

INGRID DARÓZ GUISSO

**DESEMPENHO DE MÉTODOS ANTROPOMÉTRICOS NA AVALIAÇÃO DA
ADIPOSIDADE EM ADULTOS JOVENS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

G967d
2020 Guisso, Ingrid Daróz, 1995-
Desempenho de métodos antropométricos na avaliação
da adiposidade em adultos jovens / Ingrid Daróz Guisso. - Viçosa, MG,
2020.
84 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Antropometria. 2. Composição corporal. 3. Aptidão física -
Testes. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Educação
Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. II. Título.

CDD 22. ed. 631.7044

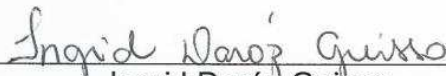
INGRID DARÓZ GUISSO

**DESEMPENHO DE MÉTODOS ANTROPOMÉTRICOS NA AVALIAÇÃO DA
ADIPOSIDADE EM ADULTOS JOVENS**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de outubro de 2020.

Assentimento:



Ingrid Daróz Guisso
Autora



Paulo Roberto dos Santos Amorim
Orientador

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmã, que nunca mediram esforços para que eu pudesse sonhar e alcançar meus objetivos, e que sempre estiveram presentes com tanto cuidado e força. Vocês são minha maior motivação!

À minha “família de Viçosa”, meus parceiros desde a graduação, que além de garantirem dias letivos leves e bem humorados, me ensinaram a sempre tirar um aprendizado de cada experiência. Vocês fizeram o trajeto até aqui ser infinitamente mais agradável! Sem deixar de mencionar às que compõe meu trio, que são casa, pra onde eu volto sempre que me perco. Obrigada pela certeza de que eu sempre serei bem recebida!

À Aline e a Thamara, que foram companhia, colo, ouvido, força e paciência, principalmente nos dramas da reta final, e que nunca deixaram que eu duvidasse da minha capacidade. Vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui!

Aos colegas do LAPEH e da pós-graduação, por terem feito esses dois anos serem de aprendizagem e muitos risos (alguns de nervoso), seja em coleta de dados ou em congressos “turístico-acadêmicos”. Em especial ao Matheus, que me presenteou com a antropometria e me norteou quando precisei mudar de direção. Às vezes, os caminhos que nós não escolhemos são os que nos proporcionam maior crescimento e evolução pessoal e profissional.

Ao meu professor e coorientador João Carlos Bouzas Marins, por ter me iniciado no mundo da pesquisa e por ter sido grande motivador em várias partes do processo, desde a iniciação científica. Sem dúvidas um profissional no qual me espelho!

Ao meu orientador Paulo Roberto dos Santos Amorim, pela oportunidade e confiança no meu trabalho. Seu profissionalismo e ensinamentos, além de espaço e incentivo para vivenciar o contexto didático prático, contribuíram de forma significativa para o meu crescimento profissional.

Agradeço a Universidade Federal de Viçosa, principalmente aos professores e funcionários do departamento de Educação Física, pelo suporte e conhecimento compartilhados em todos esses anos, desde a graduação.

Agradeço a CAPES, pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas e pela concessão da bolsa de estudos que me proporcionou a oportunidade de me dedicar ainda mais à realização do mestrado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que mais essa etapa fosse concluída, muito obrigada!

*“Se fosse fácil achar o caminho das pedras,
tantas pedras no caminho não seria ruim”.*
(Engenheiros do Hawaii)

RESUMO

GUISSO, Ingrid Daróz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2020. **Desempenho de métodos antropométricos na avaliação da adiposidade em adultos jovens brasileiros.** Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

A obesidade é um transtorno de incidência crescente no Brasil e no mundo, considerada importante fator de risco para desenvolvimento de comorbidades metabólicas e doença cardiovascular. A fim de orientar o gerenciamento adequado da doença e desenvolver estratégias preventivas, a obesidade deve ser diagnosticada precoce e precisamente através de um método acessível e facilmente aplicável a toda a população. Métodos de referência para análise precisa da adiposidade, como a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA), são de difícil acesso a nível populacional, mas amplamente utilizados na validação de outros métodos mais simples e de fácil aplicabilidade. Vários métodos de fácil aplicação se propõe avaliar a adiposidade, no entanto, não há consenso sobre o desempenho dos mesmos na população de adultos jovens brasileiros. Um melhor entendimento sobre o desempenho dos métodos preditores de obesidade se faz relevante para a promoção e manutenção da saúde, portanto, o presente estudo objetiva investigar a validade e desempenho de diferentes métodos antropométricos para avaliação da adiposidade em adultos jovens brasileiros. A presente dissertação contempla dois artigos distintos, sendo os objetivos específicos: a) verificar a validade da equação massa de gordura relativa (MGR) na estimativa do percentual de gordura corporal (GC) em adultos brasileiros; b) verificar o desempenho dos métodos antropométricos índice de massa corporal (IMC), circunferência de cintura (CC), relação cintura-estatura (RCE), índice de adiposidade corporal (IAC) e MGR em avaliar a adiposidade, e identificar os valores de corte ideais para obesidade em adultos jovens brasileiros tendo a DXA como referência. Foram avaliados 233 adultos jovens universitários, 132 homens ($22,6 \pm 2,6$ anos) e 101 mulheres ($23,0 \pm 2,7$ anos). Para desenvolvimento do primeiro estudo, foram realizadas as medidas antropométricas estatura e perímetro do abdômen para cálculo da MGR. Para testar a associação entre o %GC estimado pela MGR e o medido pela DXA foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman. A concordância e reprodutibilidade entre os

métodos foi avaliada através do procedimento de Bland-Altman. A MGR apresentou valor médio de $27,8 \pm 7,3$ %GC enquanto pela DXA o valor médio foi de $25,8 \pm 9,9$ %GC. A correlação entre MGR e DXA foi de $r = 0,86$ ($p < 0,001$). Houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos. A concordância avaliada pelo teste de Bland Altman entre o método proposto e a referência foi baixa, apontando um viés de $- 2,0$ %GC, com limites de concordância variando de $8,34$ a $-12,34$. Para desenvolvimento do segundo estudo foram realizadas as medidas antropométricas estatura, perímetro de cintura, abdômen e quadril e massa corporal para posterior cálculo do IMC, RCE, IAC e MGR. Para testar a associação entre os métodos antropométricos e a referência (DXA), foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman. Análises de Curvas ROC foram utilizadas para avaliar a capacidade de predição de obesidade dos índices e para definir os pontos de corte que melhor identificam a obesidade. A MGR apresentou melhor correlação com o percentual de gordura corporal aferido por DXA entre os homens ($0,809$) e quando analisada a amostra total ($0,860$), também apresentou maior valor de AUC entre os homens ($0,935$). Entre as mulheres o IAC apresentou maior valor de correlação com o %GC por DXA ($0,772$) e maior valor de AUC ($0,892$). Os pontos de corte $24,3$ %GC para os homens na MGR e $29,5$ %GC para o IAC entre as mulheres apresentaram melhor relação entre sensibilidade e especificidade para determinação da obesidade. Devido às limitações observadas no primeiro estudo na utilização da MGR, o método não é indicado em estudos de base populacional com indivíduos de características similares aos do presente estudo. No entanto, no segundo estudo, comparado aos demais métodos, a MGR foi o que obteve melhor desempenho geral dentre os analisados, especialmente entre os homens. Com base nos resultados obtidos é possível concluir que em contexto de inacessibilidade a exames tidos como referência na análise da composição corporal e adiposidade, a utilização do IAC entre as mulheres e da MGR entre os homens adultos jovens brasileiros fornecem estimativa válida da adiposidade corporal para acompanhamento da saúde populacional, apresentando superior desempenho quando comparados ao IMC, CC e RCE.

Palavras-chave: Antropometria. Composição corporal. Avaliação física.

ABSTRACT

GUISSO, Ingrid Daroz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2020. **Performance of anthropometric methods in the assessment of adiposity in young Brazilian adults.** Adviser: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Obesity is a disorder of increasing incidence in Brazil and worldwide, considered an important risk factor for the development of metabolic comorbidities and cardiovascular disease. In order to guide the proper management of the disease and develop preventive strategies, obesity must be diagnosed early and precisely through an accessible and easily applicable method for the entire population. Reference methods for the accurate analysis of adiposity, such as dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), are difficult to access at the population level, but are widely used in the validation of other, simpler and easily applicable methods. Various methods of easy application are proposed to assess adiposity, but there is no consensus on their performance in the population of young Brazilian adults. A better understanding on the performance of obesity predictive methods is relevant to health promotion and maintenance, therefore, the present study aims to investigate the validity and performance of different anthropometric methods for assessing adiposity in young Brazilian adults. The present essay contemplates two distinct articles, with the following specific objectives: a) verify the validity of the equation relative fat mass (RFM) in the estimation of the body fat percentage (BF%) in Brazilian adults; b) verify the performance of the anthropometric methods: body mass index (BMI), waist circumference (WC), waist-to-height ratio (WHtR), body adiposity index (BAI) and RFM in assessing adiposity, in addition to identify the ideal cutoff values for obesity in young Brazilian adults, with DXA as a reference. 233 young adult university students were assessed, 132 men (22.6 ± 2.6 years) and 101 women (23.0 ± 2.7 years). Anthropometric measurements of height and circumference of the abdomen were performed to calculate the RFM for the development of the first study. Spearman's correlation coefficient was used to test the association between the BF% estimated by RFM and that measured by DXA. The agreement and reproducibility between the methods was assessed using the Bland-Altman procedure. The RFM presented a mean value of 27.8 ± 7.3 BF% whereas by DXA the mean value was 25.8 ± 9.9 BF%.

The correlation between RFM and DXA was $r = 0.86$ ($p < 0.001$). There was a statistically significant difference between the methods. The agreement assessed by the Bland-Altman test between the proposed method and the reference was low, indicating a bias of - 2.0 BF%, with limits of agreement ranging from 8.34 to -12.34. For the development of the second study, the anthropometric measurements of height, waist circumference, abdomen and hips and body mass were performed for later calculation of BMI, WHtR, BAI and RFM. Spearman's correlation coefficient was used to test the association between the anthropometric methods and the reference (DXA). ROC Curve analyzes were used to assess the obesity prediction capacity of the indices and to define the cutoff points that best identify obesity. RFM showed a better correlation with the body fat percentage measured by DXA among men (0.809) and when analyzing the total sample (0.860), it also showed a higher AUC value among men (0.935). Among women, the BAI showed the highest correlation value with the BF% by DXA (0.772) and the highest AUC value (0.892). The cutoff points 24.3 BF% for men in RFM and 29.5 BF% for BAI among women showed a better relationship between sensitivity and specificity for determining obesity. Due to the limitations observed in the first study using RFM, the method is not indicated in population-based studies with individuals with characteristics similar to the ones of the present study. However, in the second study, compared to the other methods, RFM was the one that obtained the best overall performance among those analyzed, especially among men. Based on the results obtained, it is possible to conclude that in the context of inaccessibility to exams considered as a reference in the analysis of body composition and adiposity, the use of BAI among women and RFM among Brazilian young adult men provide a valid estimate of body adiposity for monitoring population health, showing higher performance when compared to BMI, WC and WHtR.

