sendo um importante preditor de GER para uma população de atletas [35, 36].

O nível de concordância entre os métodos foi avaliado pelo CCC, é o primeiro trabalho que se sabe até então que utiliza o coeficiente de Lin como método de concordância entre equações preditivas e CI em adolescentes atletas brasileiros. A equação que apresentou menores

níveis de concordância foi a equação de KIM (2015), corroborando com estudos anteriores (REALE et al., 2020), e talvez não seja surpreendente devido a diferença na característica das amostras entre os estudos atuais e de Kim, destacando a importância da necessidade de observar todas as diferenças entre variáveis coletadas e o contexto inserido para desenvolvimento de equações de predição. As equações de Cunninghan (1980) (R= 0,257, R^2= 0,066 e CCC= 0,521) e Harris e Benedict (1918) (R= 0,367, R^2=0,135 e CCC= 0,556) tiveram correlação moderada, sugerindo baixo nível explicativo entre os valores preditos e medidos, corroborando com achados na literatura, quando aplicados em populações de adolescentes atletas tanto para modalidades específicas [5, 30, 33], quanto para atletas de modalidades variadas [6, 34]. São equações que não levam em consideração o sexo como variável preditora significante sendo uma possível explicação para os resultados apresentados.

Ainda de acordo com os resultados do gráfico de Bland-Altman, a equação de Henry and Rees (1991) [31] obteve os melhores níveis de concordância quando se avalia valores medidos por CI, corroborando com estudos que realizaram as análises que o presente artigo em atletas [32 19, 36]. Essa boa concordância pode ser explicada pelo uso da MLG, uma das variáveis da equação de Henry & Rees [31], sendo um importante preditor de GER para uma população de atletas [34, 35].

Novas equações de predição

Corroborando com a literatura, o grau de concordância das equações existentes não foi adequado para a amostra de adolescentes estudada. Diante das análises e valores apresentados. Foram desenvolvidos 3 modelos de equações para atletas adolescentes brasileiros, selecionando através do método estatístico *forward-stepwise* as variáveis de MG, MLG e sexo sendo a MLG a variável de maior relevância estatística corroborando com os estudos mais recentes, que consideram ela como uma variável chave para o cálculo preciso de GER [7, 20]. O modelo 1 representando a amostra completa, e os modelos 2 e 3 caracterizados pela estratificação por sexo, entendendo que, seja uma variável importante para uma melhor precisão de GER. A MLG e a MG foram os melhores determinantes para estruturação do modelo e a equação desenvolvida para atletas adolescentes do sexo masculino foi a que teve o melhor desempenho estatístico comparado a variável principal medida de GER por CI.

As variáveis de MLG e MG foram incluídas no modelo por serem as variáveis que trazem normalidade em todas as fórmulas. A inclusão da variável MLG na fórmula, além de concordar em ser um preditor relevante para a população atlética corrobora com estudos anteriores que desenvolveram fórmulas para o público de atletas adolescentes com a MLG sendo a única variável em comum entre eles [5, 6, 34].

LIMITAÇÕES

O presente estudo não indicou a variável de maturação sexual como um preditor para análise por conta da inconsistência no método aplicado e por falta de resultados. Sabendo que, a maturação sexual é um fator relevante para o público adolescente, e possivelmente um preditor para variações de GER, Henry (1999) [31], observou que, a maturação sexual não foi um preditor significativo para ser aplicado em sua fórmula.

REFERÊNCIAS

1. COMPHER, Charlene *et al.* Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 6, p. 881-903, 2006.

2. BUTTE, Nancy F. et al. Energy requirements derived from total energy expenditure and energy deposition during the first 2 y of life. **The American journal of clinical nutrition**, v. 72, n. 6, p. 1558-1569, 2000.

3. BONE, Julia L.; BURKE, Louise M. No difference in young adult athletes' resting energy expenditure when measured under inpatient or outpatient conditions. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 5, p. 464-467, 2018.

4. FULLMER, Susan *et al.* Evidence analysis library review of best practices for performing indirect calorimetry in healthy and non–critically ill individuals. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 115, n. 9, p. 1417-1446. e2, 2015.

5. KIM, Jae-Hee *et al.* Accuracy of predictive equations for resting metabolic rate in Korean athletic and non-athletic adolescents. **Nutrition Research and Practice**, v. 9, n.4, p. 370-378, 2015.

6. REALE, Reid J. *et al.* Metabolic rate in adolescent athletes: the development and validation of new equations, and comparison to previous models. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 30, n. 4, p. 249-257, 2020.

7. FAO; WHO; UNU. **Human Energy Requirements: Report Of A Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation**. [FAO] Food And Agriculture Organization [WHO] World Health Organization [UNU] United Nations University. Rome, P.107. 2004.

8. OWEN, Oliver E. et al. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. **The American journal of clinical nutrition**, v. 44, n. 1, p. 1-19, 1986. https://doi.org/10.1093/ajcn/44.1.1

9. MIFFLIN, Mark D. et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. **The American journal of clinical nutrition**, v. 51, n. 2, p. 241-247, 1990.

10. HARRIS, J. Arthur; BENEDICT, Francis G. A biometric study of human basal metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 4, n. 12, p. 370-373, 1918.

11. FRANKENFIELD, David et al. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. **Journal of the American Dietetic association**, v. 105, n. 5, p. 775-789, 2005.

12. CUNNINGHAM, John J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. **The American journal of clinical nutrition**, v. 33, n. 11, p. 2372-2374, 1980.

13. RAVUSSIN, Eric et al. Determinants of 24-hour energy expenditure in man. Methods and results using a respiratory chamber. **The Journal of clinical investigation**, v. 78, n. 6, p. 1568-1578, 1986.

14. MILLER JR, A. T.; BLYTH, Carl S. Lean body mass as a metabolic reference standard. **Journal of Applied Physiology**, v. 5, n. 7, p. 311-316, 1953.

15. TREMBLAY, A. et al. The effect of exercise-training on resting metabolic rate in lean and moderately obese individuals. **International journal of obesity**, v. 10, n. 6, p. 511-517, 1986.

16. BALLOR, Douglas L.; POEHLMAN, E. T. Resting metabolic rate and coronary-heart-disease risk factors in aerobically and resistance-trained women. **The American journal of clinical nutrition**, v. 56, n. 6, p. 968-974, 1992.

17. LOUCKS, Anne B. Energy balance and body composition in sports and exercise. **Journal of sports sciences**, v. 22, n. 1, p. 1-14, 2004.

18. DE LORENZO, A. et al. A new predictive equation to calculate resting metabolic rate in athletes. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 39, n. 3, p. 213, 1999.

19. JAGIM, Andrew R. *et al.* Accuracy of resting metabolic rate prediction equations in athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 7, p. 1875-1881, 2018.

20. SCHOFIELD, Katherine Lesley; THORPE, H.; SIMS, S. T. Resting metabolic rate prediction equations and the validity to assess energy deficiency in the athlete population. **Experimental Physiology**, v. 104, n. 4, p. 469-475, 2019.

21. LAZZER, S. et al. Prediction of basal metabolic rate in obese children and adolescents considering pubertal stages and anthropometric characteristics or body composition. **European journal of clinical nutrition**, v. 68, n. 6, p. 695-699, 2014.

22. GRANADOS, Andrea; GEBREMARIAM, Achamyeleh; LEE, Joyce M. Relationship between timing of peak height velocity and pubertal staging in boys and girls. **Journal of clinical research in pediatric endocrinology**, v. 7, n. 3, p. 235, 2015.

23. OLIVEIRA, Taillan M. *et al.* Predictive equations for resting metabolic rate are not appropriate to use in Brazilian male adolescent football athletes. **Plos one**, v. 16, n. 1, p. e0244970, 2021.

24. THOMAS, D. Travis; ERDMAN, Kelly Anne; BURKE, Louise M. Nutrition and athletic performance. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 48, p. 543-568, 2016.

25. LAFORGIA, J. *et al.* Validation of DXA body composition estimates in obese men and women. **Obesity,** v. 17, n. 4, p. 821-26, 2009. ISSN 1930-739X..

26. WAHRLICH, Vivian; ANJOS, Luiz A. Validation of predictive equations of basal metabolic rate of women living in Southern Brazil. **Revista de Saude Publica**, v. 35, n. 1, p. 39-45, 2001.

27. COMPHER, Charlene et al. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 6, p. 881-903, 2006.

28. FRANKENFIELD, D. C. *et al.* Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and nonobese people. **J Am Diet Assoc,** v. 103, n. 9, p. 1152-9, Sep 2003.

29. WEIR, J. B. D. New Methods for Calculating Metabolic Rate with Special Reference to Protein Metabolism. **J Physiol,** v. 109, n. 1-2, p. 1-9, 1949.

30. CHERIAN, Keren Susan et al. Resting metabolic rate of Indian Junior Soccer players: Testing agreement between measured versus selected predictive equations. **American Journal of Human Biology**, v. 30, n. 1, p. e23066, 2018.

31. HENRY, C. J. K. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. **Public health nutrition**, v. 8, n. 7a, p. 1133-1152, 2005.

32. SPEAKMAN, John R.; SELMAN, Colin. Physical activity and resting metabolic rate. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 3, p. 621-634, 2003.

33. LOUREIRO, Luiz Lannes et al. Basal metabolic rate of adolescent modern pentathlon athletes: agreement between indirect calorimetry and predictive equations and the correlation with body parameters. **PloS one**, v. 10, n. 11, p. e0142859, 2015.

34. TEN HAAF, Twan; WEIJS, Peter JM. Resting energy expenditure prediction in recreational athletes of 18–35 years: confirmation of Cunningham equation and an improved weight-based alternative. **PloS one**, v. 9, n. 10, p. e108460, 2014.

35. SCHOFIELD, William N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. **Human nutrition. Clinical nutrition**, v. 39, p. 5-41, 1985.

36. TINSLEY, Grant M.; GRAYBEAL, Austin J.; MOORE, M. Lane. Resting metabolic rate in muscular physique athletes: validity of existing methods and development of new prediction equations. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 44, n. 4, p. 397-406, 2019.

37. JAGIM, Andrew R. et al. Sex differences in resting metabolic rate among athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 11, p. 3008-3014, 2019.

38. BLAND, J. Martin; ALTMAN, Douglas G. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. **The lancet**, v. 346, n. 8982, p. 1085-1087, 1995.

39. LIN LI-K. A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility. **Biometrics.** 1989; v.45:255. https://doi.org/10.2307/2532051

40. DA SILVEIRA Ae, Araújo CL, Gigante DP, Barros AJD, de Lima MS. Weight and height validation for diagnosis of adult nutritional status in southern Brazil. Cad Saude Publica. 2005;21:235–45. https://doi.org/10.1590/S0102- 311X2005000100026

41. HINKLE de, Wiersma W, Jurs SG. **Applied statistics for the behavioral sciences**. 5th ed. Boston: Hugton Miffin College Division; 2003.

5.2 Manuscrito 2

O manuscrito a seguir foi submetido à revista: Metabolites

Fator de impacto: 5.614

MANUSCRITO

Effect of gas exchange data selection methods on resting meta-bolic rate estimation in young athletes

Victor Zaban Bittencourt1, Raul Freire2, Juan MA Alcantara3,4, Luiz Lannes Loureiro1, Taillan Martins de Oliveira1, Fábio Luiz Candido Cahuê1, Alex Itaborahy2, and Anna Paola Trindade Rocha Pierucci1*

1. DAFEE Laboratory, Graduate Program in Nutrition, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Fe-deral do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

2. Olympic Laboratory, Brazil Olympic Committee, Rio de Janeiro, Brazil

3. Institute for Innovation & Sustainable Development in Food Chain, Department of Health Sciences, Public University of Navarra, Campus Arrosadía, s/n., 31006, Pamplona, Spain

4. Navarra Institute for Health Research, IdiSNA, Pamplona, Spain

*Corresponding author e-mail – pierucci@nutricao.ufrj.br

Abstract

Background & Aims: To analyze the effect of the gas exchange data selection method on the resting metabolic rate (RMR) estimation and propose a shortening protocol with a valid and accurate RMR value. **Methods:** Sixty-six healthy adolescent athletes had a 30-minutes RMR measurement. Different methods of gas exchange data were used: steady-state, short and long-time intervals and filtering. **Results:** The 5 min SSt method provided the lowest RMR estimate (1454 kcal.day-1). There was a statistical difference between methods (F=2.607, p=0.04), but they presented an absolute difference of ~36 kcal.day-1 between them. There were no differences in respiratory exchange ratio among the methods. In addition, 12 min of gas exchange measurement was necessary to obtain a valid and accurate RMR. Conclusion: A

reduced protocol may be applied to young athletes. Ap-proximately 10 min after previous rest were enough to obtain a reliable RMR. The proposed protocol may increase the acceptance of this cohort for obtaining the measured RMR.

Keywords: Indirect calorimetry, Adolescents Athletes, Data processing, Basal Metabolism, Energy Expenditure.

Introduction

The resting metabolic rate (RMR) is the minimum energy required to maintain human physiological functions and homeostasis after fasting (commonly 12 h), at rest, and thermoneutrality (ambient temperature 22-25ºC), and when the subject is awake [1, 2]. Proper RMR assessment is very important during the lifecycle, especially in adolescence. This period is marked by rapid pubertal growth and development that pro-motes physiological changes increasing RMR [3]. Thus, adolescents' RMR assessment is relevant for developing an individualized nutritional plan to ensure the provision of suitable energy needs [4, 5]. Athletes, even adolescents, have increased energy needs than sedentary individuals because they have greater energy demands [6, 7]. There-fore, if energy needs determination is incorrect, it can induce hormonal dysregulation, reduction in total body weight and fat-free mass, and loss of muscular strength and/or physical performance [8]. Importantly, these dysregulations may be aggravated in adolescent athletes, whose energy requirements may fluctuate more than in non-adolescent athletes [9].