Keywords: Anthropometry. Body composition. Physical assessment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo 1

Figura 1 - Gráfico de Bland-Altman comparando o %GC medido por DXA e estimado pela MGR (pág 40)

Artigo 2

Figura 1 - Curvas ROC (pág 58)

Figura 2 - Classificação incorreta de obesidade em cada indicador (pág 60)

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 - Características da amostra total e separada por sexo (pág 39)

Tabela 2 - %GC aferido por DXA e MGR em diferentes faixas de adiposidade (pág 39)

ARTIGO 2

Tabela 1 - Características da amostra total e separada por sexo (pág 56)

Tabela 2 - Correlações entre os métodos antropométricos e o %GC medido por DXA (pág 56)

Tabela 3 - Áreas sob as curvas ROC e intervalos de confiança 95% (pág 57)

Tabela 4 - Pontos de corte, sensibilidade e especificidade dos indicadores antropométricos IMC, CC, RCE, IAC e MGR na predição de obesidade (pág 59)

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AUC	Área sob a curva.
CC	Circunferência de cintura.
DCV	Doença cardiovascular.
DXA	Absorciometria por dupla emissão de raios X.
GC	Gordura corporal.
IAC	Índice de adiposidade corporal.
IC 95%	Intervalo de confiança 95%.
IMC	Índice de massa corporal.
IQR	Intervalo interquartilico.
MC	Massa corporal.
MGR	Massa de gordura relativa.
RCE	Relação cintura estatura.
OMS	Organização mundial da saúde.
ROC	Curvas Receiver Operating Characteristic.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
Referências.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
Referências.....	22
3. OBJETIVOS.....	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
Referências.....	31
5. ARTIGO 1 - Validade da fórmula massa de gordura relativa (MGR) na predição do percentual de gordura corporal em adultos brasileiros.....	33
6. ARTIGO 2 - Desempenho de diferentes indicadores antropométricos na determinação da obesidade em adultos jovens.....	47
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	74
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO.....	76
ANEXO B – FICHA DE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA.....	79
ANEXO C – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	80

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é um distúrbio metabólico caracterizado pelo acúmulo excessivo de gordura corporal (GC), que pode ser resultado de uma complexa interação entre fatores genéticos, ambientais, metabólicos, fisiológicos, sociais, psicológicos e comportamentais (McArdle et al., 2017; Blüher, 2019). A doença representa importante fator de risco para surgimento de comorbidades, como dislipidemias, diabetes mellitus tipo II, hipertensão arterial, diferentes tipos de câncer, doenças cardiovasculares e síndrome metabólica (Kahn e Flier, 2000; Saltiel e Olefsky, 2017). A manutenção de um quadro de adiposidade excessiva pode gerar grande comprometimento à saúde e qualidade de vida da população, sendo uma das principais causas de morte evitável (Saltiel e Olefsky, 2017).

A incidência de obesidade vem aumentando em proporções pandêmicas em homens e mulheres de todas as faixas etárias em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento como o Brasil (Ferreira e Magalhães, 2006; WHO, 2016; Blüher, 2019; VIGITEL 2019). A doença atinge cerca de 15% da população adulta em todo o mundo, com estimativa de alcance de até 51% até 2030 (Finkelstein et al., 2012).

Considerando a crescente incidência de obesidade e as comorbidades metabólicas associadas ao distúrbio, a demanda de investimentos de recursos públicos no manejo do tratamento é também crescente, com o intuito de atenuar os prejuízos gerados à saúde populacional. A obesidade representa entre 0,7% e 2,8% dos gastos totais com saúde de um país, sendo que indivíduos obesos podem ter os custos médicos aproximadamente 30% maiores do que seus pares de peso normal (Withrow e Alter, 2011; James e McPherson, 2017).

Diante de tal cenário, se faz necessário um acompanhamento mais íntimo da saúde populacional no que diz respeito ao controle de sobrepeso e obesidade, enfatizando a inclusão de medidas preventivas, evitando assim, maiores prejuízos à saúde, como o desenvolvimento de comorbidades metabólicas associadas à adiposidade elevada. O controle da incidência da doença demandaria também menores investimentos no tratamento, possibilitando reduções nos gastos do dinheiro público.

Estratégias simples podem ser adotadas na prevenção e tratamento da obesidade. A realização de atividades físicas regulares, com ou sem supervisão,

incluindo a adoção de práticas de lazer ou locomoção ativas, são medidas que podem auxiliar na minimização do acúmulo de gordura corporal, através do aumento do gasto energético diário total. Além disso, a manutenção de um estilo de vida fisicamente ativo contribui positivamente para a prevenção e tratamento de indicadores de saúde relacionados à obesidade e ao desenvolvimento de comorbidades associadas, independente de seu efeito sob a perda de peso (Erlichman et al., 2002; Bensimhon et al., 2006; McArdle et al., 2017). Sendo assim, para que haja um melhor acompanhamento da saúde populacional, se faz necessário um diagnóstico preciso e precoce da doença, através de um método acessível e facilmente aplicável a toda população, a fim de adotarem-se medidas preventivas e que auxiliem na redução da adiposidade.

A configuração do tecido adiposo no organismo, independentemente da distribuição de gordura corporal total, pode alterar os riscos para a saúde. A obesidade central, caracterizada pelo acúmulo mais proeminente de gordura na região abdominal (androide), reflete maiores alterações no perfil metabólico, favorecendo o quadro de resistência à insulina e consequente desenvolvimento de distúrbios metabólicos e cardiovasculares (McArdle et al., 2017). Alguns índices são amplamente utilizados como indicadores de acúmulo excessivo de gordura abdominal, como a circunferência de cintura e a relação cintura-estatura (WHO, 1998; Lee et al., 2008; Ashwell et al., 2012). Contudo, se faz necessário acompanhar o aumento do acúmulo de GC não só central, mas também periférico (ginóide). A avaliação do conteúdo de gordura corporal total, além unicamente da análise específica do acúmulo de gordura abdominal, é altamente pertinente como mecanismo adicional na prevenção de eventuais problemas de saúde associados ao excesso de gordura corporal.

Além dos padrões anatômicos de distribuição de GC (androide e ginoide), diferentes raças e etnias, assim como diferentes faixas etárias, possuem características morfológicas específicas, que podem alterar a relação de distribuição e acúmulo de GC (Blüher, 2019). O entendimento mais amplo sobre a capacidade dos métodos para avaliação de adiposidade em cada população pode garantir maior segurança na utilização, gerando resultados mais confiáveis para triagem de obesidade, e consequente melhor acompanhamento da saúde populacional e manejo do tratamento, evitando maiores agravos à saúde.

Além disso, para utilização de métodos antropométricos de avaliação do estado nutricional e adiposidade, faz-se necessário que esses sejam analisados quanto à sua precisão, para evitar equívocos na interpretação dos resultados. A realização de estudos para validação de métodos antropométricos visa determinar a confiabilidade dos mesmos e sua adequação para grupos populacionais específicos, sendo, portanto, de suma importância para o acompanhamento da saúde populacional.

Referências

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2017. p. 755-865.

Blüher, M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol*, 2019; 15(5), 288-298.

Kahn, BB, Flier, JS. Obesity and insulin resistance. *J Clin Invest*. 2000; 106 (4): 473–481

Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *J Clin Invest*. 2017 Jan 3; 127(1):1-4.

Ferreira VA, Magalhães R. Obesidade no Brasil: tendências atuais. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Lisboa, v. 24, n. 2, jul./dez. 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity and overweight, 2016. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em: 22 set. 2020.

Ministério da Saúde. VIGITEL. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília, 2019.

Finkelstein EA, Khavjou OA, Thompson H, Trogdon JG, Pan L, Sherry B, Dietz W. Obesity and severe obesity forecasts through 2030. *American journal of preventive medicine*, 2012; 42(6), 563-570.

Withrow D, Alter DA. The economic burden of obesity worldwide: a systematic review of the direct costs of obesity. *Obes Rev*. 2011; 12: 131-141

James WPT, McPherson K. The costs of overweight. *Lancet Public Health* 2, 2017; e203–e204

Erllichman J, Kerbey AL, James WPT. Physical activity and its impact on health outcomes. Paper 2: prevention of unhealthy weight gain and obesity by physical activity: an analysis of the evidence. *Obesity reviews*. November 2002.

Bensimhon DR, Kraus WE, Donahue MP. Obesity and physical activity: a review. *American Heart Journal*. March 2006; 151 (3): 598-603.

World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation, Geneva, 3-5 Jun 1997. Geneva: World Health Organization, 1998. (WHO/NUT/98.1.)

Lee CMY, Huxley RR, Wildman RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol* 2008; 61:646–653.

Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews* March 2012; 13, 275–286.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O interesse em quantificar os diferentes tecidos componentes do corpo humano iniciou-se no século XIX e aumentou no final do século XX devido à associação entre o excesso de adiposidade corporal e o aumento do risco de desenvolvimento de doenças coronarianas, diabetes mellitus tipo II e alguns tipos de câncer (Heyward e Stolarczyk, 2000). Atualmente, a mensuração dos componentes corporais pode ser realizada de forma direta, indireta e duplamente indireta.

Método direto para mensuração dos componentes corporais

Dissecação de cadáveres

Considerada a única forma direta de medir os principais componentes do corpo humano, até o início do século XX, a avaliação da composição corporal era realizada através da dissecação de cadáveres (Heyward e Stolarczyk, 2000). Contudo, tal método possui limitações pertinentes, inclusive relacionadas às questões éticas, sendo assim, impraticável. No entanto, estudos realizados na década de 80 a partir da dissecação de cadáveres foram de grande importância no avanço da análise de composição corporal (Clarys, et al., 1987). Além do método direto, foram utilizadas técnicas como antropometria, densitometria e radiografia, fazendo-se possível assim, prover dados de peso e densidade de tecido adiposo, músculos, ossos e órgãos para investigar a validação de métodos indiretos utilizados na estimativa da composição corporal, além de propor novos modelos de análise da composição corporal (Clarys, et al., 1984; Clarys, et al., 1987).

A determinação direta da composição do corpo sugere que, apesar de existirem diferenças individuais consideráveis na adiposidade corporal total, as composições da massa óssea, dos tecidos livres de gordura e do tecido adiposo continuam sendo relativamente estáveis. A suposta constância desses tecidos permite o desenvolvimento de métodos que estimam indiretamente a composição e percentual de gordura corporal (Lukaski, 1987; Lohman, 2019).

Métodos indiretos para mensuração dos componentes corporais

Pesagem hidrostática

A partir dos estudos desenvolvidos por Clarys et al. (1984 e 1987), muito se avançou no desenvolvimento de métodos indiretos para a análise da composição corporal e avaliação da adiposidade (Heymsfield et al., 1997). Destes, a pesagem hidrostática, que calcula o percentual de gordura a partir da densidade corporal, se destaca por sua precisão. Ela considera que o corpo é formado por dois componentes distintos, massa de gordura e massa livre de gordura (Lukaski, 1987). A densidade corporal é determinada através da relação do peso no ar e o peso na água e, sabendo-se o valor da densidade corporal, é possível estimar o percentual de gordura corporal por meio dos modelos matemáticos de Siri (1961) e Brozek et al., (1963) (Lohman, 2019). Para a correta utilização da técnica, se faz necessário o controle de variáveis como gás gastrointestinal, volume residual e densidade da água, pois estes interferem diretamente nos valores de densidade corporal.

Apesar da elevada precisão do método em quantificar a densidade corporal, a utilização da pesagem hidrostática é demasiado limitada para avaliação de grupos populacionais, visto que é um exame demorado e de alta complexidade, requerendo grande cooperação do avaliado, sendo necessária a adaptação ao meio líquido para a realização do procedimento quantas vezes forem necessárias para que se obtenha um *score* confiável do peso subaquático (Heyward, 2001; Lohman, 2019).

Absorciometria radiológica de dupla energia

Outro método indireto desenvolvido posteriormente à pesagem hidrostática é a absorciometria radiológica de dupla energia (DXA). Atualmente, o método é tido como referência na análise da composição corporal, com procedimentos consideravelmente mais simples que o anterior (Kendler et al., 2013). A DXA consiste num “escaneamento” transversal do corpo que mensura diferentes atenuações de dois raios X que perpassam pelo mesmo. Com duração média de 6 minutos e radiação extremamente baixa, o exame é capaz de avaliar três componentes corporais: a massa óssea, a massa magra e a massa de gordura (Bazzocchi et al., 2016). O método é considerado altamente confiável, apresentando boa concordância entre as estimativas de percentual de gordura corporal obtidas por pesagem hidrostática, além de fornecer medidas segmentais e regionais da composição corporal (Friedl et al., 1992; Kohrt, 1995). Entretanto, em detrimento da confiabilidade, a DXA possui baixa acessibilidade, principalmente devido ao alto custo do equipamento.

Métodos duplamente indiretos para mensuração dos componentes corporais

Como visto, embora os métodos indiretos supracitados ofereçam estimativas de elevada precisão sobre os componentes corporais, sendo a primeira opção para a análise de composição corporal, em razão do alto custo dos equipamentos, da sofisticação metodológica ou das dificuldades em envolver os avaliados nos protocolos de medida, a ampla utilização da DXA e da pesagem hidrostática se apresenta limitada. No entanto, esses métodos são amplamente utilizados para validação de outros duplamente indiretos, mais simples e acessíveis para análise da composição corporal a nível populacional (Jackson & Pollock, 1978 e 1980; Lee et al., 2017; Cavedon et al., 2018). As técnicas duplamente indiretas são menos rigorosas, porém apresentam melhor aplicação prática devido ao baixo custo financeiro, praticidade, facilidade de interpretação e menores restrições culturais, podendo ser empregadas tanto em pesquisas de campo quanto em estudos epidemiológicos.

Dobras cutâneas

Dentre as técnicas duplamente indiretas, destacam-se àquelas baseadas em avaliação antropométrica, em que estimativas de composição do corpo humano são realizadas a partir da mensuração das dimensões e proporções físicas. Considerando que grande parte da gordura corporal de um indivíduo localiza-se no tecido subcutâneo, faz-se possível a estimativa do %GC total a partir da mensuração da espessura de dobras cutâneas de duas ou mais regiões corporais, empregando-se posteriormente os valores de dobras cutâneas em equações matemáticas (Heyward, 2001).

Existem inúmeras equações para predizer a gordura corporal através do método de dobras cutâneas, dentre elas destacam-se as equações generalizadas de Jackson & Pollock (1978 e 1980), as quais foram validadas para homens (18 a 61 anos) e mulheres (18 a 55 anos). Além das equações generalizadas, diversos estudos se propõem a desenvolver ou validar equações para populações específicas, inclusive no Brasil (Guedes, 1985; Petroski, 1995). As características morfológicas específicas das diversas raças e etnias, assim como de diferentes faixas etárias, podem alterar a relação de distribuição e acúmulo de GC, por isso faz-se necessária a utilização de equações específicas para obtenção de resultados mais confiáveis (Blüher, 2019).

A mensuração de dobras cutâneas tem sido amplamente utilizada para estimar a gordura corporal em situações clínicas e de campo devido à fácil utilização, boa precisão e custo relativamente baixo em comparação às outras técnicas indiretas (Heyward & Stolarczyk, 2000). No entanto, em contexto prático, o método pode apresentar grandes erros intra e inter avaliador, pois sua exatidão e precisão são dependentes de várias questões, como a familiarização dos avaliadores com as técnicas e equipamentos, além da perfeita identificação do ponto anatômico de referência da medida a ser realizada (Harrison et al., 1988). Ademais, a aplicação do método não é recomendada na avaliação da GC em indivíduos obesos, pois a espessura da dobra pode exceder a abertura máxima do compasso utilizado, gerando dificuldades importantes na mensuração, até mesmo quando realizada por técnicos altamente qualificados (Heyward, 2001).

Índices e equações

A fim de possibilitar uma avaliação mais simples e ainda mais acessível do estado nutricional, existem diversos índices que se baseiam na utilização de uma ou mais medidas antropométricas de mais fácil mensuração que o método de dobras cutâneas. Tais índices são amplamente utilizados em estudos populacionais e como ferramenta clínica para avaliação de sobrepeso e obesidade. Destes, destaca-se o índice de massa corporal (IMC), que utiliza apenas as medidas estatura e peso corporal para avaliação do estado nutricional, sendo sua utilização recomendada, inclusive, pela World Health Organization no diagnóstico de obesidade (WHO, 2016).

Além do IMC, existem ainda diversos outros indicadores antropométricos utilizados tanto para identificar adiposidade elevada quanto o risco para desenvolvimento de comorbidades metabólicas e DCV, como a circunferência da cintura, relação cintura-estatura, relação cintura-quadril e índice de conicidade (Valdez, 1991; Lean et al., 1995; Han et al., 1995; Després, 2001; Esmailzadeh 2004; Lee et. al., 2008; Ashwell, 2011). Tais índices, incluindo medidas facilmente realizáveis e requerendo, muitas vezes, apenas a utilização de uma fita métrica, permitem uma ampla aplicação, não unicamente em estudos epidemiológicos, mas também no acompanhamento da saúde populacional.

No entanto, os índices supracitados não avaliam diretamente o conteúdo de GC. Sendo o acúmulo excessivo de gordura corporal que está de fato associado ao risco elevado de mortalidade, outros métodos ainda vêm sendo desenvolvidos visando à estimativa do percentual de adiposidade corporal total para uma melhor

triagem de obesidade (Pardwal et al., 2016). O índice de adiposidade corporal proposto por Bergman et al. (2011) e a equação massa de gordura relativa proposta por Woolcott & Bergman (2018) são exemplos de métodos que estimam a adiposidade, utilizando para isso apenas duas medidas simples em suas respectivas equações, visando serem métodos tão facilmente calculáveis quanto os citados anteriormente.

No entanto, se tratando de métodos duplamente indiretos, a acurácia desses índices pode ser comprometida quando utilizados sem prévia validação na população que se pretende avaliar, e sem a adoção de pontos de corte específicos aos grupos populacionais distintos. Isso pode fazer com que sejam estabelecidas estimativas errôneas da composição corporal, resultando tanto em diagnósticos quanto em medidas de intervenção equivocadas em relação ao estado nutricional de indivíduos e populações. A realização de estudos para análise de precisão e validação de métodos antropométricos visa determinar a confiabilidade dos mesmos e sua adequação para grupos populacionais específicos, sendo, dessa forma, muito importantes para o sistema de saúde, para que possam ser utilizados a nível populacional. Considerando-se que o excesso de gordura corporal está relacionado ao aumento da morbi-mortalidade, principalmente em adultos, para a avaliação da adiposidade se faz necessária à utilização de métodos já validados, precisos e confiáveis, além de baixo custo, visando maior aplicabilidade.

Referências

Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal. São Paulo: Manole; 2000.

Clarys JP, Martin AD, Drinkwate DT, Marfell - Jones EMJ. The skinfold: myth and reality. *Journal of sports sciences*, 1987; 5, 3-33.

Clarys JP, Martin AD, Drinkwate DT. Gross Tissue Weights in the Human Body By Cadaver Dissection. *Human Biology*, 1984; 56 (3), 459-473.

Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1987; 46 (4), 537–556.

Lohman, T.G. ACSM's Body Composition Assessment; Human Kinetic: Champaign, IL, USA, 2019.

Heymsfield SB, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. Human Body Composition: Advances in Models and Methods, 1997; 17 (1), 527–558.

Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. Techniques for measuring body composition, 1961; 61, 223-244.

Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. Ann NY Acad Sci 1963; 110:113-40.

Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. J Exer Physiol. 2001; 4(4):1-12.

Kendler DL, Borges JL, Fielding RA, Itabashi A, Krueger D, Mulligan K, Camargos BM, Sabowitz B, Wu CH, Yu EW, Shepherd J. The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of Use and Reporting of DXA for Body Composition. J Clin Densitom. 2013; 16(4):496-507.

Bazzocchi A, Ponti F, Albisinni U, Battista G, Guglielmi G. DXA: Technical aspects and application. Eur J Radiol. 2016; 85(8):1481-92.

Friedl KE, DeLuca JP, Marchitelli LJ, Vogel JA. Reliability of body-fat estimations from a four compartment model by using density, body water, and bone mineral measurements. Am J Clin Nutr 1992; 55: 764-70

Kohrt WM. Body composition by DXA: tried and true? Med Sci Sports Exerc 1995; 27: 1349-53.

Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br. J. Nutr. 1978; 40, 497-504.

Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of women. Medicine and Science in Sports and Exercise 1980; 12(3), 175-183.

Lee DH, Keum N, Hu FB, Orav EJ, Rimm EB, Sun Q, Willett WC, Giovannucci EL. Development and validation of anthropometric prediction equations for lean body mass, fat mass and percent fat in adults using the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2006. *Br J Nutr.* 2017 Nov; 118(10):858-866.

Cavedon V, Zancanaro C, Milanese C. Anthropometric prediction of DXA-measured body composition in female team handball players. *PeerJ.* 2018 Nov 27; 6:e5913.

Guedes DP. Estudo da Gordura Corporal Através da Mensuração dos Valores de Densidade Corporal e da Espessura de Dobras Cutâneas em Universitários. *Kinesis,* 1985; 1(2) 183- 212

Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. Tese de Doutorado, Doutorado em Ciência do Movimento, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Marina, RS. 1995.

Blüher, M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol,* 2019; 15(5), 288-298.

Harrison GG, Buskirk ER, Lindsay Carter JE, Johnston FE, Lohman TG, Pollock ML, et al. Skinfold thicknesses and measurement technique. In Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1988: 55-70

World Health Organization. Obesity and overweight. WHO <https://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> (2016).

Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J Clin Epidemiol* 1991; 44(9): 955-6.

Lean MEJ, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* 1995 July 15; 311:158-61.

Han TS, van Leer EM, Seidell JC, Lean ME. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *BMJ* 1995; 311: 1401-5.