Indirect calorimetry (IC) is considered the gold standard technique to assess the RMR accurately. IC estimates whole-body energy requirements based on the measured volumes of oxygen consumption (VO2) and carbon dioxide production (VCO2) [6, 10]. The RMR assessment generally lasts from 10 to 30 min [11], and it is widely recommended to (retrospectively) discard the initial 5-min period [1, 12]. Moreover, from the entire assessment (e.g., 30 min), a shorter period must be selected and "used" for estimating RMR. However,

there is no extended consensus on the ‘best method’ for selecting the gas exchange data and then estimating the RMR [13]. Thus, different gas ex-change data selection methods, such as Steady State (SSt), time interval (TI), and filtering, have been proposed in the literature [13, 14, 15]. Generally, SSt, which is de-fined as the period that presents a coefficient of variation (CV) <10% for VO2 and VCO2, and <5% for respiratory exchange ratio (RER) [1, 12, 16], is supposed to be the method that provides the ‘best estimate’ of RMR [17]. However, the study supporting this hypothesis was performed in ventilated patients (i.e., intensive care unit patients) [17], and for healthy subjects, the recommendations are still inconsistent [18]. Beyond SSt, other methods such as TI and filtering may be used [14, 18]. Briefly, the TI method consists of selecting the gas exchange data from the entire RMR assessment for pre-defined time intervals (which normally range from 5 to 20-min). Lastly, the filtering method involves selecting the gas exchange data based on certain pre-defined ‘cut-off points’, which vary with the “intensity” of the filter applied. In this regard, three different filters have been proposed: (i) the low filter, which selects values be-tween 85 and 115% of the average RMR; (ii) the medium filter, which selects values between 90 and 110% of the average RMR; and, (iii) the high filter, which selects the values between 95 and 105% [18]. Although the comparison between the methods in healthy individuals has been debated previously [14, 18, 19, 20], to the best of the authors’ knowledge, there is still no recommendation on the best method to select the gas exchange and estimate the RMR in young athletes. In addition, it remains unclear whether a reduced protocol can be used to shorten the RMR assessment, from the traditional 30-min assessment, for this specific population. Previous literature in a cohort of high-level athletes [14] suggests that a 20-min measurement (without an acclimation period prior to the RMR assessment) provides a valid RMR estimation. Regrettably, whether this reduced protocol can be used in young athletes remains elusive.

Thus, this study aimed to compare the effect of different gas exchange data selection methods on the estimation of RMR, and to propose a reduced RMR protocol in a cohort of young athletes.

METHODS

The Subjects

This cross-sectional study included 66 athletes (30 females), from five different sport disciplines (judo [21], synchronized swimming [20], swimming [13], and water polo [12]). The ages ranged from 12 to 18 years. The inclusion criteria were: a) training volume of at least 20 h/week, b) practice for at least one year prior to recruitment, and c) competed in at least one official national championship during the last season. The experimental procedures and possible risks associated with the study were explained to the participants and their parents (or legal guardians),and written informed con-sent was obtained before enrolment. The Ethical Committee on Research approved this study for Humans at the Hospital University of Rio de Janeiro Federal University.

Assessment of anthropometric and body composition parameters

Body mass (kg) and height (cm) were measured using a scale with a stadiometer (Ramuza, São Paulo, Brazil). Body fat percentage (%), fat-free mass (FFM, kg), and fat mass were determined using GE Healthcare's Lunar dual-energy X-ray absorptiometry (DXA; Encore 2008, software version 12.3).

Assessment of resting metabolic rate

Before the test, the participants were instructed to avoid consuming any thermo-genic supplements [20, 21, 22], sleep or appetite inhibitors [23], or other substances that are known

to affect RMR during the preceding 24 h. In addition, they were in-structed to fast for 8-12 hours and avoid any exercise training during the preceding 48 h [12]. All tests were performed in the morning (07:00 – 10:00). On the test day, to avoid physical activity before testing, the athletes were picked up at home by a driver provided by the research staff. On arrival, individual interviews were conducted to verify whether they completed the previous instructions. Before the RMR assessment, the athletes rested quietly in a recliner (in the supine position) for 30 min and were in-structed about the procedures concerning the assessment as e. g. not to sleep, breath normally.

The Vmax Encore 29 System metabolic cart (VIASYS Healthcare Inc., Yorba Linda, CA), equipped with a plastic canopy, was used for the IC assessment. The equipment was calibrated for gas analysers (using standard concentration gas bottles) and flow (using a 3 L syringe) before each measurement, following the manufacturer's instructions.

Gas exchange data selection methods

Both VO2 and VCO2 were continuously collected every 1 min for 30 minutes (i.e., the RMR period). From this whole period, the first 5 min of measurement data was retrospectively discarded according to current guidelines [1]. The remaining 25-min period was further processed using different gas exchange data selection methods, as previously described [1,2]: (i) short and long TI; (ii) SSt; and (iii) filtering methods.

Briefly, for short TI methods, VO2 and VCO2 values were averaged into five fixed 5-min windows, including 6-10 min, 11-15 min, 16-20 min, 21-25 min, and 26-30 min. Subsequently, VO2 and VCO2 values were averaged using the data within the 6-25 min and– 6-30 min windows for the long TI methods. For the SSt method, VO2 and VCO2 values were averaged into different window lengths (3, 4, 5, and 10-min). Then, the period that accomplished the SSt criteria (i.e., presented a CV for VO2 and VCO2 <10% and for RER

<5%) and the lowest CV average (i.e., presenting the lowest CV for VO2, VCO2, and RER average; from now on mean CVs) was selected and used for further analyses. Finally, for the filtering method, the average of the RMR during the last 25-min was calculated (Average RMR). Afterwards, three intensities of filters (Low – 85-115%, Medium – 90-110%, and High – 95-105% of Average RMR) were applied. Only those values within the filtering "intensities" were used for analyses.

Additionally, we computed the first and the best SSt as previously proposed (REFs). The "First SSt" consisted of the first SSt period of 3, 4, or 5-min that accomplished the CV criteria (as mentioned above), and the "Best SSt" was represented as the SSt period of 3, 4, or 5-min that achieved the CV criteria and presented the lowest mean CV. In addition, the cumulative number of subjects (expressed as %) who achieved the first and best SSt periods was calculated. Finally, RMR values were esti-mated using Weir's equation, considering no urinary nitrogen excretion [24].

Statistical analysis

A mixed one-way repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was employed to analyse the mean differences in RMR, VO2, VCO2, RER, and coefficients of variation (CV_VO2, CV_VCO2, CV_RER, and mean CVs) across the gas exchange data selection methods (i.e., TI, SSt, and filtering), followed by Tukey's post-hoc test when appropriate. The mixed ANOVA was chosen because not all methods returned valid values for all subjects (i.e., accomplished the SSt and/or the filtering methods criteria. TI6-10min and 5min SSt reported 65 valid measurements and 10min SSt reported 51). Additionally, a paired Student's t-test was used to compare the first and best SSt RMR values for each SSt method (3, 4, and 5-min length).

Simple and multiple linear regressions were used to analyse the variance in RMR explained using different gas exchange data selection methods according to classical RMR

determinants (body mass, fat-free mass, fat mass, and sex) [29]. Simple linear regression was used when body mass was selected as the independent variable (Model 1). For multiple linear regression models, sex and body mass (Model 2), and sex and body composition (fat-free mass and fat mass; Model 3) were selected as independent variables.

Statistical analyses were performed using GraphPad Prism version 9.2.0 (GraphPad Software, San Diego, California, USA), with a significance level fixed at $p<0.05$. All data are reported as mean ± standard deviation (SD).

RESULTS

Characteristics of Participants

Table 1 depicts the anthropometric and body composition characteristics of the participants included in the present study.

Table 1. Male and female adolescent athletes' characteristics.

	Total n=66 [95% CI]	**Males n=36 [95% CI]**	**Females n=30 [95% CI]**
Age (years)	14.8 ± 2.2 [13.0 – 15.0]	14.8 ± 2.2 [13.0 – 15.0]	14.9 ± 2.3 [13.0 – 17.0]
Body Mass (kg)	59.8 ± 12.9 [56.1 - 62]	62.1 ± 15.2 [57.7 - 67.2]	56.9 ± 8.7 [53.2 - 59.4]
Height (cm)	163.8 ± 9.4 [161.0 – 166.0]	166.8 ± 11.2 [165.0 – 172.0]	160.2 ± 4.6 [157.0 – 163.0]
Body Fat (%)	24.7 ± 8.0 [20.5 - 27.6]	20.2 ± 7.0 [14.6 - 21.0]	30.2 ± 5.2 [26.5 - 31.5]
Fat-Free Mass (kg)	43.7 ± 10.5 [38.3 - 46.2]	44.2 ± 11.7 [45.9 - 53.3]	38.5 ± 5.4 [36.2 - 40.7]

Differences among gas exchange data selection methods

Figure 1 shows each method's RMR, VO2, VCO2, and RER. There was a significant difference across methods, which consequently resulted in different RMR estimations ($F= 2.607$, $p = 0.04$; Figure 1A) and in VO2 ($F = 2.548$, $p = 0.04$; Figure 1B) Post-hoc analyses

showed that the RMR retrieved by the 5-min SSt method was lower than that retrieved by the 6–10 min (p = 0.001) and both long TI methods (i.e., 6–25 min [p = 0.02] and 6–30 min, [p = 0.03]). Furthermore, the RMR retrieved by the 6–30 min TI method was higher than that retrieved by the low filter method (p = 0.03). Although we found statistical differences between the gas exchange data selection methods (p=0.04), it is considered clinically irrelevant, since the greater mean difference was 46 kcal.d-1. There were no significant mean differences in the VCO2 (p = 0.07; Figure 1C) and RER (p = 0.19; Figure 1D) across methods. Finally, among the different methods for gas ex-change data selection used, the 5min SSt method yielded the lowest RMR estimation (1454 ± 282 kcal.d-1), while all methods provided similar RER estimates (0.81 – 0.81).

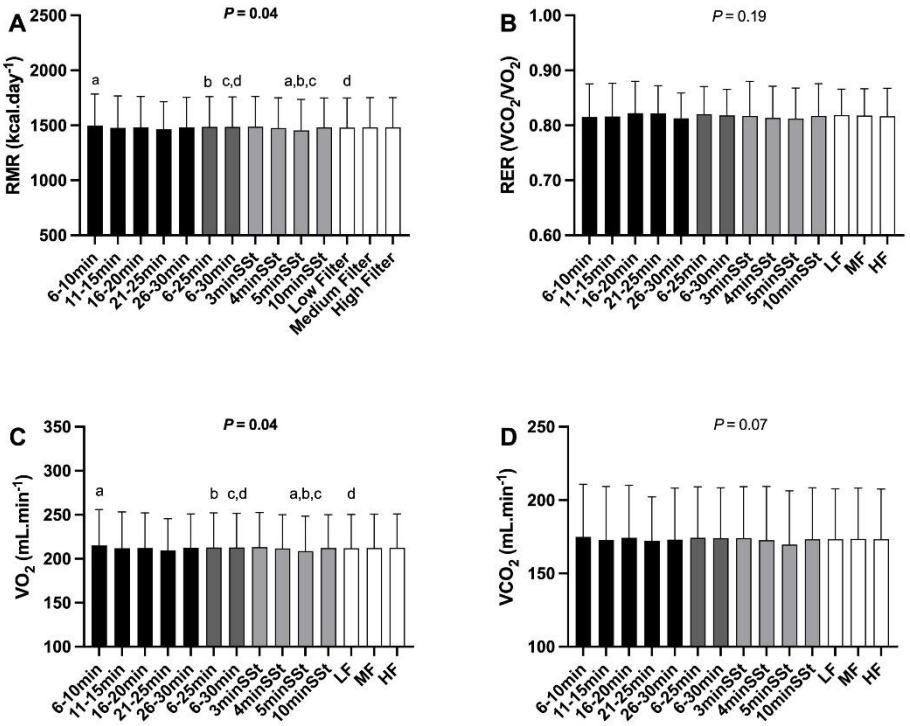

Figure 1. Differences among gas exchange data selection methods for RMR (A), VO2 (B), VCO2(C), and RER (D) across the different methods. Black plots represent the short Time Interval (TI) methods; Dark grey plots represent the long TI methods; Light grey plots represent the Steady-State (SSt) methods; White plots represent the Filtering methods. P-values come from the Mixed One-Way repeated

measures analysis of variance. Data are presented as mean ± standard deviation (SD). Min - minutes; VO2 - oxygen consumption; VCO2 - carbon dioxide production; RMR – resting metabolic rate; RER – respiratory exchange ratio.

Figure 2. Coefficients of variation (CV) of VO2 (A), VCO2 (B), RER (C), and mean of the coefficients of variation (Mean CVs) (D). The dotted line represents the accepted variation limit for each variable, 10% for VO2 and VCO2, and 5% for RER according to current recommendations by Fullmer et al. [12]. Black plots represent the short Time Interval (TI) methods; Dark grey plots represent the long TI methods; Light grey plots represent the Steady-State (SSt) methods; White plots represent the Filtering methods. P-values come from the Mixed One-Way repeated measures analysis of variance. Data are presented as mean ± standard deviation (SD). Min - minutes; VO2- oxygen consumption; VCO2 - carbon dioxide production; RER – respiratory exchange ratio.

Coefficient of variation yielded by each method

Figure 2 presents the CV (expressed as a percentage) for VO2 (Panel A), VCO2 (Panel B), RER (Panel C), and mean CVs (Panel D) for each gas exchange data selection method. As expected by design (i.e., SSt methods uses the CV for selecting the gas ex-change data), all the SSt methods showed that all individuals had acceptable CV values on all parameters. In most methods, 75% of the subjects (3rd quartile) were below the recommended CV limits (i.e., <10% for VO2 and VCO2 and <5% for RER), indicating that they met the criteria for a "valid" RMR assessment (i.e., the assessment accomplished the gas exchange stability criteria).