Després JP, Lemieux I, Prud'homme D. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients. *Br Med J*. 2001; 332:716-720.

Esmailzadeh A, Mirmiran P, Azizi F. Waist-to-hip ratio is a better screening measure for cardiovascular risk factors than other anthropometric indicators in Tehranian adult men. *International journal of obesity* 2004; 28(10), 1325-1332.

Lee CMY, Huxley RR, Wildman RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol* 2008; 61:646–653.

Ashwell M. Shape: the waist-to-height ratio is a good, simple screening tool for cardiometabolic risk. *Nutr Today* 2011; 46:85–89.

Padwal R, Leslie WD, Lix LM, Majumdar SR. Relationship Among Body Fat Percentage, Body Mass Index, and All-Cause Mortality: A Cohort Study. *Ann Intern Med*. 2016 Apr 19; 164(8):532-41.

Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, Xiang AH, Watanabe RM. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)*. 2011 May; 19(5):1083-9.

Woolcott OO, Bergman RN. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage - A cross-sectional study in American adult individuals. *Sci Rep*. 2018 Jul 20; 8(1):10980.

3. OBJETIVOS

Geral

Investigar a validade e desempenho de diferentes métodos antropométricos para avaliação da adiposidade em adultos jovens brasileiros.

Específicos

- Verificar a validade da equação massa de gordura relativa na estimativa do %GC em adultos brasileiros.
- Verificar o desempenho dos métodos antropométricos índice de massa corporal, circunferência de cintura, relação cintura-estatura, índice de adiposidade corporal e massa de gordura relativa em avaliar a adiposidade e identificar os valores de corte ideais para obesidade em adultos jovens brasileiros tendo a DXA como referencia.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento do estudo

O estudo seguiu o modelo transversal, incluindo 233 indivíduos saudáveis (133 homens e 101 mulheres) de uma instituição federal brasileira, com idades entre 18 e 30 anos. Os universitários foram convidados a participar do estudo através das plataformas online do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa e através de comunicação interpessoal. Para maior clareza dos resultados, foram excluídos da amostra indivíduos que apresentassem alguma condição que pudesse interferir na análise de composição corporal ou no resultado da DXA, como grávidas, amputados, indivíduos com prótese de silicone ou indivíduos que estivessem fazendo o uso de algum medicamento com poder de interferência na composição corporal.

Todos os procedimentos seguiram as recomendações para pesquisas com seres humanos, de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, CAAE 99311418.0.0000.5153, sob número de parecer 2.957.046. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi realizada no Laboratório de Performance Humana (LAPEH) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A coleta de dados do presente estudo é pertencente e ocorreu em simultâneo a de um estudo maior, de modo que se tenha realizado uma completa avaliação antropométrica pautada no modelo de avaliação proposto pela Sociedade Internacional para o Desenvolvimento da Cineantropometria (International Society for the Advancement of Kinanthropometry - ISAK) (Stewart et. al., 2011). A ISAK compreende medidas de dobras cutâneas, diâmetros ósseos, perímetros e comprimentos e alturas corporais, além de medidas básicas (massa corporal, estatura e envergadura). Contudo, para a realização do presente estudo, foram utilizadas apenas as medidas de estatura, massa corporal e perímetro de cintura, abdômen e quadril.

Para mensuração da estatura utilizou-se um estadiômetro da marca Filizola® (São Paulo, Brasil), amplitude de 220 cm e precisão de 0,1 cm, com o sujeito

posicionado de pé, descalço, com os pés unidos, os calcanhares, glúteos e a parte superior das costas em contato com a escala, mantendo a cabeça posicionada no plano de Frankfurt. A massa corporal foi realizada com os voluntários descalços e com roupas leves, utilizando uma balança digital da marca Sanny[®] (São Bernardo do Campo, Brasil), modelo ID-M 150/4 e precisão de 50 g.

As medidas de perimetria foram realizadas utilizando uma fita antropométrica inelástica e metálica da marca Cescorf[®] (Porto Alegre, Brasil), com amplitude de 2 m e precisão de 0,1 cm. A medida perimetria de cintura, utilizada nos métodos CC e RCE, foi realizada posicionando-se a fita métrica no ponto médio entre a última costela e a borda superior da crista ilíaca (Lean et al., 1995). O perímetro de abdômen foi medido na parte imediatamente superior do ponto anatômico crista ilíaca e utilizado na equação MGR (Woolcott e Bergman, 2018). A perimetria de quadril foi aferida no ponto de maior circunferência (Bergman et al., 2011). Todas as medidas foram realizadas em duplicata, registrando-se o valor médio e, quando a diferença entre a primeira e segunda medida fosse maior que 1%, uma terceira medida era realizada, tendo como resultado final a mediana das medidas.

O método MGR, testado quanto a sua validade na população jovem adulta brasileira (artigo 1) e os métodos antropométricos testados quanto a capacidade de avaliação de adiposidade e diagnóstico de obesidade (artigo 2) estão descritos no Quadro 1, com suas respectivas equações e medidas antropométricas necessárias.

Quadro 1. Métodos antropométricos, equações, parâmetros antropométricos mensurados e classificação empregada

Método antropométrico	Equação	Medidas antropométricas	Observações/ Classificação
Índice de massa corporal (IMC) <i>WHO, 1998</i>	$\text{IMC} = \frac{\text{massa corporal}}{\text{estatura}^2}$	Massa corporal (kg) Estatura (m)	Sobrepeso $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ Obesidade I $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ Obesidade II $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ Obesidade III $\geq 40 \text{ kg/m}^2$
Circunferência de cintura (CC) <i>Lean et al. 1995</i>	-	Perimetria de cintura (cm)	Risco I – Fem. 80 cm / Mas. 94 cm Risco II – Fem. 88 cm / Mas. 102 cm
Relação cintura-estatura (RCE) <i>Lee, 1995</i>	$\text{RCE} = \frac{\text{cintura}}{\text{estatura}}$	Perimetria de cintura (cm) Estatura (cm)	Risco I - 0,5 Risco II - 0,6
Índice de adiposidade corporal (IAC) <i>Bergman et al., 2011</i>	$\text{BAI} = \frac{\text{quadril}}{\text{estatura} \sqrt{\text{estatura}}} - 18$	Perimetria de quadril (cm) Estatura (m)	Resultado em %GC
Massa de gordura relativa (MGR) <i>Woolcott e Bergman, 2018</i>	$\text{MGR} = 64 - \left(20 \times \frac{\text{estatura}}{\text{cintura}} \right) + (12 \times \text{sexo})$	Estatura (m) Perimetria de cintura (m)	Sexo=0 homem Sexo=1 mulher Resultado em %GC

Composição corporal por DXA

Como método de referência para aferição da composição corporal, foi utilizado a absorciometria radiológica de dupla energia (DXA), um exame não invasivo, com duração média de 6 minutos e radiação extremamente baixa, capaz de avaliar a massa óssea, a massa magra e a massa de gordura. As avaliações foram realizadas na Divisão de Saúde do próprio campus universitário (UFV), por um técnico treinado e experiente em radiologia usando um densitômetro (GE Healthcare Lunar Prodigy Advance DXA System, versão de software 13.31). Para maior confiabilidade dos dados, o equipamento foi calibrado diariamente, usando uma calibração padrão, e semanalmente, usando um *phantom* de *step-wedge*, seguindo as instruções do fabricante.

Análise Estatística – artigo 1

Foi aplicado o teste de Kolmogorov Smirnov para avaliar a normalidade de distribuição dos dados. Utilizou-se estatística descritiva com valores expressos em média e desvio padrão, mínimos e máximos para todas as variáveis. As que não apresentaram distribuição normal foram expressas também em mediana e intervalo interquartilico.

Considerando que algumas variáveis não apresentaram distribuição normal, utilizou-se estatística não paramétrica. Para testar a associação entre o %GC estimado pela MGR e o medido pela DXA, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman. O teste de Wilcoxon foi utilizado para testar as diferenças nos valores de %GC entre DXA e MGR da amostra total.

Foi testada a normalidade de distribuição dos dados para cada subgrupo da amostra, separada por sexo e por faixas de %GC, utilizando o teste de Shapiro Wilk para os subgrupos com $n < 50$ e Kolmogorov Smirnov para aqueles com $n > 50$ (Barros e Reis, 2003). Para testar as diferenças nos valores de %GC entre DXA e MGR de cada subgrupo foram utilizados os testes t pareado, para aqueles com distribuição normal, e Wilcoxon, para aqueles que não apresentaram distribuição normal.

Para verificar a concordância e avaliar a reprodutibilidade entre os dois métodos foi utilizado o procedimento de Bland-Altman. Os limites de concordância de 95% calculados no Bland-Altman foram considerados "concordantes" se a diferença entre os valores fosse aproximadamente igual a um desvio padrão da média dos valores, a concordância "justa" seria se a distância entre os limites fosse próxima a dois DPs e "ruim" se próxima de três DPs (Zhou et al., 2010). Intervalos de confiança (IC) de 95% foram calculados para o viés e para os limites de concordância. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS versão 23 e foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$.

Análise Estatística – artigo 2

As variáveis contínuas foram testadas quanto a sua normalidade de distribuição dos dados utilizando o teste Kolmogorov-Smirnov. Foi utilizada estatística descritiva com valores expressos em média e desvio padrão, mínimos e máximos para caracterização da amostra completa e estratificada por gênero. O teste *t* de amostras independentes foi usado para testar as diferenças nas características antropométricas entre os gêneros.

A relação entre os métodos antropométricos e o %GC aferido por DXA foi examinada pela análise de correlação de Spearman. Análises de *Curvas Receiver Operating Characteristic* (ROC) foram utilizadas para avaliar a capacidade de predição de obesidade dos índices antropométricos IMC, CC, RCE, IAC e MGR, tendo como método referência a DXA. Foram utilizados os pontos de corte $\geq 33,9$

%GC para mulheres e $\geq 22,8\%$ para homens para classificação da obesidade (Woolcott e Bergman, 2018).

Foram também identificados os pontos de corte que melhor equilibraram sensibilidade e especificidade para identificação de obesidade dos cinco índices antropométricos (maior valor da soma de sensibilidade e especificidade) (Zou et al., 2007). A classificação incorreta da obesidade para cada método antropométrico foi expressa como o somatório da taxa de falsos negativos (1-sensibilidade) e de falsos positivos (1-especificidade) para os pontos de corte estabelecidos e para os encontrados através da análise ROC.

As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS versão 23 e foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$.

Referências

Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder H. International Standards for Anthropometric Assessment. Potchefstroom, South Africa: International Society for Advancement of Kinanthropometry; 2011.

Lean MEJ, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* 1995; 311:158-61.

Woolcott OO, Bergman RN. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage - A cross-sectional study in American adult individuals. *Sci Rep*. 2018 Jul 20;8(1):10980.

Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, Xiang AH, Watanabe RM. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)*. 2011 May;19(5):1083-9.

World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation, Geneva, 3-5 Jun 1997. Geneva: World Health Organization, 1998. (WHO/NUT/98.1.)

Lee JS, Aoki K, Kawakubo K, Gunji A. A study on indices of body fat distribution for screening for obesity. *J Occup Health* 1995; 37: 9–18.

Barros MVG, Reis RS. *Análise de dados em atividade física e saúde*. Londrina: Midiograf, 2003. P.60.

Zhou X, Dibley MJ, Cheng Y, Ouyang X, Yan H. Validity of selfreported weight, height and resultant body mass index in Chinese adolescents and factors associated with errors in self-reports. *BMC Public Health*. 2010. 10:190

Zou KH, O'Malley AJ, Mauri L. Receiver-operating characteristic analysis for evaluating diagnostic tests and predictive models. *Circulation*. 2007 Feb; 6;115(5):654-7.

5. ARTIGO 1

Validade da fórmula massa de gordura relativa (MGR) na predição do percentual de gordura corporal em adultos brasileiros

Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar a validade do método Massa de Gordura Relativa (MGR) na estimativa do percentual de gordura corporal (%GC) em adultos brasileiros. Foram avaliados 233 adultos jovens universitários, 132 homens ($22,6 \pm 2,6$ anos) e 101 mulheres ($23,0 \pm 2,7$ anos). Para cálculo do MGR, foram realizadas as medidas estatura e perímetro do abdômen. Para verificar sua validade utilizou-se DXA como referência. O MGR apresentou média de $27,8 \pm 7,3$ %GC vs $25,8 \pm 9,9$ DXA. A correlação entre MGR e DXA foi de $r = 0,86$ ($p < 0,001$). Houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos. O teste Bland Altman apontou baixa concordância entre os métodos, com viés de $-2,0$ %GC e limites de concordância $8,34$ e $-12,34$. O MGR não se mostrou válido na estimativa do %GC em adultos brasileiros, apresentando erro sistemático de superestimativa em indivíduos com baixo %GC e subestimativa naqueles com elevado %GC.

Palavras-Chave: Antropometria. Composição Corporal. Avaliação Física. Massa de gordura relativa.

Abstract

This study aimed to verify the validity of the Relative Fat Mass (RFM) method in estimating body fat percentage (% BF) in Brazilian adults. 233 young adults university students were assessed, 132 men (22.6 ± 2.6 years) and 101 women (23.0 ± 2.7 years). Height and abdomen circumferences were measured to calculate RFM. DXA was used as a reference to check its validity. DXA showed a mean of 27.8 ± 7.3 BF% vs. 25.8 ± 9.9 DXA. The correlation between RFM and DXA was $r = 0.86$ ($p < 0.001$). There was a statistically significant difference between the methods. The Bland-Altman test showed low agreement between them, with a bias of -2.0 BF% and limits of agreement 8.34 and -12.34 . RFM did not prove to be valid in estimating the

BF% in Brazilian adults, presenting a systematic error of overestimation in individuals with low BF% and underestimation in those with high BF%.

Introdução

A obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, representando importante fator de risco para surgimento de comorbidades, como dislipidemias, diabetes mellitus tipo II, hipertensão arterial, diferentes tipos de câncer, doenças cardiovasculares e síndrome metabólica, sendo uma das principais causas de morte evitável (Saltiel & Olefsky, 2017). A prevalência de obesidade vem aumentando em proporções epidêmicas em homens e mulheres, em todas as faixas etárias, principalmente nos países em desenvolvimento como o Brasil (Ferreira & Magalhães, 2006; Coutinho et al., 2008; NCD-RisC, 2017; Blüher, 2019). Diante desse cenário, o diagnóstico de sobrepeso e obesidade é de suma importância para tratamento e controle dessa pandemia.

A absorciometria radiológica por dupla emissão de raios X (DXA) vem sendo utilizado como um método de referência para diagnóstico de obesidade por meio da mensuração do percentual de gordura corporal (%GC) (Salamone et al., 2000; Kendler et al., 2013; Bazzocchi et al., 2016). A DXA faz uma análise não invasiva transversal do corpo, sendo amplamente utilizada para validação de métodos mais simples e acessíveis de estimativa da composição corporal, uma vez que o exame é de alto custo e difícil acesso para uso populacional (Lee et al., 2017; Cavedon et al., 2018).

Um método alternativo ao de laboratório, provavelmente o mais antigo e difundido método de avaliação do estado nutricional, é o índice de massa corporal (IMC), que utiliza apenas da massa corporal e estatura em sua fórmula (Keys et al., 1972; Lee et al., 2017). Contudo, há décadas são relatadas limitações do IMC, especialmente por três fatores: seu resultado pode ser dependente da estatura; a estatura é influenciada pela proporção corporal, logo, indivíduos com mesma estatura e maior comprimento de pernas ou do tronco podem ter impacto no resultado; o uso da massa corporal no numerador não faz distinção de massa de gordura e massa livre de gordura, que são integrantes da composição corporal que apresentam diferentes impactos sobre a saúde (Garn et al., 1986; Prentice & Jebb, 2001; Ashwell et al., 2011). Além disso, um estudo recente realizado com amostra

de adultos acima de 40 anos aponta que é o excesso de acúmulo de gordura corporal, e não o IMC alto, que está associado ao risco de mortalidade elevada (Pardwal et al., 2016).

Com o intuito de ser um método mais prático que a DXA para a avaliação da GC e visando superar as limitações do IMC, foi criado o Índice de adiposidade corporal (IAC), utilizando a DXA como método de referência, cuja fórmula para estimativa do %GC utiliza apenas as medidas antropométricas de perímetro de quadril e estatura (Bergman et al., 2011). Porém, uma revisão sistemática demonstrou que o método possui limitações em sua validade, apresentando baixa concordância com a DXA em estudos com diversas populações, superestimando o %GC em indivíduos com baixos %GC e subestimando nos indivíduos com %GC elevados (Cerqueira et al., 2018). Outra limitação do método foi o fato da equação de estimativa do %GC ser a mesma para homens e mulheres, deixando de levar em consideração as características morfológicas específicas dos sexos.

Recentemente foi proposto pelo mesmo grupo de pesquisadores criadores do IAC um novo método antropométrico para estimativa do %GC chamado massa de gordura relativa (MGR), que também faz uso de apenas duas medidas, estatura e perímetro do abdômen, para estimativa do %GC, utilizando também a DXA como método de referência (Woolcott & Bergman, 2018). A MGR apresenta como evolução em relação ao IAC um fator na equação de forma que o resultado seja específico por sexo. Na população de adultos americanos, a MGR apresentou relação mais linear do que o IMC com os resultados de %GC medidos pela DXA, além de apresentar menor viés, maior acurácia e melhor precisão. Os resultados também apontam maior sensibilidade da MGR para diagnóstico de obesidade em relação ao IMC, apresentando menos falsos negativos em ambos os sexos e menos falsos positivos em indivíduos do sexo masculino, embora a capacidade de predição do %GC pela MGR seja menor em indivíduos mais magros ou idosos (Woolcott & Bergman, 2018).

Por se tratar de um método novo, poucos estudos foram realizados utilizando a MGR. Andreasson et al., (2019) realizaram análises sobre a capacidade preditiva de mortalidade; Kobo et al. (2019a) avaliou a MGR como critério de obesidade abdominal na síndrome metabólica e (2019b) na predição de dislipidemia e síndrome metabólica; Woolcott & Bergman (2020) propôs pontos de corte de obesidade a

partir dessa técnica; Machado et al. (2020) buscou verificar a MGR na predição de presença e severidade de doença hepática gordurosa não alcoólica.

Um número também restrito de estudos teve como foco verificar a concordância entre o %GC aferido por método de maior precisão, como DXA, e estimado pelo novo método MGR em diferentes populações. Nestes, foram avaliados adultos mexicanos (Guzmán-León et al., 2019), adultos saudáveis norte americanos (Fedewa et al., 2020), crianças e adolescentes norte americanos (Woolcott & Bergman, 2019), adultos coreanos (Paek et al., 2019) e um estudo foi desenvolvido com a finalidade de verificar a validade da MGR em indivíduos com síndrome de Down (Fedewa et al., 2019).

Evidências preliminares sugerem que a MGR apresenta maior acurácia que o IMC e o IAC (Woolcott & Bergman, 2019; Andreasson et al., 2019; Kobo et al., 2019b; Fedewa et al., 2019), e por empregar apenas dois parâmetros antropométricos extremamente simples, caso apresente boa precisão e seja válido para a população brasileira, o método será uma alternativa interessante a ser utilizada principalmente em estudos de base populacional. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi verificar a validade da MGR na predição do %GC em uma amostra de adultos jovens brasileiros.

Material e métodos

Tipo de Estudo

O estudo seguiu o modelo transversal e teve uma amostra de 233 estudantes universitários (132 homens) de uma Instituição Federal Brasileira. Foram incluídos na amostra indivíduos saudáveis, com idade entre 18 e 30 anos. Grávidas e pessoas com deficiência foram excluídos da amostra. Todos os procedimentos seguiram as recomendações para pesquisas com seres humanos, de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), CAAE 99311418.0.0000.5153, sob número de parecer 2.957.046. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Medidas antropométricas

A avaliação antropométrica foi realizada no Laboratório de Performance Humana (LAPEH) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram realizadas as

medidas estatura, massa corporal e perímetro abdominal. Para mensuração da estatura utilizou-se um estadiômetro da marca Filizola[®] (São Paulo, Brasil), amplitude de 220 cm e precisão de 0,1 cm, e a medida foi realizada com o sujeito de pé, descalço, com os pés unidos, os calcanhares, glúteos e a parte superior das costas em contato com a escala, mantendo a cabeça posicionada no plano de Frankfurt. A medida de massa corporal foi realizada com os voluntários descalços e com roupas leves, utilizando uma balança digital da marca Sanny[®] (São Bernardo do Campo, Brasil), modelo ID-M 150/4 e precisão de 50 g. A medida do perímetro abdominal foi realizada na parte superior do ponto anatômico crista ilíaca (Woolcott e Bergman, 2018) com uma fita antropométrica inelástica e metálica da marca Cescorf[®] (Porto Alegre, Brasil), com amplitude de 2 m e precisão de 0,1 cm.

Todas as medidas foram realizadas em duplicata, registrando-se o valor médio e, quando a diferença entre a primeira e segunda medida fosse maior que 1%, uma terceira medida era realizada, tendo como resultado final a mediana das medidas. Para estimativa do percentual de gordura corporal utilizou-se a equação massa de gordura relativa:

$$\text{MGR} = 64 - \left(20 \times \frac{\text{estatura}}{\text{cintura}} \right) + (12 \times \text{sexo})$$

sendo o sexo = 0 para masculino e sexo = 1 para feminino, e ambas as medidas expressas em metros.

Composição corporal por DXA

Como método de referência para aferição da composição corporal, foi utilizado a absorciometria radiológica por dupla emissão de raios X, um exame não invasivo, com duração média de 6 minutos e radiação extremamente baixa, capaz de avaliar a massa óssea, a massa magra e a massa de gordura. As avaliações foram realizadas na Divisão de Saúde do próprio campus universitário (UFV), por um técnico treinado e experiente em radiologia usando um densitômetro (GE Healthcare Lunar Prodigy Advance DXA System[®], versão de software 13.31). Para maior confiabilidade dos dados, o equipamento foi calibrado diariamente, usando uma calibração padrão, e semanalmente, usando um *phantom* de *step-wedge*, seguindo as instruções do fabricante.