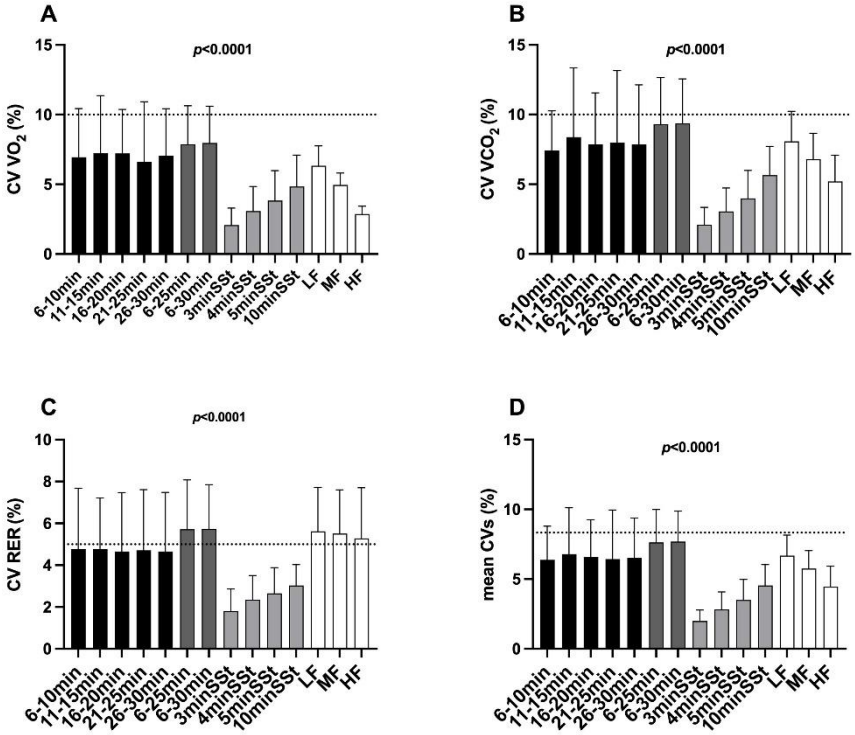

Figure 2. Coefficients of variation (CV) of VO2 (A), VCO2 (B), RER (C), and mean of the coefficients of variation (Mean CVs) (D). The dotted line represents the accepted variation limit for each variable, 10% for VO2 and VCO2, and 5% for RER according to current recommendations by Fullmer et al. [12]. Black plots represent the short Time Interval (TI) methods; Dark grey plots represent the long TI methods; Light grey plots represent the Steady-State (SSt) methods; White plots represent the Filtering methods. P-values come from the Mixed One-Way repeated measures analysis of variance. Data are presented as mean ± standard deviation (SD). Min - minutes; VO2- oxygen consumption; VCO2 - carbon dioxide production; RER – respiratory exchange ratio.

Variance in RMR explained by independent variables

The Model 1 (i.e., body mass was included as the independent variable) explained ~47% (R2 ranged from 0.37 - 0.52 among all methods, see Table 2) of the variance in the RMR and presented a SEE of approximately 202 kcal.d-1. When sex was added as a predictor (Model 2), the explained variance increased slightly compared to Model 1, and explained approximately

the 63% (R2 0.59 - 0.66 among all methods, Table 3) of the variance in the RMR, and retrieved a SEE of ~168 kcal.d-1 (Table 3). Finally, in the Model including sex and body composition variables (FFM and FM) as predictors (Model 3), there was no significant improvement in RMR prediction compared to the previous model (Table 4).

Methods of data selection	**Model R^2**	**Constant**	**Body Mass**		**SEE**
			β	***p***	**(kcal.day^{-1})**
TI 6-10 min	0.52	553	15.8	**<0.0001**	201
TI 11-15 min	0.49	528	15.8	**<0.0001**	207
TI 16-20 min	0.44	608	14.6	**<0.0001**	212
TI 21-25 min	0.37	724	12.4	**<0.0001**	199
TI 26-30 min	0.42	663	13.7	**<0.0001**	209
TI 6-25 min	0.49	577	15.1	**<0.0001**	198
TI 6-30 min	0.49	595	14.8	**<0.0001**	197
3 min SSt	0.43	640	14.1	**<0.0001**	209
4 min SSt	0.47	595	14.7	**<0.0001**	201
5 min SSt	0.52	503	15.8	**<0.0001**	198
10 min SSt	0.44	624	14.4	**<0.0001**	203
Low Filter	0.48	600	14.6	**<0.0001**	197
Medium Filter	0.48	603	14.6	**<0.0001**	198
High Filter	0.48	598	14.7	**<0.0001**	196

Table 2. Variance in resting metabolic rate (RMR) explained by body mass (Model 1), as the independent variable, in each of the different gas exchange data selection methods. Unstandardized β (beta) and p values (significant values in bold) from simple linear regression; SEE – Standard Error of the Estimate.

Methods of data selection	Model R^2	Constant	Sex		Body Mass		SEE
			β	*p*	B	*p*	(kcal.day^{-1})
TI 6-10 min	0.65	542	216.6	**<0.0001**	14.0	**<0.0001**	171
TI 11-15 min	0.63	520	221.2	**<0.0001**	14.0	**<0.0001**	177
TI 16-20 min	0.59	600	222.6	**<0.0001**	12.7	**<0.0001**	182
TI 21-25 min	0.60	707	239.0	**<0.0001**	10.6	**<0.0001**	160
TI 26-30 min	0.61	654	242.4	**<0.0001**	11.6	**<0.0001**	172
TI 6-25 min	0.65	569	225.3	**<0.0001**	13.2	**<0.0001**	165
TI 6-30 min	0.65	587	228.2	**<0.0001**	12.9	**<0.0001**	163
3 min SSt	0.63	631	251.8	**<0.0001**	12.0	**<0.0001**	169
4 min SSt	0.61	587	209.4	**<0.0001**	12.9	**<0.0001**	173
5 min SSt	0.66	487	217.6	**<0.0001**	14.1	**<0.0001**	167
10 min SSt	0.65	548	254.4	**<0.0001**	13.0	**<0.0001**	162
Low Filter	0.65	592	225.5	**<0.0001**	12.7	**<0.0001**	163
Medium Filter	0.64	595	227.1	**<0.0001**	12.7	**<0.0001**	165
High Filter	0.65	590	228.7	**<0.0001**	12.8	**<0.0001**	162

Table 3. Variance in resting metabolic rate (RMR) explained by sex and body mass, as sex and body mass, as the independent variables (Model 2), in each of the different gas exchange data selection methods. Unstandardized β (beta) and p values (significant values in bold) from multiple linear regression; Sex - 1 = men; 0 = women; SEE - Standard Error of the Estimate.

Methods of data selection	Model R^2	Constant	Sex		FFM		FM		SEE
			β	*p*	β	*p*	β	*p*	(kcal.day^{-1})
TI 6-10 min	0.67	579	269.9	**<0.0001**	11.4	**<0.0001**	19.0	**<0.0001**	168
TI 11-15 min	0.64	546	245.3	**<0.0001**	12.9	**<0.0001**	16.0	**<0.0001**	176
TI 16-20 min	0.62	621	266.0	**<0.0001**	10.7	**<0.0001**	17.0	**<0.0001**	178
TI 21-25 min	0.61	723	270.2	**<0.0001**	9.3	**0.0001**	13.4	**0.0004**	160
TI 26-30 min	0.62	678	276.4	**<0.0001**	10.0	**<0.0001**	14.7	**0.0002**	171
TI 6-25 min	0.67	596	266.3	**<0.0001**	11.3	**<0.0001**	17.1	**<0.0001**	162
TI 6-30 min	0.67	613	267.8	**<0.0001**	11.1	**<0.0001**	16.6	**<0.0001**	160
3 min SSt	0.65	656	290.3	**<0.0001**	10.2	**<0.0001**	15.6	**<0.0001**	167
4 min SSt	0.62	614	242.9	**<0.0001**	11.4	**<0.0001**	15.9	**<0.0001**	172
5 min SSt	0.67	519	241.1	**<0.0001**	12.9	**<0.0001**	16.0	**<0.0001**	167
10 min SSt	0.66	567	282.9	**<0.0001**	11.6	**<0.0001**	16.2	**0.0001**	160
Low Filter	0.67	618	267.3	**<0.0001**	10.8	**<0.0001**	16.7	**<0.0001**	160
Medium Filter	0.66	621	270.3	**<0.0001**	10.7	**<0.0001**	16.8	**<0.0001**	161
High Filter	0.67	617	268.4	**<0.0001**	10.9	**<0.0001**	16.5	**<0.0001**	159

Table 4. Variance in resting metabolic rate (RMR) explained by sex, fat-free mass (FFM), and fat mass (FM), as the independent variables (Model 3), in each of the different gas exchange data selection methods. Unstandardized β (beta) and p values (significant values in bold) from multiple linear regression; Sex - 1 = men; 0 = women; SEE - Standard Error of the Estimate

First and Best SSt and its cumulative percentages for each period of assessment

Figure 3 shows the cumulative percentage of subjects who achieved the first and best SSt using different period lengths (3, 4, and 5 min SSt). We observed that more than 80% of the subjects presented the first SSt between 8th and 10th and 8th and 11th min of assessment for the 3 and 4 min SSt methods respectively (Figure 3A and 3B), while the Best SSt for the same percentage of subjects (80%) was reached later (~24–26 min). Moreover, for the 3 and 4

min SSt methods, there were no significant differences between the mean RMR obtained considering the first vs. the best SSt (p = 0.17, and p = 0.10; Figure 3A and 3B respectively). Concerning the 5 min SSt method, a slightly longer time (~15 min; Figure 3C) was required for achieving the SSt criteria by the 80% of the subjects. Moreover, statistically (p = 0.0002) but not clinically relevant differences (~36 kcal.d-1) were observed between the mean RMR values obtained considering the first vs. the best SSt (Figure 3C).

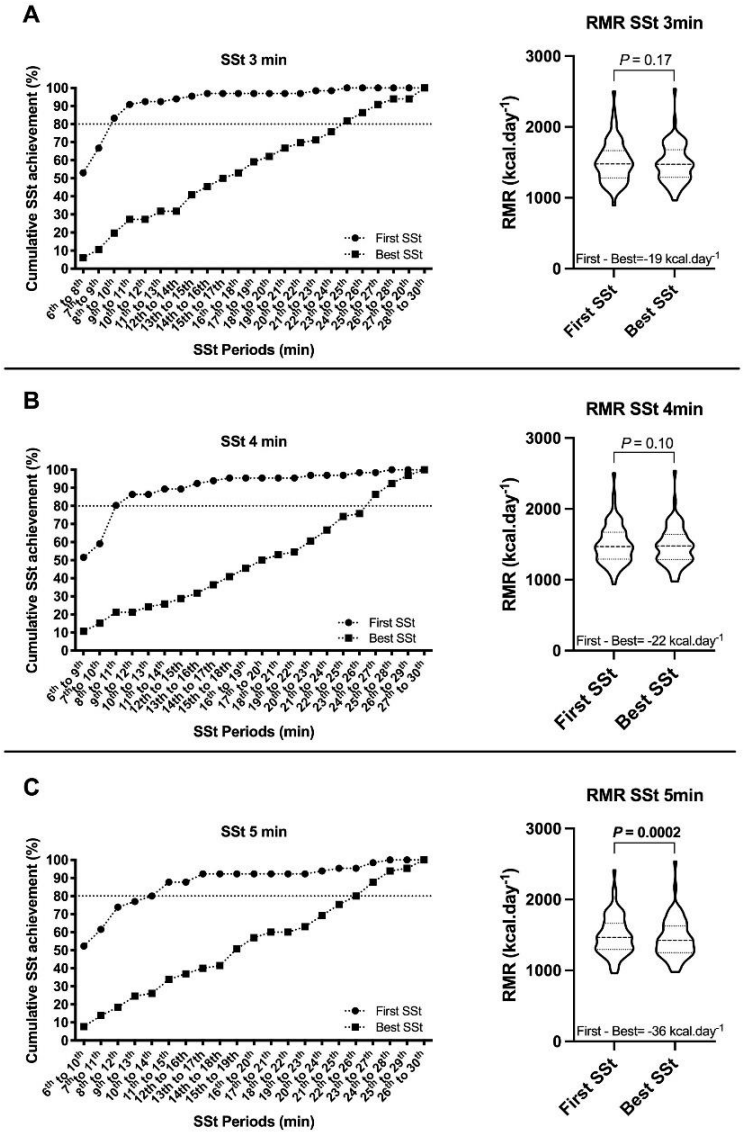

Figure 3. The period from the resting metabolic rate assessment in which the First Steady-State (SSt) was achieved for 3 min SSt (A), 4 min SSt (B), and 5 min SSt (C). The First SSt was achieved when the first period in which the coefficients of variation (CV) for oxygen consumption (VO2) and carbon

dioxide production (VCO2) were lower than 10% and the CV for respiratory exchange ratio (RER) was lower than 5%. Best SSt represents the SSt period presenting the lowest mean of the CVs as mentioned. Boxes represent the cumulative percentage for the Best SSt; circles represent the cu-mulative percentage for the First SSt.

DISCUSSION

This study aimed to compare different gas exchange data selection methods previously proposed in literature (TI, SSt, and filtering) to estimate RMR, and to propose a shortened RMR protocol in healthy young athletes. Overall, we observed that the methods used provided different RMR and RER estimations, being the lowest values obtained by the

method. Further, and as expected by design, the lowest CV was obtained by the SSt methods, thus suggesting that the data obtained using these methods are remarkably stable. Additionally, we tested whether methods were better associated with its classical predictors parameters (i.e., sex, body mass and/or body composition), and we observed similar variance in RMR explained by the different methods. Finally, as the 5 min SSt method provided the lowest RMR estimations, and no differences were obtained between the first and the best 5 min SSt estimations, the RMR assessment could be reduced to 10 min, after 30 minutes for acclimation in young athletes.