Análise Estatística

Foi aplicado o teste de Kolmogorov Smirnov para avaliar a normalidade de distribuição dos dados. Utilizou-se estatística descritiva com valores expressos em média e desvio padrão, mínimos e máximos para todas as variáveis. As que não apresentaram distribuição normal foram expressas também em mediana e intervalo interquartilico.

Considerando que algumas variáveis não apresentaram distribuição normal, utilizou-se estatística não paramétrica. Para testar a associação entre o %GC estimado pela MGR e o medido por DXA, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman. O teste de Wilcoxon foi utilizado para testar as diferenças nos valores de %GC entre DXA e MGR da amostra total.

Foi testada a normalidade de distribuição dos dados para cada subgrupo da amostra, separada por sexo e por faixas de %GC, utilizando o teste de Shapiro Wilk para os subgrupos com $n < 50$ e Kolmogorov Smirnov para aqueles com $n > 50$ (Barros & Reis, 2003). Para testar as diferenças nos valores de %GC entre DXA e MGR de cada subgrupo foram utilizados os testes t pareado, para aqueles com distribuição normal, e Wilcoxon, para aqueles que não apresentaram distribuição normal.

Para verificar a concordância e avaliar a reprodutibilidade entre os dois métodos foi utilizado o procedimento de Bland-Altman. Os limites de concordância de 95% calculados no Bland-Altman foram considerados "concordantes" se a diferença entre os valores fosse aproximadamente igual a um desvio padrão da média dos valores, a concordância "justa" seria se a distância entre os limites fosse próxima a dois DPs e "ruim" se próxima de três DPs (Zhou et al., 2010). Intervalos de confiança (IC) de 95% foram calculados para o viés e para os limites de concordância. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS versão 23 e foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

Na tabela 1 são apresentadas as características descritivas da amostra, separada por sexo e da amostra completa.

Tabela 1. Características da amostra total e separada por sexo

Variáveis	Homens (n = 132)		Mulheres (n = 101)		Todos (n = 233)	
	Média ± DP	Min – Máx	Média ± DP	Min – Máx	Média ± DP	Min – Máx
Idade	22.6 ± 2.6	18.0 – 30.9	23.0 ± 2.7	18.0 – 30.5	22.8 ± 2.6	18.0 – 30.9
MC (kg)	78.0 ± 13.7	54.7 – 129.9	60.5 ± 9.5	42.0 – 89.5	70.4 ± 14.8	42.0 – 129.9
Estatutura (cm)	176.5 ± 6.6	162.7 – 195.1	163.3 ± 5.9	151.5 – 176.7	170.8 ± 9.1	151.5 – 195.1
Abdômen (cm)	86.3 ± 10.4	69.1 – 130.5	79.6 ± 8.6	63.0 – 113.9	83.4 ± 10.1	63.0 – 130.5
IMC (kg/m ²)	25.0 ± 4.1	18.1 – 42.5	22.7 ± 3.4	17.6 – 34.5	24.0 ± 3.9	17.6 – 42.5
DXA (%GC)	20.9 ± 8.8	5.7 – 47.9	32.1 ± 7.6	16.6 – 52.2	25.8 ± 9.9	5.7 – 52.2
*MGR (%GC)	22.6 ± 4.4	13.2 – 37.3	34.6 ± 4.3	26.7 – 46.8	27.8 ± 7.3	13.2 – 46.8
	Mediana	IQR	Mediana	IQR	Mediana	IQR
*MGR (%GC)	22.2	5.0	34.2	5.2	27.4	12.2

IQR – intervalo interquartilico; MC – massa corporal; IMC – índice de massa corporal; GC – gordura corporal.

*Variável que não apresentou distribuição normal (MGR) expressa também em mediana e IQR.

O resultado do coeficiente de correlação de Spearman entre o %GC aferido pela DXA e estimado pela MGR foi forte e altamente significativa ($r = 0,86$; $P < 0,001$). A Tabela 2 apresenta as comparações do %GC medido por DXA e estimado pela MGR analisando o grupo todo, separado por sexo e por faixa de %GC determinada pela DXA (grupo todo; <20%; entre 20% e 35%; > 35%). Em todos os grupos houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos.

Tabela 2. Percentual de gordura corporal aferido por DXA e MGR em diferentes faixas de adiposidade

%GC	Homens				Mulheres				Todos			
	N	DXA	MGR	<i>p</i>	N	DXA	MGR	<i>P</i>	N	DXA	MGR	<i>P</i>
Todos	132	20.9	22.6	0.000	101	32.1	34.6	0.000*	233	25.8	27.8	0.000
< 20%	66	14.1	19.9	0.000	6	18.8	28.7	0.000**	72	14.5	20.7	0.000
20 - 35%	56	25.4	24.1	0.004	62	28.7	33.2	0.000	118	27.1	28.9	0.000
> 35%	10	41.0	31.6	0.016	33	40.9	38.1	0.000	43	40.9	36.6	0.000*

A maior parte dos dados dos subgrupos não apresentou distribuição normal, foi utilizado o teste de Wilcoxon para análise das diferenças entre os subgrupos; *Apresentou distribuição normal e mesmo resultado no teste t de student e Wilcoxon; **Apresentou distribuição normal e resultados diferentes no teste t de student e Wilcoxon (0.027). Optou-se pela estatística paramétrica.

Na figura 1 é apresentado o gráfico de Bland Altman para demonstrar a concordância entre os métodos. A média ± DP do %GC da DXA foi $25,8 \pm 9,9$ % comparado com $27,8 \pm 7,3$ % da MGR. O viés da MGR foi $-2,0 \pm 5,28$ %GC (IC 95%

-2,68 e -1,32; erro padrão 0,34), indicando que em média o método superestima o %GC medido pela DXA. Os limites de concordância foram definidos como o viés médio \pm 1,96 DP das diferenças, apresentando 8,34 (IC 95% 7,18 e 9,49) como limite superior e -12,34 (IC 95% -13,49 e -11,18) como limite inferior, sendo o afastamento entre os limites maior que três desvios padrão.

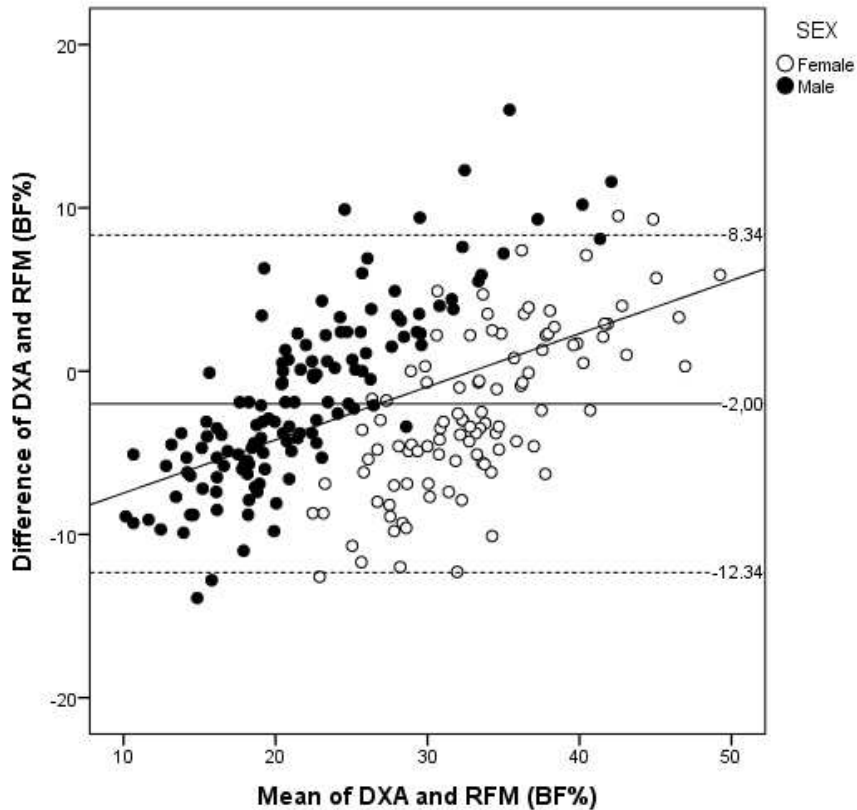


Figura 1. Gráfico de Bland-Altman comparando o %GC medido por DXA e estimado pela MGR. A linha sólida central representa o viés, as linhas tracejadas representam os limites de concordância superior e inferior e a linha de regressão sólida representa a tendência de erro da MGR em relação à medida crítica.

Discussão

O presente estudo examinou a validade do método MGR em prever %GC em adultos jovens brasileiros, utilizando a DXA como método de referência. Os resultados sugerem que a MGR não possui boa validade para a estimativa do %GC quando comparado a DXA nessa população, uma vez que houve diferença estatisticamente significativa e baixa concordância entre os métodos.

O resultado da correlação entre os métodos foi de 0,86 ($p < 0,001$), e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,74$, que demonstra forte associação entre os

métodos. Porém o resultado foi inferior ao observado pelos autores na proposição da MGR ($R^2 = 0,84$). O resultado da gordura corporal do grupo todo foi estatisticamente superior na MGR, similar ao observado no estudo com adultos coreanos (Paek et al., 2019) com idade média de 49,9 anos e com valor médio de $28,3 \pm 7,7$ %GC, próximo ao encontrado no presente estudo. Resultados superestimados de %GC utilizando a MGR também foram encontrados no estudo realizado com adultos saudáveis norte americanos (Fedewa et al., 2020), com idades entre 18 e 40 anos, apresentando erro médio de superestimativa de GC de $4,3 \pm 4,6$ %GC.

Na comparação do %GC entre os métodos divididos por faixas de %GC e por sexo, observa-se que a MGR superestima os valores mais baixos, em indivíduos na faixa inferior a 20 %GC e subestima os maiores valores, na faixa acima de 35 %GC, independente do sexo. Na faixa entre 20 a 35 %GC, nos homens a MGR subestimou o %GC medido por DXA, enquanto entre as mulheres houve superestimativa do %GC. Esses resultados são semelhantes ao observado no método IAC (Johnson et al., 2012; Ramirez-Vélez et al., 2016), mostrando que o novo método não superou as limitações do método anterior que foi elaborado pelo mesmo grupo de pesquisadores.

Na análise de concordância entre os métodos foi encontrado um viés de -2,0, ou seja, a MGR apresentou uma superestimativa em relação ao método de referência. Os limites de concordância foram maiores que 2 DP do %GC medido pela DXA (DP 9,9%), valores considerados muito elevados, demonstrando erros grandes tanto de superestimativa quanto de subestimativa, dependendo da faixa de %GC considerada. Esses limites de concordância muito elevados também foram observados no estudo com adultos coreanos (Paek et al., 2019), adultos saudáveis norte americanos (Fedewa et al., 2020), crianças e adolescentes norte americanos (Woolcott & Bergman, 2019) e no próprio estudo de validação do MGR com adultos norte americanos (Woolcott & Bergman, 2018), todos com valores próximos a $\pm 10,0\%$. Analisando os dados, observou-se que realmente a MGR pode apresentar erros muito elevados. Dos casos de superestimativa da MGR em relação à DXA, houve diferença de até 13,9 pontos percentuais entre os métodos em um mesmo indivíduo, enquanto nas situações de subestimativa, a diferença entre o %GC de um mesmo indivíduo pela DXA e MGR chegou a 16,0 pontos percentuais. Esses resultados apontam que existe baixa concordância entre os métodos.

A fim de demonstrar as limitações da MGR na predição do %GC, analisando casos específicos da amostra foram selecionados dois sujeitos do sexo masculino, com valores de massa corporal (67,1 e 68,4 kg), estatura (164,7 e 166,1 cm), IMC (24,7 e 24,8 kg/m²), perímetro abdominal (79,4 e 78,7 cm) e valores de idade semelhantes (23,2 e 22,6 anos). Ao calcular o %GC pela MGR, obtiveram valores parecidos (22,5% e 21,8%), entretanto, quando analisado por meio do método de referência (DXA), percebeu-se que além de haver uma superestimativa dos resultados, os valores que antes eram semelhantes se mostraram discrepantes (15,1% e 7,9%). Esse exemplo demonstra que a MGR não foi sensível em identificar a diferença de gordura corporal em perfis antropométricos semelhantes, pois além de superestimar o %GC, ela também equiparou indivíduos com acúmulo de GC muito diferentes.

O estudo de desenvolvimento do método MGR trabalhou com ampla faixa etária, incluindo na validação indivíduos com idades até 69 anos. Sugere-se a realização de outros estudos com abrangência de faixa etária mais ampla, além da inclusão de participantes de outras regiões brasileiras, considerando a miscigenação de raças da população. A inclusão de diferentes faixas etárias e subgrupos populacionais oferecerá oportunidade para uma maior compreensão da validade da MGR na população brasileira.

Em conclusão, baseado nos resultados analisados, a MGR não é um método apropriado para avaliar o %GC em adultos jovens brasileiros. Além de apresentar resultado estatisticamente superior de %GC, a equação apresentou pobre concordância, com erro sistemático de superestimativa do resultado em indivíduos com baixo percentual de gordura corporal e subestimativa naqueles com gordura corporal elevada, não devendo assim ser utilizada em estudos de base populacional com indivíduos de características similares aos do presente estudo.

Referências

Andreasson, A., Carlsson, A.C., Önerhag, K. e Hagström, H (2019). Predictive Capacity for Mortality and Severe Liver Disease of the Relative Fat Mass Algorithm. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 17(12), 2619-2620. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2018.11.026>

Ashwell, M. (2011). Charts based on body mass index and waist-to height ratio to assess the health risks of obesity: a review. *Open Obes J*, 3, 78–84. <https://doi.org/10.2174/1876823701103010078>

Barros, M.V.G. e Reis, R.S. (2003). *Análise de dados em atividade física e saúde*. Londrina: Midiograf. 60.

Bazzocchi, A., Ponti, F., Albisinni, U., Battista, G. e Guglielmi, G. (2016). DXA: Technical aspects and application. *Eur J Radiol*, 85(8), 1481-92. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.04.004>

Bergman, R.N., Stefanovski, D., Buchanan, T.A., Sumner, A.E., Reynolds, J.C., Sebring, N.G., Xiang, A.H. e Watanabe, R.M. (2011). A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)*, 19(5), 1083-9. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.38>

Blüher, M. (2019). Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol*, 15(5), 288-298. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0176-8>

Cavedon, V., Zancanaro, C. e Milanese, C. (2018). Anthropometric prediction of DXA-measured body composition in female team handball players. *PeerJ*, 27(6), 5913. <https://doi.org/10.7717/peerj.5913>

Cerqueira, M.S., Santos, C.A.D., Silva, D.A.S, Amorim, P.R.D.S., Marins, J.C.B. e Franceschini, S.D.C.C. (2018). Validity of the Body Adiposity Index in Predicting Body Fat in Adults: A Systematic Review. *Adv Nutr*, 9(5), 617-624. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy043>

Coutinho, J.G., Gentil, P.C. e Toral, N. (2008). A desnutrição e obesidade no Brasil: o enfrentamento com base na agenda única da nutrição. *Cad. Saúde Pública*, 24(2), 332- 340.

Fedewa, M.V., Russell, A.R., Nickerson, B.S., Fedewa, M.P., Myrick, J.W. e Esco, M.R. (2019). Relative accuracy of body adiposity index and relative fat mass in

participants with and without down syndrome. *Eur J Clin Nutr*, 73(8), 1117-1121. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0351-3>

Fedewa, M.V., Nickerson, B.S. e Esco, M.R. (2020). The Validity of Relative Fat Mass and Body Adiposity Index as Measures of Body Composition in Healthy Adults. *Meas Phys Educ Exerc Sci*, 24(2), 137-146. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2020.1720689>

Ferreira, V.A. e Magalhães, R. (2006). Obesidade no Brasil: tendências atuais. *Rev Port Sau Pub*, 24(2).

Garn, S.M., Leonard, W.R. e Hawthorne, V.M. (1986). Three limitations of the body mass index. *Am J Clin Nutr*, 44(6), 996-7. <https://doi.org/10.1093/ajcn/44.6.996>

Guzmán-León, A.E., Velarde, A.G., Vidal-Salas, M., Urquijo-Ruiz, L.G., Caraveo-Gutiérrez, L.A. e Valencial, M.E. (2019). External validation of the relative fat mass (RFM) index in adults from north-west Mexico using different reference methods. *PLoS ONE*, 14(12), 0226767. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226767>

Johnson, W., Chumlea, W.C., Czerwinski, S.A. e Demerath, E.W. (2012). Concordance of the recently published body adiposity index with measured body fat percent in European-American adults. *Obesity (Silver Spring)*, 20(4), 900-3. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.346>

Kendler, D.L., Borges, J.L., Fielding, R.A., Itabashi, A., Krueger, D., Mulligan, K., Camargos, B.M., Sabowitz, B., Wu, C.H., Yu, E.W. e Shepherd J. (2013). The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of Use and Reporting of DXA for Body Composition. *J Clin Densitom*, 16(4), 496-507. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2013.08.020>

Keys, A., Fidanza, F., Karvonen, M.J., Kimura, N. e Taylor, H.L. (1972). Indices of relative weight and obesity. *J Chronic Dis*, 25(6), 329-43. <https://doi.org/10.1093/ije/dyu058>

Kobo, O., Leiba, R., Avizohar, O. e Karban, A. (2019). Relative fat mass (RFM) as abdominal obesity criterion for metabolic syndrome. *Eur J Intern Med*, 63, 9-11. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2019.03.002>

Kobo, O., Leiba, R., Avizohar, O. e Karban, A. (2019). Relative fat mass is a better predictor of dyslipidemia and metabolic syndrome than body mass index. *Cardiovasc Endocrinol Metab*, 8(3), 77-81. <https://doi.org/10.1097/XCE.000000000000176>

Lee, D.H., Keum, N., Hu, F.B., Orav, E.J., Rimm, E.B., Sun, Q., Willett, W.C. e Giovannucci, E.L. (2017). Development and validation of anthropometric prediction equations for lean body mass, fat mass and percent fat in adults using the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2006. *Br J Nutr*, 118(10), 858-866. <https://doi.org/10.1017/S0007114517002665>

Machado, M.V., Policarpo, S., Coutinho, J., Carvalhana, S., Leitão, J., Carvalho, A., Silva, A.P., Velasco, F., Medeiros, I., Alves, A.C., Bourbon, M. e Cortez-Pinto, H. (2020). What Is the Role of the New Index Relative Fat Mass (RFM) in the Assessment of Nonalcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD). *Obes Surg*, 30, 560 – 568. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-04213-8>

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*, 390(10113), 2627-2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)

Padwal, R., Leslie, W.D., Lix, L.M. e Majumdar, S.R. (2016). Relationship Among Body Fat Percentage, Body Mass Index, and All-Cause Mortality: A Cohort Study. *Ann Intern Med*, 164(8), 532-41. <https://doi.org/10.7326/L16-0334>

Paek, J.K., Kim, J., Kim, K. e Lee, S.Y. (2019). Usefulness of relative fat mass in estimating body adiposity in Korean adult population. *Endocr J*, 66(8), 723-729. <https://doi.org/10.1507/endocrj.EJ19-0064>

Prentice, A.M. e Jebb, S.A. (2001). Beyond body mass index. *Obesity Reviews*, 2, 141–147. <https://doi.org/10.1046/j.1467-789x.2001.00031.x>

Ramírez-Vélez, R., Correa-Bautista, J.E., González-Ruiz, K., Vivas, A., García-Hermoso, A. e Triana-Reina, H.R. (2016). Predictive Validity of the Body Adiposity Index in Overweight and Obese Adults Using Dual-Energy X-ray Absorptiometry. *Nutrients*, 8(12), 737. <https://doi.org/10.3390/nu8120737>

Salamone, L.M, Fuerst, T., Visser, M., Kern, M., Lang, T., Dockrell, M., Cauley, J.A., Nevitt, M., Tyavsky, F. e Lohman, T.G. (2000). Measurement of fat mass using DEXA: a validation study in elderly adults. *J Appl Physiol*, 89(1), 345-52. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.345>

Saltiel, A.R. e Olefsky, J.M. (2017). Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *J Clin Invest*, 127(1), 1-4. <https://doi.org/10.1172/JCI92035>

Woolcott, O.O. e Bergman, R.N. (2018). Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage - A cross-sectional study in American adult individuals. *Sci Rep*, 8(1), 10980. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29362-1>

Woolcott, O.O. e Bergman, R.N. (2019). Relative Fat Mass as an estimator of whole-body fat percentage among children and adolescents: A cross-sectional study using NHANES. *Sci Rep*, 9(1), 15279. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51701-z>

Woolcott, O.O. e Bergman, R.N. (2020). Defining cutoffs to diagnose obesity using the relative fat mass (RFM): Association with mortality in NHANES 1999–2014. *Int J Obes*, 44, 1301-1310. <https://doi.org/10.1038/s41366-019-0516-8>

Zhou, X., Dibley, M.J., Cheng, Y., Ouyang, X. e Yan, H. (2010). Validity of selfreported weight, height and resultant body mass index in Chinese adolescents and factors associated with errors in self-reports. *BMC Public Health*, 10, 190. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-190>

6. ARTIGO 2

Desempenho de diferentes indicadores antropométricos na determinação da obesidade em adultos jovens

Resumo

Objetivo: Avaliar o desempenho dos métodos índice de massa corporal (IMC), circunferência de cintura (CC), relação cintura-estatura (RCE), índice de adiposidade corporal (IAC) e massa de gordura relativa (MGR) na avaliação da adiposidade e identificar os pontos de corte ideais em cada método para caracterizar a obesidade em adultos jovens brasileiros. Métodos: Foram avaliados 233 adultos jovens universitários, 132 homens ($22,6 \pm 2,6$ anos) e 101 mulheres ($23,0 \pm 2,7$ anos). Para cálculo do IMC, RCE, IAC e MGR foram realizadas as medidas estatura, perímetro de cintura, abdômen e quadril e massa corporal. Utilizou-se a DXA como método de referência. Para testar a associação entre os métodos antropométricos e a referência, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman. Análises de Curvas ROC foram utilizadas para avaliar a capacidade de predição de obesidade dos índices e para definir os pontos de corte que melhor identificam a obesidade. Resultados: A MGR apresentou maiores valores de correlação com DXA entre os homens (0,809) e quando analisada a amostra total (0,860) e maior valor de AUC entre os homens (0,935). Entre as mulheres, o IAC apresentou maior valor de correlação (0,772) e maior valor de AUC (0,892). Os pontos de corte 24,3 %GC para os homens na MGR e 29,5 %GC no IAC entre as mulheres apresentaram melhor relação entre sensibilidade e especificidade para determinação da obesidade. Conclusão: Entre os cinco métodos analisados quanto ao seu desempenho, à utilização do IAC entre as mulheres e da MGR ente os homens adultos jovens brasileiros fornecem estimativa válida da adiposidade corporal.