In contrast to previous studies on young and middle-aged healthy adults [18] and high-level athletes [14], our results showed few differences among the gas exchange data selection methods ($F = 2.607$, $p = 0.004$). Like Alcantara et al., [18] the 5 min SSt method yielded the lowest mean RMR value (1454 ± 282 kcal.d-1) among all the methods used. Although there was a statistically significant difference among the methods, it could not be clinically relevant because it was not greater than 46kcal.d-1. In addition, when the RMR was estimated using simpler classical predictors (i.e., body mass, Model 1), it yielded lower R2 values (R2 = 0.37 –

0.52) than compared to models including sex and body composition variables (Models 2 and 3, R2 = 0.59 – 0.67). In the pre-sent study, we found higher R2 values than those found by Alcantara et al., [18] and lower than those found by Freire et al. [14]. In certain extent, it may explained by the differences regarding the sample's age (young and middle-aged adults vs. adolescents), and the metabolic cart used in each study. The SSt and filtering methods provided within widely considered acceptable CVs (CV<10% for VO2 and VCO2, and <5% for RER) [12] for most subjects. Similar results were found by Alcantara et al. [18] and Freire et al. [14], indicating that these methods offered more "stable" (i.e., less variable, as they presented lower CVs) values compared to long or short TI methods. Although these thresholds (CVs) were established based on intensive care unit patients [17], the results of the present and previous studies suggest that the limits of variance appear to be adequate for other populations (e.g., young athletes).

To the best of our knowledge, the present study is the first to compare the influence of different gas exchange data selection methods on RMR estimation in young athletes. In a cohort of young adult athletes, Freire et al. [14] reported statistical differences be-tween the high filter and all other methods ($p < 0.0001$), without differences among the filter methods. Furthermore, Alcantara et al. [18] (who first proposed a filtering method) found similar results in two different age groups (young adults and middle-aged adults). In the middle-aged cohort, they observed that the high filter method provided the lowest RMR value, and that it differed from almost all methods except 3, 4, and 5 min SSt and TI 11-15 min [18]. On the other hand, in the young adults cohort, they observed differences between the 4 min SSt method and the 6-10- and 11-15-minutes TI methods [18]. Conversely, in our study, the filter methods did not differ from other methods, except for the low filter compared to the TI 6–30 min ($p = 0.028$), in which the mean difference was only 6 kcal.d-1.

The 5 min SSt has been widely considered the reference method for RMR data selection, considering different populations [1, 12, 17, 19, 25], but no study was found indicating the best method for young athletes. Borges et al. [19] compared different gas exchange data selection methods in a cohort of fifteen men and fifteen women. They concluded that the 5min SSt method, derived from a 30-minute RMR assessment provided the lowest RMR value. These findings partially corroborate our results since from the 14 methods analyzed, the 5min SSt method yielded the lowest mean RMR value. Additionally, according to their results, when RMR was analyzed in the first 10-minute period, it was observed that the RMR values were overestimated by ~100 kcal.d-1. Indeed, in our study, even after 30 minutes for acclimation, approximately only 50% obtained a valid RMR in 10 minutes of measurement, regardless the length of data selection (SSt 3, 4, and 5min. See Figure 3).

The TI method seems to be a practical method for determining RMR as could be considered easier to use than the others methods. The present study showed no statistical difference among the TI methods (e.g., fixed 5-min windows). These results make it possible to raise the discussion of reducing the total assessment time without changing the RMR values. Considering that the first period (i.e., 6–10 min TI) was not statistically (or clinically) different from the last period (i.e., 26–30 min TI), it is possible to suggest that only 10 min of measurement (after 30 min of acclimation before the test) would be reliable to obtain an accurate RMR assessment. However, the TI method showed the highest CV among the methods, suggesting some caution about its use. In fact, for some subjects, TI methods exceeded the recommended CV thresholds (see Figure 2), suggesting that certain "artificial noise" (e.g., metabolic cart artefacts) could be included in the RMR estimations when using this method.

On the other hand, in an attempt to identify a possible reduced protocol for RMR assessments, Alcantara et al. [18] proposed identifying the First and Best SSt to test whether they influenced the RMR estimations. The First SSt is considered the first period, which accomplished the

steady-state criteria (CV <10% for VO2 and VCO2 and <5% for RER). Instead, the Best SSt is achieved when the gas exchange parameters present the lowest variability (i.e., the lowest mean CVs) [18]. In their study, Alcantara et al. [18] observed that 80% of the subjects achieved their first? SSt after more than 20 min, whereas in the study by Freire et al. [14] they observed that 80% of the subjects achieved their first RMR in ~11 min (without including an acclimation period before the gas exchange measurement). In contrast to Alcantara et al. [18], the present study shows that approximately 10 min are needed to achieve the First SSt, and no statistical differences were observed when comparing the First SSt to the Best SSt (when using the 3 and 4 min SSt methods, see Figure 3) or clinically irrelevant when considered the 5 min SSt method. Determining the best method to estimate RMR is important for developing proper nutritional prescriptions for young athletes [9]. Despite the high cost and necessity of trained professionals, IC is the best method for evaluating RMR. Predictive equations would be an alternative for estimating RMR; but unfortunately, most of them perform poorly in adolescent non-athletes [26, 27] and adolescent athletes [5, 28]. IC assessments in athletes are relatively difficult because of the duration of the current proto-cols (~60 min if the acclimation period prior the RMR assessment is considered) and their training and competition schedules. [6, 29]. Nevertheless, according to the pre-sent study's results, only 10 min of measurement (after an acclimation period) using the 5min SSt method would be necessary to obtain an accurate RMR assessment. This shortening of the IC procedures and the RMR assessment may reduce the total cost, as it could speed up data collection, including more individuals in less time and with less effort. Importantly, this reduction in the measurement duration did not influence the accuracy of the RMR estimations to a greater or lesser extent, as suggested by our re-sults (i.e., no clinically relevant differences between the first vs. the best SSt RMR estimations).

This study has some limitations. Although the subjects' age suggests they were at the end of the maturation phase, it was not possible to assess this condition due to logistical reasons.

Since maturation plays an important role in adolescents' physiological systems, RMR may be affected to a certain extent [31]. However, this study did not compare between participants, thus the possible influence of the maturation status could be reduced. The last meal was not controlled. Despite the 8-12 h of fasting by all subjects (which is recommended by the current guidelines [12]), the previous meal composition may affect RMR and/or RER [12]. However, it should be noted that previous literature has suggested that more than one day is necessary to influence fasting substrate utilization [32, 33, 34]. In addition, it was not possible to determine the inter-day reproducibility of the RMR, thus, whether the method influences the intraday reproducibility in this cohort of adolescent athletes remains elusive.

CONCLUSIONS

In conclusion, the 5 min SSt method provided the lowest RMR among all methods associated with a valid coefficient of variation for all athletes. Despite the statistical difference in RMR estimation observed across the methods, the greater absolute mean difference was 46 kcal.d-1, which was considered not clinically relevant for nutritional practice. Moreover, approximately 10 min after 30 min of rest before measurements using the 5min SSt method were enough to obtain a reliable RMR.

Author Contributions: Conceptualization, V.Z.B., R.F., L.L.L., A.P.T.R.P.; methodology, R.F, J.M.A., F.L.C.C.; formal analysis, L.L.L.; resources, A.P.R.T.P.; data curation, T.M.O.; writ-ing—original draft preparation, V.Z.B., J.M.A., R.F. and A.P.T.R.P.; writing—review and editing, J.M.A., L.L.L, F.L.C.C. and A.I.; supervision, A.I.; project administration, A.P.; funding acquisition, A.P.T.R.P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding. J.M.A. is supported by Grant FJC2020-044453-I funded by MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 and by "European Union NextGeneration EU/PRTR".

Institutional Review Board Statement: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by Ethics Committee of Clementino Fraga Filho University Hospital, Rio de Janeiro Federal University, Brazil (CAAE 58179716.3.0000.5257).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

Acknowledgments: The authors thank all the athletes who voluntarily participated in this study. CAPES, CNPq, and FAPERJ granted scholarships to the masters and doctoral students who par-ticipated in this study

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L (2006) Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults: A Systematic Review. J Am Diet Assoc 106:881–903. https://doi.org/10.1016/j.jada.2006.02.009
2. Pontzer H, Yamada Y, Sagayama H, et al (2021) Daily Energy Expenditure Through the Human Life Course. Science 373:. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.ABE5017
3. Astorino TA, White AC (2010) Assessment of anaerobic power to verify VO2max attainment. Clin Physiol Funct Imaging 30:294–300. https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2010.00940.x
4. Nations F and AO of the U (2004) Human energy requirements: Report of a Joint

FAO/WHO/UNU Expert Consultation

5. Jagim AR, Camic CL, Askow A, et al (2019) Sex Differences in Resting Metabolic Rate Among Athletes. J Strength Cond Res 33:3008–3014. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002813
6. Kim JH, Kim MH, Kim GS, et al (2015) Accuracy of Predictive Equations for Resting Metabolic Rate in Korean Athletic and Non-Athletic Adolescents. Nutr Res Pract 9:370–378. https://doi.org/10.4162/NRP.2015.9.4.370
7. Schofield KL, Thorpe H, Sims ST (2019) Resting metabolic rate prediction equations and the validity to assess energy deficiency in the athlete population. Exp Physiol 104:469–475. https://doi.org/10.1113/EP087512
8. Thompson J, Manore MM (1996) Predicted and measured resting metabolic rate of male and female endurance athletes. J Am Diet Assoc 96:30–34. https://doi.org/10.1016/S0002-8223(96)00010-7
9. Mountjoy M, Sundgot-Borgen JK, Burke LM, et al (2018) IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. Br J Sports Med 52:687–697. https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099193
10. Reale RJ, Roberts TJ, Lee KA, et al (2020) Metabolic rate in adolescent athletes: The development and validation of new equations, and comparison to previous models. Int J Sport Nutr Exerc Metab 30:249–257. https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0323
11. Weir JBD V. (1949) New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. J Physiol 109:1–9. https://doi.org/10.1113/jphysiol.1949.sp004363
12. Da Rocha EEM, Alves VGF, Silva MHN, et al (2005) Can measured resting energy expenditure be estimated by formulae in daily clinical nutrition practice? Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care

13. Fullmer S, Benson-Davies S, Earthman CP, et al (2015) Evidence Analysis Library Review of Best Practices for Performing Indirect Calorimetry in Healthy and Non-Critically Ill Individuals. J Acad Nutr Diet 15:1417–1446. https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.04.003

14. Sanchez-Delgado G, Alcantara JMA, Ortiz-Alvarez L, et al (2018) Reliability of resting metabolic rate measurements in young adults: Impact of methods for data analysis. Clin Nutr. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.07.026

15. Freire R, Alcantara JMA, Hausen M, Itaborahy A (2021) The estimation of the resting metabolic rate is affected by the method of gas exchange data selection in high-level athletes. Clin Nutr ESPEN 41:234–241. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.12.008

16. Irving CJ, Eggett DL, Fullmer S (2017) Comparing Steady State to Time Interval and Non-Steady State Measurements of Resting Metabolic Rate. Nutr Clin Pract. https://doi.org/10.1177/0884533616672064

17. Matarese LE (1997) Indirect Calorimetry: Technical Aspects. J Am Diet Assoc 97:S154–S160. https://doi.org/10.1016/S0002-8223(97)00754-2

18. McClave SA, Spain DA, Skolnick JL, et al (2003) Achievement of steady state optimizes results when performing indirect calorimetry. J Parenter Enter Nutr. https://doi.org/10.1177/014860710302700116

19. Alcantara JMA, Sanchez-Delgado G, Amaro-Gahete FJ, et al (2020) Impact of the method used to select gas exchange data for estimating the resting metabolic rate, as supplied by breath-by-breath metabolic carts. Nutrients 12:487. https://doi.org/10.3390/nu12020487

20. Borges JH, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM (2019) Methods for data analysis of resting energy expenditure measured using indirect calorimetry. Nutrition. https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.07.015

21. Reeves MM, Davies PSW, Bauer J, Battistutta D (2004) Reducing the time period of steady state does not affect the accuracy of energy expenditure measurements by indirect calorimetry. J Appl Physiol. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01212.2003

22. Campbell BI, Zito G, Colquhoun R, et al (2016) The effects of a single-dose thermogenic supplement on resting metabolic rate and hemodynamic variables in healthy females--a randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over trial. J Int Soc Sports Nutr 13:13. https://doi.org/10.1186/s12970-016-0123-1

23. Dulloo AG, Duret C, Rohrer D, et al (1999) Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans. Am J Clin Nutr 70:1040–1045. https://doi.org/10.1093/AJCN/70.6.1040

24. Koot P, Deurenberg P (1995) Comparison of changes in energy expenditure and body temperatures after caffeine consumption. Ann Nutr Metab 39:135–142. https://doi.org/10.1159/000177854

25. Hansen DL, Toubro S, Stock MJ, et al (1998) Thermogenic effects of sibutramine in humans. Am J Clin Nutr 68:1180–1186. https://doi.org/10.1093/AJCN/68.6.1180

26. Popp CJ, Tisch JJ, Sakarcan KE, et al (2016) Approximate Time to Steady-state Resting Energy Expenditure Using Indirect Calorimetry in Young, Healthy Adults. Front Nutr 3:1–5. https://doi.org/10.3389/fnut.2016.00049

27. Chima L, Mulrooney HM, Warren J, Madden AM (2020) A systematic review and quantitative analysis of resting energy expenditure prediction equations in healthy overweight and obese children and adolescents. J Hum Nutr Diet 33:373–385. https://doi.org/10.1111/JHN.12735

28. Bitar A, Fellmann N, Vernet J, et al (1999) Variations and determinants of energy expenditure as measured by whole-body indirect calorimetry during puberty and

adolescence. Am J Clin Nutr 69:1209–1216. https://doi.org/10.1093/AJCN/69.6.1209

29. Oliveira TM, Penna-Franca PA, Dias-Silva CH, et al (2021) Predictive equations for resting metabolic rate are not appropriate to use in Brazilian male adolescent football athletes. PLoS One 16:e0244970. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244970

30. Ten Haaf T, Weijs PJM (2014) Resting energy expenditure prediction in recreational athletes of 18-35 years: Confirmation of Cunningham equation and an improved weight-based alternative. PLoS One 9:e108460. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108460

31. Mathisen TF, Engen KM, Sundgot-Borgen J, Stensrud T (2017) Evaluation of a short protocol for indirect calorimetry in females with eating disorders and healthy controls. Clin Nutr ESPEN 22:28–35. https://doi.org/10.1016/J.CLNESP.2017.09.003

32. Benton MJ, Hutchins AM, Dawes JJ (2020) Effect of menstrual cycle on resting metabolism: A systematic review and meta-analysis. PLoS One 15:e0236025. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0236025

33. Galgani JE, Castro-Sepulveda MA (2017) Influence of a Gas Exchange Correction Procedure on Resting Metabolic Rate and Respiratory Quotient in Humans. Obesity. https://doi.org/10.1002/oby.21981

34. Schofield KL, Thorpe H, Sims ST (2019) Resting metabolic rate prediction equations and the validity to assess energy deficiency in the athlete population. Exp Physiol 104:469–475. https://doi.org/10.1113/EP087512

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo foi possível verificar que as equações comumente usadas para atletas adolescentes são pouco eficazes quando comparadas com o método de CI. Sendo, as equações de Henry & Rees e Cunningham com os melhores resultados.

Foi realizada a proposta de três novas equações específicas para o público destinado, que incluiu as variáveis sexo, MG e MLG, sendo uma delas não considerando o sexo do indivíduo. A estruturação de uma equação de predição de taxa metabólica de repouso é de extrema importância para desenvolver estratégias nutricionais adequadas.

Acrescentando, foi proposto um novo protocolo de mensuração de taxa metabólica de repouso utilizando calorimetria indireta, onde, uma avaliação de 10 minutos totais com 30 minutos de descanso antecedentes ao exame já é o suficiente para um resultado fidedigno. Tornando o exame mais prático e menos incômodo para os indivíduos.

Assim, manter o trabalho de estruturação e validação das propostas é fundamental para o auxílio no desenvolvimento dos jovens atletas no Brasil.

7. REFERÊNCIAS

AN, Jun. Analysis of sport nutrition and diet for swimming athletes. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 6, n. 10, p. 1175-1177, 2014.

ALCANTARA, Juan MA et al. Impact of the method used to select gas exchange data for estimating the resting metabolic rate, as supplied by breath-by-breath metabolic carts. **Nutrients**, v. 12, n. 2, p. 487, 2020

.

ALMEIDA, T. A.; SOARES, E. A. Perfil dietético e antropométrico de atletas adolescentes de voleibol. **Rev Bras Med Esporte,** v. 9, n. 4, p. 191-97, 2003.

ARCIERO, Paul J. *et al.* Influence of age on the thermic response to caffeine in women. **Metabolism**, v. 49, n. 1, p. 101-107, 2000.

AUB, J. C.; DU BOIS, E. F. Clinical calorimetry: Nineteenth paper the basal metabolism of old men. **Arch Intern Med (Chic),** v. XIX, n. 5_II, p. 823-831, 1917.

AVESANI, Carla Maria; SANTOS, Nilma Sheila José; CUPPARI, Lílian. Necessidades e recomendações de energia. **Cuppari L (Coordinator), Guia de nutrição: Nutrição clínica no adulto. Barueri: Manole**, p. 27-45, 2002.

BACHRACH, L. K. Calcium and peak bone mass: How much is needed and when? **Bonekey Rep,** v. 2, n. 4, p. 11-4, 2005.

BARNES, H. Verdain. Physical growth and development during puberty. **Medical Clinics of North America**, v. 59, n. 6, p. 1305-1317, 1975.

BAR-OR, O. *et al.* Voluntary dehydration and heat intolerance in cystic fibrosis. **The Lancet**, v. 339, n. 8795, p. 696-699, 1992.

BAR-OR, Oded; UNNITHAN, Viswanath B. Nutritional requirements of young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 12, n. sup1, p. S39-S42, 1994.

BASS, Shona L. The prepubertal years. **Sports Medicine**, v. 30, n. 2, p. 73-78, 2000.

BASSLER, K. H.; HANSEM, M.; SANDSTROM, B. **The health benefits of vitamins and minerals.** Brussels: Erna, 1999.

BATITUCCI, Gabriela et al. Taurine supplementation increases irisin levels after high intensity physical training in obese women. **Cytokine**, v. 123, p. 154741, 2019.

S.; ASTRUP, A. The effect of caffeine, green tea and tyrosine on thermogenesis and energy intake. **European journal of clinical nutrition**, v. 63, n. 1, p. 57-64, 2009.

BIELINSKI, R.; SCHUTZ, Y.; JEQUIER, E. Energy metabolism during the postexercise recovery in man. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 42, n. 1, p. 69-82, 1985.

BISSOLI, Luisa *et al.* Resting metabolic rate and thermogenic effect of food in vegetarian diets compared with Mediterranean diets. **Annals of nutrition and metabolism**, v. 43, n. 3, p. 140-144, 1999.

BLAND, J. Martin; ALTMAN, Douglas G. Measuring agreement in method comparison studies. **Statistical methods in medical research**, v. 8, n. 2, p. 135-160, 1999.

BONE, Julia L.; BURKE, Louise M. No difference in young adult athletes' resting energy expenditure when measured under inpatient or outpatient conditions. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 28, n. 5, p. 464-467, 2018.

BORGES, Juliano H.; GUERRA-JÚNIOR, Gil; GONÇALVES, Ezequiel M. Methods for data analysis of resting energy expenditure measured using indirect calorimetry. **Nutrition**, v. 59, p. 44-49, 2019.

BOTTÀ, G. *et al.* Evaluating human basal metabolism: the erroneous and misleading use of so-called "prediction equations". **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 71, n. 2, p. 249-255, 2020.

BURKE, Louise M. Energy needs of athletes. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 26, n. S1, p. S202-S219, 2001.

BUTTE, Nancy F. et al. Energy requirements derived from total energy expenditure and energy deposition during the first 2 y of life. **The American journal of clinical nutrition**, v. 72, n. 6, p. 1558-1569, 2000.

CHENG, Hoi Lun; AMATOURY, Mazen; STEINBECK, Katharine. Energy expenditure and intake during puberty in healthy nonobese adolescents: a systematic review. **The American journal of clinical nutrition**, v. 104, n. 4, p. 1061-1074, 2016.

CHERIAN, Keren Susan et al. Resting metabolic rate of Indian Junior Soccer players: Testing agreement between measured versus selected predictive equations. **American Journal of Human Biology**, v. 30, n. 1, p. e23066, 2018.

CHIPKEVITCH, Eugênio. Adolescência e puberdade: a dimensäo psicossocial. In: **Puberdade & adolescência: aspectos biológicos, clínicos e psicossociais**. Roca, 1995. p. 112-61.

COMPHER, Charlene et al. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 6, p. 881-903, 2006.

COX, Gregory R.; MUJIKA, Iñigo; VAN DEN HOOGENBAND, Cees-Rein. Nutritional recommendations for water polo. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 24, n. 4, p. 382-391, 2014.

CUNNINGHAM, John J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. **The American journal of clinical nutrition**, v. 33, n. 11, p. 2372-2374, 1980.

DE LORENZO, A. et al. Comparison between measured and predicted resting metabolic rate in moderately active adolescents. **Acta Diabetologica**, v. 36, n. 3, p. 141-145, 1999.

DA ROCHA, Eduardo E. Moreira; ALVES, Valéria Girard F.; DA FONSECA, Rosana Barcellos V. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care,** v. 9, n. 3, p. 247-256, 2006.

DEAKIN, VICKI. Measuring nutritional status of athletes: clinical and research perspectives. **Clinical sports nutrition**, p. 18-43, 2009.

DELANY, James P. *et al*. Energy expenditure in lean and obese prepubertal children. **Obesity Research**, v. 3, p. 67-72, 1995.

DIETZ, William H. Childhood weight affects adult morbidity and mortality. **The Journal of nutrition**, v. 128, n. 2, p. 411S-414S, 1998.

DIETZ, William H.; BANDINI, Linda G.; SCHOELLER, Dale A. Estimates of metabolic rate in obese and nonobese adolescents. **The Journal of pediatrics**, v. 118, n. 1, p. 146-149, 1991.

DOLEZAL, B. A.; POTTEIGER, J. A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **J Appl Physiol,** v. 85, n. 2, p. 695 700, Aug 1998.

DONAHOO, William T.; LEVINE, James A.; MELANSON, Edward L. Variability in energy expenditure and its components. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 7, n. 6, p. 599-605, 2004.

ELIA, Marinos. Organ and tissue contribution to metabolic rate. **Energy Metabolism, Tissue Determinants and Cellular Corollaries**, p. 61-80, 1992.

EVANS, William J. Exercise, nutrition and aging. **The Journal of nutrition**, v. 122, n. suppl_3, p. 796-801, 1992.

UNITED NATIONS UNIVERSITY; WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Human Energy Requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation: Rome, 17-24 October 2001**. Food & Agriculture Org., 2004.

FEIJÓ, R. B. *et al.* Estudo de hábitos alimentares em uma amostra de estudantes secundaristas de Porto Alegre. **Pediatria,** v. 19, n. 4, p. 257-62, 1997.

FERRARO, Robert; RAVUSSIN, Eric. Fat mass in predicting resting metabolic rate. **The American journal of clinical nutrition**, v. 56, n. 2, p. 460-460, 1992.

FESKANICH, Diane; ROCKETT, Helaine RH; COLDITZ, Graham A. Modifying the Healthy Eating Index to assess diet quality in children and adolescents. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 104, n. 9, p. 1375-1383, 2004.

FEURER, Irene; MULLEN, James L. Bedside measurement of resting energy expenditure and respiratory quotient via indirect calorimetry. **Nutrition in clinical practice: official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (USA)**, 1986.

FISBERG, M. et al. Hábitos alimentares na adolescência. **Pediatr Mod**, v. 36, n. 11, p. 724-34, 2000.

FITZ, J. G. Regulation of cellular ATP release. **Transactions of the American Clinical and Climatological Association,** v. 118, p. 199-208, 2007.

FOLTZ, Mary Beth; SCHILLER, M. Rosita; RYAN, Alan S. Nutrition screening and assessment: current practices and dietitians' leadership roles. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 93, n. 12, p. 1388-1395, 1993.

FRANKENFIELD, D. C. *et al.* Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and nonobese people. **J Am Diet Assoc,** v. 103, n. 9, p. 1152-9, Sep 2003.

FRANKENFIELD, D.; ROTH-YOUSEY, L.; COMPHER, C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. **J Am Diet Assoc,** v. 105, n. 5, p. 775-89, May 2005.

FRANKENFIELD, David C.; COLEMAN, Abigail. Recovery to resting metabolic state after walking. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, n. 11, p. 1914-1916, 2009.

FRANKENFIELD, David C.; MUTH, Eric R.; ROWE, William A. The Harris-Benedict studies of human basal metabolism: history and limitations. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 98, n. 4, p. 439-445, 1998.

FREDRIX, E. W. H. M. *et al.* Measurement of resting energy expenditure in a clinical setting. **Clinical Nutrition**, v. 9, n. 6, p. 299-304, 1990.

FUKAGAWA, NAOMI K.; BANDINI, LINDA G.; YOUNG, JAMES B. Effect of age on body composition and resting metabolic rate. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 259, n. 2, p. E233-E238, 1990.

FULLMER, Susan et al. Evidence analysis library review of best practices for performing indirect calorimetry in healthy and non–critically ill individuals. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 115, n. 9, p. 1417-1446. e2, 2015.

GALLAGHER, D. *et al.* Organ-tissue mass measurement allows modeling of REE and metabolically active tissue mass. **Am J Physiol,** v. 275, n. 2 Pt 1, p. E249-58, Aug 1998.

GALLAGHER, D. *et al.* Small organs with a high metabolic rate explain lower resting energy expenditure in African American than in white adults. **Am J Clin Nutr,** v. 83, n. 5, p. 1062 1067, May 2006.

GODOY, Fernanda de Ciccio *et al.* Índice de qualidade da dieta de adolescentes residentes no distrito do Butantã, município de São Paulo, Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 663-671, 2006.

GORAN, Michael I.; KHALED, M. Abu. Cross-validation of fat-free mass estimated from body density against bioelectrical resistance: effects of obesity and gender. **Obesity research**, v. 3, n. 6, p. 531-539, 1995.

GUIMARAES, Raphael Mendonça *et al.* Concordância da autoavaliação puberal em adolescentes de baixa renda. **Adolesc. Saúde (Online)**, p. 18-23, 2014.

GUSS, Carly E.; MCALLISTER, Alicia; GORDON, Catherine M. DXA in children and adolescents. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 24, n. 1, p. 28-35, 2021.

HARRIS, J. Arthur; BENEDICT, Francis G. A biometric study of human basal metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 4, n. 12, p. 370-373, 1918.
HASSON, R. E. *et al.* Accuracy of four resting metabolic rate prediction equations: effects of sex, body mass index, age, and race/ethnicity. **J Sci Med Sport,** v. 14, n. 4, p. 344-51, 2011.

HENRY, C. J.; REES, D. G. New predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. **Eur J Clin Nutr,** v. 45, n. 4, p. 177-85, Apr 1991.

HERRING, J. L. et al. Effect of suspending exercise training on resting metabolic rate in women. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 24, n. 1, p. 59-65, 1992.

HEYMSFIELD, Steven B. et al. Body-size dependence of resting energy expenditure can be attributed to nonenergetic homogeneity of fat-free mass. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 282, n. 1, p. E132-E138, 2002.

HORNER, Neilann K. et al. Indirect calorimetry protocol development for measuring resting metabolic rate as a component of total energy expenditure in free-living postmenopausal women. **The Journal of nutrition**, v. 131, n. 8, p. 2215-2218, 2001.

HURSEL, Rick et al. Effects of sleep fragmentation in healthy men on energy expenditure, substrate oxidation, physical activity, and exhaustion measured over 48 h in a respiratory chamber–. **The American journal of clinical nutrition**, v. 94, n. 3, p. 804-808, 2011.

IGAWA, Shoji; SAKAMAKI, Mikako; MIYAZAKI, Masami. Examination of the reliability of the portable calorimeter. **Clinical and experimental pharmacology & physiology. Supplement**, n. 29, p. S13-5, 2002.

IGLESIAS-GUTIERREZ, E. *et al.* Food preferences do not influence adolescent highlevel athletes' dietary intake. **Appetite,** v. 50, n. 2-3, p. 536-43, Mar-May 2008.

IGLESIAS-GUTIÉRREZ, Eduardo *et al.* Food habits and nutritional status assessment of adolescent soccer players. A necessary and accurate approach. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 30, n. 1, p. 18-32, 2005.

IRVING, Chelsea Jayne; EGGETT, Dennis L.; FULLMER, Susan. Comparing steady state to time interval and non–steady state measurements of resting metabolic rate. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 32, n. 1, p. 77-83, 2017.

JACOBSON, M.S. Nutrição na adolescência. Anais Nestlé, São Paulo, v.55, n.24, p.24-33, 1998.

JAGIM, Andrew R. *et al.* Accuracy of resting metabolic rate prediction equations in athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 7, p. 1875-1881, 2019.

JAGIM, Andrew R. et al. Sex differences in resting metabolic rate among athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 11, p. 3008-3014, 2018.

JAVED, Fahad *et al.* Brain and high metabolic rate organ mass: contributions to resting energy expenditure beyond fat-free mass. **The American journal of clinical nutrition**, v. 91, n. 4, p. 907-912, 2010.

JOHNSTONE, Alexandra M. et al. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. **The American journal of clinical nutrition**, v. 82, n. 5, p. 941-948, 2005.

JUZWIAK, Claudia Ridel; PASCHOAL, Valéria CP; LOPEZ, Fábio Ancona. Nutrição e atividade física. **Jornal de pediatria**, v. 76, n. supl 3, p. 349, 2000.

KIM, Jae-Hee et al. Accuracy of predictive equations for resting metabolic rate in Korean athletic and non-athletic adolescents. **Nutrition Research and Practice**, v. 9, n. 4, p. 370-378, 2015.

KINABO, J. L.; DURNIN, J. V. G. A. Thermic effect of food in man: effect of meal composition, and energy content. **British Journal of Nutrition**, v. 64, n. 1, p. 37-44, 1990.

LAM, Y. Y.; RAVUSSIN, Eric. Indirect calorimetry: an indispensable tool to understand and predict obesity. **European journal of clinical nutrition**, v. 71, n. 3, p. 318-322, 2017.

LASKEY, M. Ann. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. **Nutrition,** v. 12, n. 1, p. 45-51, 1996.

LEHMANN, L. A. et al. Generalized image combinations in dual KVP digital radiography. **Medical physics**, v. 8, n. 5, p. 659-667, 1981.

LEVY, Renata Bertazzi et al. Consumo e comportamento alimentar entre adolescentes brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), 2009. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, p. 3085-3097, 2010.

LOUCKS, A. B.; CALLISTER, R. Induction and prevention of low-T3 syndrome in exercising women. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 264, n. 5, p. R924-R930, 1993.

LOUREIRO, Luiz Lannes et al. Basal metabolic rate of adolescent modern pentathlon athletes: agreement between indirect calorimetry and predictive equations and the correlation with body parameters. **PloS one**, v. 10, n. 11, p. e0142859, 2015.

LÜHRMANN, P. M.; NEUHÄEUSER BERTHOLD, M. Are the equations published in literature for predicting resting metabolic rate accurate for use in the elderly? **The journal of nutrition, health & aging,** v. 8, p. 144-149, 2004.

MACKENZIE-SHALDERS, Kristen *et al.* The effect of exercise interventions on resting metabolic rate: a systematic review and meta-analysis. **Journal of sports sciences**, v. 38, n. 14, p. 1635-1649, 2020.

MAEHLUM, Sverre *et al*. Magnitude and duration of excess postexercise oxygen consumption in healthy young subjects. **Metabolism**, v. 35, n. 5, p. 425-429, 1986.

MANINI, T. M. Energy expenditure and aging. **Ageing Res Rev,** v. 9, n. 1, p. 1-11, Jan 2010.
.

MCCLAVE, Stephen A.; SNIDER, Harvy L. Invited review: use of indirect calorimetry in clinical nutrition. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 7, n. 5, p. 207-221, 1992.

MCCLAVE, Stephen A. *et al.* Achievement of steady state optimizes results when performing indirect calorimetry. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 27, n. 1, p. 16-20, 2003.

MEYER, Flávia; CA, Perrone. Considerações nutricionais para crianças e adolescentes que praticam esportes. **Arq Sanny Pesq Saúde**, v. 1, n. 1, p. 49-56, 2008.

MIFFLIN, Mark D. et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. **The American journal of clinical nutrition**, v. 51, n. 2, p. 241-247, 1990.

MING, Study on dietary nutrition of swimming athletes. J**. Nanjing Inst. Sport Nat. Sci.** 2012.

MILLER JR, A. T.; BLYTH, Carl S. Lean body mass as a metabolic reference standard. **Journal of Applied Physiology**, v. 5, n. 7, p. 311-316, 1953.

MILLER, M. D. *et al.* Resting energy expenditure measured longitudinally following hip fracture compared to predictive equations: is an injury adjustment required? **The British journal of nutrition,** v. 94, p. 976-982, 2005.

MILLER, S.; MILLIRON, B. J.; WOOLF, K. Common Prediction Equations Overestimate Measured Resting Metabolic Rate in Young Hispanic Women. **Top Clin Nutr,** v. 28, n. 2, p. 120-135, Apr 2013.

MI, Saito; LEV, Silva. Adolescência: prevenção e risco. **São Paulo: Atheneu**, 2001.

MOUNTJOY, Margo *et al*. "IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update." **British journal of sports medicine,** vol. 52,11, 2018.

MULLEN, James L. Indirect calorimetry in critical care. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 50, n. 2, p. 239-244, 1991.

Natl Acad Sci U S A, v. 4, n. 12, p. 370-3, Dec 1918. ISSN 0027-8424 (Print)

NEINSTEIN, Lawrence S. Adolescent self-assessment of sexual maturation: reassessment and evaluation in a mixed ethnic urban population. **Clinical Pediatrics**, v. 21, n. 8, p. 482-484, 1982.

NIELSEN, S. *et al.* Body composition and resting energy expenditure in humans: role of fat, fat-free mass and extracellular fluid. **International journal of obesity**, v. 24, n. 9, p. 1153-1157, 2000.

OLIVEIRA, Celina Szuchmacher; VEIGA, Glória Valéria da. Nutritional status and pubertal stage of adolescents from one public school and one private school from Rio de Janeiro, Brazil. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 2, p. 183-191, 2005.

OLIVEIRA, Taillan M. et al. Predictive equations for resting metabolic rate are not appropriate to use in Brazilian male adolescent football athletes. **Plos one**, v. 16, n. 1, p. e0244970, 2021.

OOIJEN, Anne MJ Claessens-van *et al.* Heat production and body temperature during cooling and rewarming in overweight and lean men. **Obesity**, v. 14, n. 11, p. 1914-1920, 2006.

OSHIMA, S. *et al.* Fat-free mass can be utilized to assess resting energy expenditure for male athletes of different body size. **J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo),** v. 57, n. 6, p. 394- 400, 2011.

OSHIMA, S. *et al.* Relative contribution of organs other than brain to resting energy expenditure is consistent among male power athletes. **J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo),** v. 59, n. 3, p. 224-31, 2013.

OWEN, Oliver E. et al. A reappraisal of the caloric requirements of men. **The American journal of clinical nutrition**, v. 46, n. 6, p. 875-885, 1987.

PACY, Paul J. *et al.* The energy cost of aerobic exercise in fed and fasted normal subjects. **The American journal of clinical nutrition**, v. 42, n. 5, p. 764-768, 1985.

PAŘÍZKOVÁ, J. Dietary habits and nutritional status in adolescents in Central and Eastern Europe. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, n. 1, p. S36-S40, 2000.

PASSMORE, R., Draper MH. The Chemical Anatomy of the Human Body, in Biochemical Disorders in Human Disease, **Wooten, Editors**. Churchill: London. p. 1-14, 1970.

PETRIE, H. J.; STOVER, E. A.; HORSWILL, C. A. Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. **Nutrition,** v. 20, n. 7-8, p. 620-31, Jul-Aug 2004.

POEHLMAN, Eric T. *et al.* Aerobic fitness and resting energy expenditure in young adult males. **Metabolism**, v. 38, n. 1, p. 85-90, 1989.

POTTEIGER, Jeffrey A. et al. Changes in resting metabolic rate and substrate oxidation after 16 months of exercise training in overweight adults. **International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism**, v. 18, n. 1, 2008.

PYNE, David B.; ANDERSON, Megan E.; HOPKINS, Will G. Monitoring changes in lean mass of elite male and female swimmers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, n. 1, p. 14-26, 2006.

PYNE, David B.; SHARP, Rick L. Physical and energy requirements of competitive swimming events. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 24, n. 4, p. 351-359, 2014.

REALE, Reid J. et al. Metabolic rate in adolescent athletes: the development and validation of new equations, and comparison to previous models. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 30, n. 4, p. 249-257, 2020.

REALE, Reid; SLATER, Gary; BURKE, Louise M. Individualised dietary strategies for Olympic combat sports: Acute weight loss, recovery and competition nutrition. **European journal of sport science**, v. 17, n. 6, p. 727-740, 2017

REDONDO, Raquel Blasco. Resting energy expenditure; assessment methods and applications. **Nutricion hospitalaria**, v. 31, n. 3, p. 245-253, 2015.

REED, George W.; HILL, James O. Measuring the thermic effect of food. **The American journal of clinical nutrition**, v. 63, n. 2, p. 164-169, 1996.

RODRIGUEZ, Nancy R. et al. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 3, p. 709-731, 2009.

RUSSELL, M., Mueller, C. Nutrition screening and assessment. In: Gottschlich M., et al, eds. The science and practice of nutrition support: **American Society for Parenteral and Enteral Nutrition.** Dubuque, IA: Kendall/Hunt, 2007.

SANTA-CLARA, H. *et al.* Effects of exercise training on resting metabolic rate in postmenopausal African American and Caucasian women. **Metabolism,** v. 55, n. 10, p. 1358-1364, Oct 2006.

SCHNEIDER, P.; MEYER, F. As equações de predição da taxa metabólica basal são apropriadas para adolescentes com sobrepeso e obesidade? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 11, n. 3, p. 193-196, 2005.

SCHOFIELD, C. Annotated bibliography of source material for basal metabolic rate data. **Human nutrition: clinical nutrition**, 1985.

SCHOFIELD, Katherine Lesley; THORPE, H.; SIMS, S. T. Resting metabolic rate prediction equations and the validity to assess energy deficiency in the athlete population. **Experimental Physiology**, v. 104, n. 4, p. 469-475, 2019.

SCHUTZ, Y. The basis of direct and indirect calorimetry and their potentials. **Diabetes/metabolism reviews**, v. 11, n. 4, p. 383-408, 1995.

SERRA, Monica C.; RYAN, Alice S. Resting energy expenditure: determinants and practical applications for athletes. **Sports Med: SMGE Books**, 2016.

SGAMBATO, Michele Ribeiro; WAHRLICH, Vivian; DOS ANJOS, Luiz Antonio. Validity of basal metabolic rate prediction equations in elderly women living in an urban tropical city of Brazil. **Clinical nutrition ESPEN**, v. 32, p. 158-164, 2019.

SILVA, Analiza M. *et al.* Changes in regional body composition explain increases in energy expenditure in elite junior basketball players over the season. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 7, p. 2727-2737, 2012.

SIMONSON, Donald C.; DEFRONZO, RALPH A. Indirect calorimetry: methodological and interpretative problems. **American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism,** v. 258, n. 3, p. E399-E412, 1990.

SOLOMON, Susan J.; KURZER, Mindy S.; CALLOWAY, D. Howes. Menstrual cycle and basal metabolic rate in women. **The American journal of clinical nutrition**, v. 36, n. 4, p. 611-616, 1982.

SPEAKMAN, John R.; SELMAN, Colin. Physical activity and resting metabolic rate. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 3, p. 621-634, 2003.

STORY, Mary; NEUMARK-SZTAINER, Dianne; FRENCH, Simone. Individual and environmental influences on adolescent eating behaviors. **Journal of the American Dietetic association**, v. 102, n. 3, p. S40-S51, 2002.

SUN, M. *et al.* A longitudinal study of resting energy expenditure relative to body composition during puberty in African American and white children. **Am J Clin Nutr,** v. 73, n. 2, p. 308-315, Feb 2001.

TANNER, J. M. **Growth at adolescence**. 2. Oxford: Blackwell Scientific Publications, the adult years. **Am J Clin Nutr,** v. 81, n. 4, p. 799-806, Apr 2005.

THOMPSON, Janice L. Energy balance in young athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 8, n. 2, p. 160-174, 1998.

TOTH, M. J., POEHLMAN, E. T. Effects of exercise on daily energy expenditure. **Nutr Rev.,** v. 54, n. 4, p. 140-148, 1996.

TURLEY, K. R.; MCBRIDE, P. J.; WILMORE, J. H. Resting metabolic rate measured after subjects spent the night at home vs at a clinic. **The American journal of clinical nutrition,** v. 58, p. 141-144, 1993.

UNNITHAN, Viswanath B.; BAXTER-JONES, Adam DG. The young athlete. **Nutrition in sport**, p. 429, 2000.

VIEIRA, Valéria Cristina Ribeiro *et al.* Socioeconomic, nutritional and health profile of adolescents recently admitted to a Brazilian public university. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 3, p. 273-282, 2002.

VOLPE, S. L. *et al.* Effect of chromium supplementation and exercise on body composition, resting metabolic rate and selected biochemical parameters in moderately obese women following an exercise program. **J Am Coll Nutr,** v. 20, n. 4, p. 293-306, Aug 2001.

WAHRLICH, Vivian; ANJOS, Luiz A. Validation of predictive equations of basal metabolic rate of women living in Southern Brazil. **Revista de Saude Publica**, v. 35, p. 39-45, 2001.

WAKABAYASHI, H. *et al.* Evaluation of the effect of age on functioning hepatocyte mass and liver blood flow using liver scintigraphy in preoperative estimations for surgical patients: Comparison with CT volumetry. **J Surg Res,** v. 106, n. 2, p. 246-253, Aug 2002.

WANG, Z. High ratio of resting energy expenditure to body mass in childhood and adolescence: a mechanistic model. **Am J Hum Biol,** v. 24, n. 4, p. 460-7, Jul-Aug 2012.

WANG, Zimian *et al.* Resting energy expenditure-fat-free mass relationship: new insights provided by body composition modeling. **American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism**, v. 279, n. 3, p. E539-E545, 2000.

WANG, ZiMian et al. Specific metabolic rates of major organs and tissues across adulthood: evaluation by mechanistic model of resting energy expenditure. **The American journal of clinical nutrition**, v. 92, n. 6, p. 1369-1377, 2010.

WEIJS, Peter JM; VANSANT, Greet AAM. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in Belgian normal weight to morbid obese women. **Clinical nutrition**, v. 29, n. 3, p. 347-351, 2010.

WEIR, J. B. D. New Methods for Calculating Metabolic Rate with Special Reference to Protein Metabolism. **J Physiol,** v. 109, n. 1-2, p. 1-9, 1949.

WESTERTERP, Klaas R. Control of energy expenditure in humans. **European journal of clinical nutrition**, v. 71, n. 3, p. 340-344, 2017.

WHEELER, Maker D. Physical changes of puberty. **Endocrinology and metabolism clinics of North America**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 1991.

WILK, B. Effect of body hypohydration on aerobic performance of boys who exercise in the heat. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 1, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Nutrition in adolescence: issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development. 2005.

8. ANEXOS

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
/HUCFF/ UFRJ

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo do perfil nutricional de atletas adolescentes e fatores determinantes do desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro.

Pesquisador: Taillan Martins de Oliveira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 58179716.3.0000.5257

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Instituto de Nutrição Josué de Castro

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.707.377

Apresentação do Projeto:

Protocolo 220-16. Respostas recebidas em 23.8.2016.

INTRODUÇÃO:

Adolescência é classificada pela literatura como uma fase de transição entre a infância e a idade adulta e uma fase em que ocorre um conjunto de alterações psicossomáticas (SATNG E KARSONM, 2012). Algumas características apresentadas são um comportamento transitório entre o infantil e o adulto, a busca pela independência e autonomia e a intensa preocupação com a imagem corporal, que podem levar a transtornos comportamentais em busca de um corpo estereotipado como ideal. Outro fator característico dessa fase é o engajamento em grupos de amizades, por afinidade, preferências ou outros motivos. Tais influências psicossociais podem ser responsáveis pelas escolhas do adolescente, assim como sua visão ao lidar com outras questões cotidianas (GORRESE, 2016). Com respeito ao desenvolvimento físico, caracteriza-se como fase de intenso crescimento linear. Todas essas modificações estão diretamente associadas à maturação sexual, processo importante no desenvolvimento do adolescente devido a modificações hormonais que colaboram com as alterações físicas (PRIORE, 2010). A participação do adolescente em atividades esportivas é muito importante, pois a prática leva ao desenvolvimento físico, emocional e psicológico e

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-46
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

cognitivo . A prática esportiva na adolescência está relacionado com fatores de proteção social e apoio escolar nessa fase, ajudando a combater os níveis de inatividade física (BABEY, WOLSTEIN, DIAMANT, 2016). O aumento da inserção dos adolescentes na atividade física na atualidade sido incentivado a partir de programas governamentais, como esporte na escola, atleta na escola e o segundo tempo (BRASIL, 2016). Promoção essa que também faz parte do legado de Jogos esportivos que o país vem sediando desde o Panamericano de 2007, com culminância prevista para os Jogos Olimpicos 2016. O atleta é descrito como o sujeito submetido a cargas de treinamentos intensas com o objetivo de disputar competições esportivas, podendo o mesmo estar filiado a associações, clubes, federações ou confederações, enquanto o desportista, prática atividade física por lazer e/ou melhora corporal sem projeções para disputar competições ou melhora da performance (TUBINO, 2007). As adaptações nutricionais aos atletas têm que respeitar as especificidades das modalidades esportivas, pois somente sendo adequadas a tais modalidades vão se mostrar eficazes. O estabelecimento de estratégias adequadas de nutrição de alimentação é fator primordial para garantir o aporte adequado de macro e micronutrientes (ADA, 2016). Estudo com atletas acompanhados por profissionais capacitados para a atuação na pratica esportiva demonstram que a adequada nutrição pode levar a um ganho de desempenho e na promoção da saúde do adolescente (KIM SOOK, 2016). O acompanhamento nutricional também auxilia na detecção de suspeita de desenvolvimento de transtornos alimentares por atletas, situação que vem apresentando aumento de sua incidência em estudos recentes, devido à natureza do esporte de competição e a adaptação especifica de composição corporal (JOY; KUSSMAN; NATTIV, 2016; CHAPMAN; WOODMAN, 2016). Esses sujeitos estão inseridos em uma realidade que diversos indicadores interagem com sua saúde, pratica de desporto e nutrição. Os aspectos sociais e ambientais representam as condições econômicas, de vida em família e os ambientes freqüentados pelo jovem atleta que vão interferir diretamente na pratica da atividade física (SPENCER etal, 2015 e DUBREIL etal, 2014). As atividades realizadas pelos atletas em consonância com a prática esportiva interferem diretamente em sua vida global (STAMBULOVA, 2015). A motivação para o esporte seja ela extrínseca ou intrínseca, vai influir na pratica desportiva e cuidados com a saúde (MOURATIDIS e LENGS, 2015 e CAGLAR e ASÇI, 2010). A interação em equipe é um importante parâmetro para se analisar o impacto dos grupos no desenvolvimento psicossocial, corporal e nutricional do atleta nessa fase da vida (MACPHERSON, KER, STIRLING, 2016). A avaliação de performance, mensuração da capacidade atlética do individuo, encontramos a capacidade de carga de treinamento, resultados do mesmo e prospecção de resultados que possam ser alcançados (ARMSTRONG, 2016). A avaliação antropométrica pode ser realizada por uma grande variedade de

protocolos e equipamentos. Sua mensuração de maneira mais adequada e precisa é um fator importante para a avaliação nutricional do atleta. Concomitantemente os resultados antropométricos podem interferir diretamente no desempenho esportivo, além de ser considerado importante na análise do perfil adequado de determinadas modalidades esportivas (O'BRIEN, BELTON, ISSARTIL, 2016). Como base para a predição das necessidades energéticas, devemos cruzar os dados obtidos do treinamento com a taxa metabólica basal dos indivíduos. Na prática clínica a forma de se fazer tal mensuração é por meio de equações preditivas, porém essas foram publicadas a partir de dados obtidos em outros grupos populacionais. Um dos métodos utilizados em laboratório é a calorimetria indireta, método indireto de predição da taxa metabólica basal e de repouso a partir das trocas gasosas realizadas pelo individuo. Comparações demonstram que os resultados dessas equações quando comparadas a calorimetria indireta as equações apresentam superestimação de mais de 300 Kcal/dia (LOUREIRO etal, 2015). Também para o continuo diagnóstico nutricional e metabólico do paciente, uma das ferramentas mais utilizadas são os marcadores sanguíneos, que possibilitam identificar o estado nutricional, hormonal, metabólico, perfil de estresse oxidativo, a fim de se estabelecer estratégias mais adequadas e especificas as condições encontradas no atleta.

HIPÓTESE:

Com a coleta e posteriordiagnostico desse conjunto de parâmetros, pavimentamos o inicio da proposição de estratégias de detecçãoe desenvolvimento de talento. Pois nos últimos anos se detectou uma necessidade de métodos adequadosde detecção e acompanhamento para o que atleta alcance o ápice de sua capacidade (GONÇALVES et al,2012). Apesar de haver propostas de estabelecimento de metas e protocolos em vigor, em países como oReino Unido não houve avanços significativos (FORD et al, 2011). Com isso se estabelece a necessidade de continuar as investigações científicas por tratar de interações complexas edifusas. O continuo estudo e aprofundamento de análises capazes de pavimentar o conhecimento eestabelecerem ações adequadas a esses objetivos, incluindo a proposta de validação de novos métodos deavaliação são importantes para a captação e formação de novos atletas (FORD et al, 2012 e BAILEY,2010). Em suma, com intuito de estudar métodos de avaliações utilizados no âmbito das ciênciasnutricionais, que colaborem com o processo de detecção e orientação de talentos, adequando-os a cadauma das modalidades olímpicas participantes do projeto GAIAA (Grupo de Avaliação e Intervenção doAdolescente Atleta), pretendemos preencher algumas lacunas existentes nas Ciências do esporte,envolvendo a nutrição esportiva.

OBJETIVO:

Investigar a associação do perfil nutricional de atletas adolescentes com fatores determinantes do desempenho físico no desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro

METODOLOGIA PROPOSTA:

Seleção de Locais e Sujeitos da pesquisa Contato com os locais para posterior autorização da coleta dedados. Após a autorização do local, será feita a leitura e entrega do termo de consentimento formal livre e esclarecido aos atletas e seus pais ou responsáveis legais. Cadastro dos atletas Serão registrados dados pessoais, histórico familiar e pessoal de doenças crônicas. Para tal será aplicada uma ficha para cadastro de dados pessoais. Além disso, eles serão orientados a registrar suas respectivas rotinas em formulário específico. Avaliação da composição corporal Os dados antropométricos incluirão medidas corporais de peso, altura, perímetros (circunferências), diâmetros e dobras cutâneas (DC's) de acordo com os métodos preconizados por ISAK, 2001. Avaliação do estágio de maturação sexual O procedimento para a avaliação do estágio de maturação sexual ocorrerá através da aplicação da auto avaliação proposta por Tanner(1962), com imagens propostas pela caderno de avaliação de adolescentes do Ministério da Saúde(BRASIL, 2010). Questionário de Motivação Para a analise da motivação será utilizado a Escala de Motivação para o Esporte, SMS – Sport Motivation Scale, (Brièreet al, 1995). Transtornos alimentares A avaliação dos participantes quanto à presença de transtornos alimentares será feita através da aplicação do questionário proposto por Ferreira e Veiga em 2008. O conceito de imagem corporal dos voluntários, por sua vez, será analisado mediante o emprego de uma versão validada para adolescentes brasileiros do Body Shape Questionnaire (BSQ) por Conti, Cordás e Latorre em 2009. Avaliação de lesões Questionário de perguntas abertas e fechadas aplicado sempre por um profisisonal de Fisioterapia. 4.5.12. Consumo alimentar Utilizaremos para análise da ingestão alimentar: Recordatório de 24 horas (R24), Questionário de Frequência de Consumo Alimentar (QFCA) e registro Alimentar de três dias. Questionário de Conhecimento Nutricional Iremos traduzir, adaptar e validar para o Brasil o questinário criado pela Universidade de Utah: The adolescent Sport nutrion knowledge questionnaire: validity and reliability (Dvorak et al., 2008). Avaliação funcional teste yoyo. Exames Os exames serão feitos por profissional treinado, com a instrução previa de que os atletas deverão vir em jejum de 12 horas, sendo essa informação confirmada pela aplicação de anaminese pré coleta. Os exames irão ocorrer sempre no período da manhã, em ambiente termo neutro, com pressão, umidade e temperatura controladas, com o

paciente deitado, porém vigil, sendo avaliados, nomáximo, dois sujeitos por dia. Para diminuir o estresse dos sujeitos será criado um ambiente adequado e respeitado as vontades dos sujeitos. Exame bioquímico Será feita punção da veia antecubital, com material descartável, sendo o sangue coletado em tubos a vácuo. Os tubos serão imediatamente centrifugados para separação de plasma e a separação de alíquotas em microtubos criogênicos. As amostras serão armazenadas em freezer à - 80ºC, até o momento das análises. Calorimetria Indireta Exame realziado em calorímetro Vmax Encore 29 System (VIASYS HealthcareInc, Yorba Linda, CA), por 30 minutos desprezando os primeiros 10 minutos. Os valores obtidos de VO2 e VCO2 foram utilizados na equação proposta por Weir (1949), considerada o método padrão (WELLS et al., 2009).Os exames serão realizados no LANUTRI – Laboratorio de Avaliação Nutricional da UFRJ. Para realizar a totalidade do projeto o atleta realizara três visitas. 1ª Visita: Avaliação corporal e nutricional, com duração de 40 minutos 2ª Visita: Realização dos exames, com duração de 1 hora 3ª Visita: Educação nutricional, com duração de 1 hora.

CRITÉRIO DE INCLUSÃO:
Os critérios de inclusão na pesquisa são: 1. Ter idade maior ou igual à 10 e menor que 19 anos; 2. Ser de ambos os sexos; 3. Ser assíduo aos treinos; 4. Ter participado de ao menos uma competição no ultimo ano em qualquer modalidade olímpica, em nível regional, estadual, nacional ou internacional; 5. Possuir atestado médico para a prática de atividade física em dia.

CRITÉRIO DE EXCLUSÃO:
Serão excluídas da pesquisa atletas que no momento do recrutamento estejam grávidas.

Objetivo da Pesquisa:
Objetivo Primário:
Investigar a associação do perfil nutricional de atletas adolescentes com fatores determinantes do desempenho físico no desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro.

Objetivo Secundário:
2.2. Específicos Identificar as características sócio-econômicas da amostra de atletas adolescentes; Analisar os hábitos alimentares e de suplementação nutricional; Avaliar as características

antropométricas e composição corporal; Analisar os gasto energético em repouso e o condicionamento cardiopulmonar; Avaliar o estado nutricional com base na adequação da ingestão de nutrientes e em indicadores bioquímicos; Analisar biomarcadores de desempenho, dano celular e estresse oxidativo; Analisar o perfil metabolômico; Averiguar o acesso à alimentação pelos atletas, decorrente da estrutura dos locais de treinamento; Verificar a motivação intrínseca e extrínseca dos atletas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo o pesquisador:

RISCOS:

Os sujeitos de pesquisa que participarão deste projeto serão submetidos à sessões de entrevistas, testes físicos e exames de sangue. Todos esses procedimentos oferecem riscos mínimos à saúde dos sujeitos. Contudo, são esperadas algumas reações de: ansiedade para a realização dos testes físicos, pois os resultados refletirão a aptidão física dos participantes; de vergonha no fornecimento de informações sobre os hábitos alimentares e, no caso dos adolescentes, na auto-avaliação do estágio de maturação sexual; receio ou medo na realização da coleta de sangue, devido à sensação aguda de dor pela agulha que será inserida na veia. Para minimizar essas reações comportamentais, a equipe de pesquisadores primará por um ambiente descontraído, pelo apoio moral na realização dos procedimentos e pela clareza e explicação de todos os testes que serão feitos, permitindo que os sujeitos tenham o poder de decisão de sua participação em cada etapa. Os adolescentes serão sempre acompanhados de seus responsáveis.

BENEFÍCIOS:

Como beneficio os participantes terão ao final do estudo uma analise completa de seu perfil morfológico e alimentar além de acesso a informações de como melhorar sua alimentação e trabalhos voltados a educação alimentar e nutricional.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo em que o objetivo é investigar a associação do perfil nutricional de atletas adolescentes com fatores determinantes do desempenho físico no desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro. Para tanto será realizado um estudo transversal em que os

participantes responderão a uma série de questionários (de Motivação, escala de Tanner, Transtornos Alimentares, BSQ, Protocolo de Lesão, Anamnese Alimentar, Recordatório 24 horas, Registro Alimentar de Três dias, Questionário de Frequência de Consumo Alimentar e Questionário de Conhecimento Nutricional); terão medidos o peso, a altura, a perimetria e o percentual de gordura através de compasso de dobras cutâneas e da bioimpedância; sofrerão avaliações físicas para resistência e força em testes de campo e laboratorial (ergometria); terão o sangue coletado; além de calorimetria indireta.

Serão recrutados 500 crianças e adolescentes com idades entre 10 e 19 anos.

Trata-se de ressubmissão. A CAAE do protocolo anterior era 56602216.0.0000.5257.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Conferir item "Conclusões ou Pendências e Listas de Inadequações".

Recomendações:
Nenhuma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
Quanto às pendências não respondidas adequadamente do protocolo anterior (CAAE: 56602216.0.0000.5257):

Quanto ao Projeto:
4. No documento intitulado
"PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_720168.pdf", postado em 31/05/2016, no item "Metodologia Proposta", na página 4 de 8, não há qualquer menção à necessidade de se realizar todos os procedimentos descritos. Por exemplo, por qual razão se analisa a aptidão física aeróbia por três testes diferentes? O mesmo se refere ao percentual de gordura. Cabe destacar que o Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa, no item 7. Projetos que devem ser apresentados ao CEP e quem deve fazê-lo, esclarece que "não são as propostas de linhas de pesquisa que deverão ir ao CEP e sim os projetos específicos, com seus respectivos protocolos, a serem desenvolvidos dentro dessas linhas ou programas". Solicitam-se esclarecimentos e

adequação.
RESPOSTA: Dados como a composição corporal são mensurados pelo peso, altura, dobras cutâneas e circunferências, assim como equipamentos como a bioimpedância e o DEXA, a comparação entre os métodos se faz necessário para verificar erros e diminuir a interferência deles, além de auxiliar no trabalho de melhora dos instrumentos mais comum a prática clinica. No consumo alimentar a busca pela maior precisão no relato de consumo de alimentos e de se investigar uma grande variedade de dias, se faz necessário para melhorar a avaliação global da dieta do indivíduo assim como diminuir a interferência de dias atípicos. Com a coleta e posterior diagnostico desse conjunto de parâmetros, pavimentamos o inicio da proposição de estratégias de detecção e desenvolvimento de talento. As avaliações físicas, irão ser adequadas ao tipo de modalidade física, não sendo necessário realizar todas.
ANÁLISE: 1) na pendência "2" o pesquisador declarou não usar o DEXA. Contudo, na presente resposta, dá indícios de que pretende usá-lo; 2) a comparação entre os resultados dos testes para verificar erros e diminuir a interferência deles se faz necessário quando este for o objetivo do estudo, o que parece não ser o caso; 3) não ficou clara a resposta "as avaliações físicas, irão ser adequadas ao tipo de modalidade física, não sendo necessário realizar todas". Se nem todas serão utilizadas, por que descrevê-las? Pendência não atendida.
ANÁLISE 2: o trecho mencionado ainda continua presente no projeto detalhado (arquivo intitulado ProjetoGAIAA.pdf). Solicita-se adequação.
RESPOSTA: O trecho referido foi retirado.
ANÁLISE 3: pendência atendida.

Em relação aos documentos:
3. O documento CartadeApresentacao.pdf, postado em 31/05/2016, não faz menção á finalidade da pesquisa, isto é, se diz respeito à pesquisa clínica, tese de Doutorado, dissertação de Mestrado, trabalho de conclusão de curso de especialização ou graduação ou, ainda, se é trabalho relacionado á Iniciação Científica. Solicita-se adequação.
RESPOSTA: Foi realizada adequação.
ANÁLISE: quando se afirma que "Esse projeto tem como objetivo ser fonte de dados para teses de doutorado, dissertações de mestrado e iniciação cientifica" caracteriza o protocolo como linha de pesquisa. Ressalta-se que não são as propostas de linhas de pesquisa que deverão ir ao CEP e sim os projetos específicos, com seus respectivos protocolos, a serem desenvolvidos dentro dessas

linhas ou programas. Solicitam-se esclarecimentos. Pendência não atendida.
ANÁLISE 2: ao mencionar, em novo documento, que o protocolo visa ser fonte para várias dissertações, é possível manter a caracterização de linha de pesquisa. Pendência não atendida.
RESPOSTA: foi realizada adequação.
ANÁLISE 3: pendência atendida.

Considerações Finais a critério do CEP:

1. De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n.º 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais que permitam ao Cep acompanhar o desenvolvimento dos projetos. Esses relatórios devem conter informações detalhadas nos moldes do relatório final contido no Ofício Circular n. 062/2011: <http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/aquivos/conep/relatorio_final_encerramento.pdf>

2. Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas de forma clara e sucinta, identificando-se, por cor, negrito ou sublinhado, a parte do documento a ser modificada, isto é, além de apresentar o resumo das alterações, juntamente com a justificativa, é necessário destacá-las no decorrer do texto (item 2.2.H.1, da Norma Operacional CNS nº 001 de 2013).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_765259.pdf	23/08/2016 15:05:23		Aceito
Outros	CartaRespostaParecerconsubstanciado1.pdf	23/08/2016 15:05:02	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	CartadeApresentacao.pdf	23/08/2016 15:04:14	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoGAIAA.pdf	23/08/2016 15:03:49	Taillan Martins de Oliveira	Aceito

Folha de Rosto	Folhaderosto3.pdf	28/07/2016 19:17:43	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	folhaDeRosto.pdf	26/07/2016 22:05:28	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAProtocoloCalorimetria.docx	26/07/2016 22:05:01	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAQuestionariodeanalisedeestrutura.docx	26/07/2016 22:04:32	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAAnamnesenutricional.docx	26/07/2016 22:04:07	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAregistroalimentar.doc	26/07/2016 22:03:41	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAQFCAadolescentesmodificado.doc	26/07/2016 22:03:09	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAArecordatoriode24horas.docx	26/07/2016 22:02:29	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAProtocolodelesao.docx	26/07/2016 22:01:57	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAABSQ.docx	26/07/2016 22:01:30	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAQuestionariodeTranstornos.docx	26/07/2016 21:59:42	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAQuestonariodeMotivacao.docx	26/07/2016 21:59:18	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAEscaladeTanner.docx	26/07/2016 21:58:50	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAFichadeAvaliacaoAntropometrica.doc	26/07/2016 21:58:25	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAARegistrodeRotinaeTempodeTela.doc	26/07/2016 21:57:57	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	GAIAAFichadeCadastro.doc	26/07/2016 21:57:02	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	Curriculolattes.docx	26/07/2016 21:56:17	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Outros	Apendice.pdf	26/07/2016 21:55:57	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	GAIAATermodeConsentimentoLivreeEsclarecidoresponsavel.docx	26/07/2016 21:55:36	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	GAIAATermodeconsentiemntomaioresde18anos.docx	26/07/2016 21:55:21	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	GAIAATermodeassentimento.docx	26/07/2016 21:55:07	Taillan Martins de Oliveira	Aceito

Ausência	GAIAATermodeassentimento.docx	26/07/2016 21:55:07	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termodecompromisso.pdf	26/07/2016 21:54:31	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracaodeinicio.pdf	26/07/2016 21:54:17	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	LUTAPELAPAZ.pdf	26/07/2016 21:41:31	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	PENTATLO.pdf	26/07/2016 21:41:12	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	LANUTRI.pdf	26/07/2016 21:40:52	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	INJC.pdf	26/07/2016 21:40:38	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Cartadeaceitefutebol.pdf	26/07/2016 21:40:20	Taillan Martins de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DAFEE.pdf	26/07/2016 21:40:10	Taillan Martins de Oliveira	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RIO DE JANEIRO, 30 de Agosto de 2016

Assinado por:
Carlos Alberto Guimarães
(Coordenador)

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-46
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

TERMO DE ASSENTIMENTO

- Estudo do perfil nutricional de atletas adolescentes e fatores determinantes do desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro. –

Versão 26/07/2016

A partir da sua participação no treinamento competitivo ministrado na _____, este estabelecimento em parceria com o projeto de pesquisa "Estudo do perfil nutricional de atletas adolescentes e fatores determinantes do desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro." o selecionou para participar desta pesquisa.

A participação nesta pesquisa consistirá em responder as perguntas a serem realizadas sob a forma de questionários, medida do peso, altura, circunferências e dobras cutâneas, participação de testes físicos, para verificar a sua capacidade física, e realização de exames laboratoriais, como exames de sangue, isto é, retirada de sangue normal como em exames de rotina. Exame de calorimetria indireta exame que mede o gasto de energia no repouso, isto é, sem estar realizando nenhuma atividade, bioimpedância, um exame que uma corrente elétrica mínima que o paciente não sente, passa pelo corpo a fim de se medir percentual de gordura e massa livre de gordura. Ao fim você será convidado a realizar a educação nutricional, isto é o ensino de formas de se alimentar melhor, com jeitos deferentes e divertidos. Para tais atividades será necessárias três visitas:

1ª Visita: Avaliação corporal e nutricional, com duração de 40 minutos

2ª Visita: Realização dos exames, com duração de 1 hora

3ª Visita: Educação nutricional, com duração de 1 hora.

Você não terá nenhum custo, quaisquer custos, inclusive de acompanhantes, serão reembolsados pelo pesquisador. Caso sofra qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não neste termo será devidamente indenizado. Essa pesquisa apresenta risco potencial mínimo. Os benefícios relacionados à participação será a oportunidade de realizar uma avaliação nutricional

completa e conhecimento sobre o desempenho físico e o aumento do conhecimento científico para a área nutrição com ênfase em nutrição e atividade física.

As respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado nomes em qualquer fase do estudo. Quando for necessário exemplificar determinada situação, a privacidade será assegurada uma vez que o nome será substituído. Os dados coletados serão utilizados somente nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas.

A participação é voluntária, isto é, a qualquer momento você poderá recusar-se a responder qualquer pergunta ou desistir de participar e retirar seu consentimento. A recusa não trará nenhum prejuízo em relação ao(s) pesquisador (a) ou com a instituição que forneceu os dados.

Sr (a) poderá a qualquer momento entrar em contato com os pesquisadores através do telefone: (21) 313938-6697, assim como com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ – R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.° 255 – Cidade Universitária/Ilha do Fundão - Sala 01D-46/1° andar - pelo telefone 3938-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 16 horas, ou por meio do e-mail: cep@hucff.ufrj.br, o Comitê de Ética em pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição (UFRJ) e tem como uma das principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer problema. Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações sobre o estudo acima citado que li ou que foram lidas para mim.

Eu discuti com o(a) pesquisador (a) _____ , sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar imediato e integral. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos e sem a perda de atendimento nesta Instituição ou de qualquer benefício que eu possa ter adquirido. Eu receberei uma via desse Termo de Assentimento e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse e assinar na ultima folha.

_____

Nome do Participante da Pesquisa

Data: ____/____/____

_____

Assinatura do Participante da Pesquisa

Data: ____/____/____

_____

Nome do Pesquisador Responsável

_____

Assinatura do Pesquisador Responsável

Coordenadora: ProfªDrª Anna Paola Rocha Trindade Pierucci

Professora Adjunta do Instituto Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

E-mail: appierucci@gmail.com

Celular: (21) 99992-0101