Palavras-Chave: Antropometria. Composição corporal. Avaliação física.

Abstract

Objective: Assess the performance of the methods: body mass index (BMI), waist circumference (WC), waist-to-height ratio (WHtR), body adiposity index (BAI) and relative fat mass (RFM) in the assessment of adiposity and identify the ideal cutoff points for each method to characterize obesity in young Brazilian adults. Methods:

233 young adult university students were assessed, 132 men (22.6 ± 2.6 years) and 101 women (23.0 ± 2.7 years). Height, waist, abdominal and hip circumferences and body mass were measured in order to calculate BMI, WHtR, BAI and RFM. DXA was used as a reference method. Spearman's correlation coefficient was used to test the association between anthropometric methods and the reference. ROC Curve analyzes were used to assess the obesity prediction capacity of the indices and to define the cutoff points that best identify obesity. Results: RFM showed higher values of correlation with DXA among men (0.809) and when analyzed the total sample (0.860) in addition to higher value of AUC among men (0.935). Among women, the BAI had the highest correlation value (0.772) and the highest AUC value (0.892). The cutoff points 24.3 BF% for men in RFM and 29.5 BF% in BAI among women showed a better relationship between sensitivity and specificity for determining obesity. Conclusion: Among the five methods analyzed regarding their performance, the use of BAI among women and RFM among young adult Brazilian men provide a valid estimate of body adiposity.

Introdução

A obesidade é um transtorno mundial que vem aumentando em proporções pandêmicas, atingindo cerca de 15% da população adulta em todo o mundo e 20,3% da população brasileira (WHO, 2016; Blüher, 2019; VIGITEL, 2019). Considerando seu relevante risco para o surgimento de comorbidades metabólicas associadas e doença cardiovascular (DCV), uma atenção especial deve ser dada ao diagnóstico precoce, a fim de orientar o gerenciamento adequado da doença e desenvolver estratégias preventivas (Saltiel e Olefsky, 2017). Métodos de referência para análise precisa da composição corporal e adiposidade, como a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA), são de difícil acesso a nível populacional, mas amplamente utilizados na validação de outros métodos mais simples e de fácil aplicabilidade (Lee et al., 2017; Cavedon et al., 2018).

O índice de massa corporal (IMC) é um método simples, amplamente utilizado em estudos epidemiológicos e na prática clínica, para avaliação do estado nutricional e como método para triagem de sobrepeso e obesidade (Keys et al., 1972; WHO, 1998; Lee et al., 2017). Entretanto, a própria Organização Mundial da Saúde recomenda cautela na utilização do referido método, uma vez que o IMC não avalia precisamente a adiposidade, pois não faz distinção entre massa muscular e

massa de gordura. Além disso, a relação entre o IMC e o conteúdo de gordura corporal (GC) pode ser variante entre indivíduos, de acordo com a proporção corporal e os diferentes tipos de distribuição de GC. À vista de tais limitações, o método pode apresentar resultados subestimados ou superestimados e consequente classificação errônea de sobrepeso e obesidade (Garn et al., 1986; Ashwell et al., 2011a, Bergman et al., 2011).

Métodos alternativos adicionais à utilização do IMC, como a circunferência de cintura (CC), são sugeridos e tidos como valiosos na identificação de risco aumentado de doenças relacionadas à obesidade devido ao acúmulo de gordura abdominal (WHO, 1998). Porém, Lean et al. (1995) e Han et al. (1995) propuseram o uso da CC isolada como um método para indicar a necessidade de controle do peso. Tratando-se de uma medida de adiposidade central, está fortemente associada ao risco de desenvolvimento de complicações metabólicas e DCV, sendo proposta também como um indicador de risco a saúde. A CC demonstrou melhor precisão que o IMC por prever não apenas complicações metabólicas recorrentes do acúmulo excessivo de GC, mas também alterações nos marcadores bioquímicos precursoras às complicações metabólicas (Després et al., 2001).

Porém, a precisão da CC como indicativo de risco foi questionada quando aplicada em diferentes grupos étnicos com variações de estatura, uma vez que o risco de desenvolvimento de um quadro cardiometabólico não é o mesmo entre indivíduos com a mesma CC e estatura diferentes (Hsieh e Yoshinaga, 1999; Ashwell, 2011b). Em vista disso, o modelo que avalia a relação cintura-estatura (RCE) vem, desde meados da década de 90, sendo utilizado como indicativo mais preciso de risco a saúde (Lee et al, 1995; Hsieh e Yoshinaga, 1995a e 1995b; Ashwell et al., 2012).

Evidências estatísticas apoiam a superioridade das medidas de obesidade centralizada, especialmente a RCE, sobre o IMC, para detectar fatores de risco cardiovascular e obesidade em homens e mulheres (Lee et al., 1995; Lee et al., 2008). Uma metanálise comparou o desempenho do IMC, CC e RCE em discriminar o risco para desenvolvimento de diabetes, hipertensão, dislipidemias, síndrome metabólica e DCV. Em todas as análises, a RCE mostrou-se superior ao IMC e a CC para discriminar o risco cardiometabólico relacionado à obesidade (Ashwell et al., 2012). Outras evidências também comprovam o desempenho superior da RCE

contraposto não só ao IMC e CC, mas também à relação cintura-quadril (Hsieh e Yoshinaga, 1995a e 1995b).

Contudo, o IMC, a CC e a RCE não avaliam especificamente o conteúdo de GC. Como é o acúmulo excessivo de GC que está de fato associado ao risco elevado de mortalidade, outros métodos vêm sendo propostos visando à estimativa do %GC, para uma melhor triagem de obesidade e identificação do risco (Pardwal et al., 2016).

O índice de adiposidade corporal (IAC) foi proposto por Bergman et al. (2011) há quase uma década, como um método antropométrico para a estimativa do %GC que superasse as limitações do IMC na avaliação do estado nutricional. O IAC foi desenvolvido utilizando a DXA como método referência, e requer apenas as medidas antropométricas estatura e perímetro de quadril para cálculo da adiposidade (Bergman et al., 2011). Por incluir apenas duas medidas simples na equação, o IAC foi desenvolvido visando ser um método tão facilmente calculável quanto a RCE e o IMC, ou ainda mais acessível, por não requerer o uso de balança.

Embora melhor correlacionado à adiposidade que o IMC (Johnson et al., 2012), limitações do IAC também foram relatadas ao longo da última década, demonstrando que o novo método não superou o IMC, estando menos correlacionado com fatores de risco cardiovascular e metabólico que outros índices de adiposidade, como a CC e a RCE (López et al., 2012). O IAC também apresentou erros de subestimativa em indivíduos com elevado %GC e de superestimativa em baixos percentuais em diferentes populações (Bergman et al., 2011; Johnson et al., 2012; Vinknes et al., 2013; Ramírez-Vélez et al., 2016; Cerqueira et al., 2018). Esses achados podem ser justificados pelo fato de a equação de estimativa do %GC ser a mesma para homens e mulheres, não levando em consideração as características morfológicas específicas dos sexos (Cerqueira et al., 2018). Além disso, o IAC não utiliza medida de adiposidade central em sua equação, logo, possui inferior desempenho como indicador de risco a saúde (Freedman et al., 2012; Bannasar-Veny et al., 2013).

Visando superar as limitações do IAC, foi proposta recentemente pelo mesmo grupo de pesquisadores a equação massa de gordura relativa (MGR), desenvolvida utilizando também a DXA como método referência. Da mesma forma que o IAC, a MGR objetiva estimar a adiposidade corporal, porém, dessa vez utiliza para tal uma

medida central de obesidade abdominal, além de possuir um fator para diferenciar os sexos na equação (Woolcott e Bergman, 2018).

O estudo de desenvolvimento do método também verificou sua validade na mesma população de adultos americanos. Os resultados apontaram maior sensibilidade da MGR para diagnóstico de obesidade em relação ao IMC, além de apresentar menor viés, maior acurácia e melhor precisão, embora a capacidade de predição do %GC pela MGR tenha sido menor em indivíduos mais magros ou idosos (Woolcott e Bergman, 2018). O método se mostrou mais consistente e superior ao IMC quando testado em adultos mexicanos (Guzmán-León et al., 2019), crianças e adolescentes norte americanos (Woolcott e Bergman, 2019) e adultos coreanos (Paek et al., 2019).

Compreendendo uma medida central, foi sugerido que a MGR pode ser utilizada não só na triagem de obesidade, mas também como um indicador de risco a saúde. O método apresentou melhor desempenho que o IMC na previsibilidade de dislipidemias, diabetes e síndrome metabólica, comorbidades precursoras da DCV (Kobo et al., 2019; Andreasson et al., 2019). Quando comparada ao IAC, a MGR mostrou ser um método de maior precisão na estimativa de adiposidade em indivíduos com e sem Síndrome de Down (Fedewa et al., 2019).

Em meio a tantas informações controversas a respeito dos diferentes métodos para avaliação da adiposidade, um melhor entendimento sobre o desempenho dos mesmos enquanto preditores de obesidade se faz relevante para a promoção e manutenção da saúde, especialmente na população brasileira, tendo em vista que grande parte dos estudos apresentados anteriormente foi realizada com indivíduos de outras nacionalidades. Aspectos culturais e geográficos específicos, além de características genéticas, podem afetar a distribuição de gordura corporal e conseqüentemente a aplicação dos índices antropométricos na avaliação da adiposidade.

Não havendo ainda consenso sobre qual método possui melhor desempenho na população de adultos jovens brasileiros, o presente estudo objetiva avaliar o desempenho dos métodos antropométricos IMC, CC, RCE, IAC e MGR enquanto preditores de obesidade determinada por DXA, e definir o melhor ponto de corte de obesidade para cada indicador.

Objetivo

Verificar o desempenho de diferentes métodos antropométricos em avaliar a adiposidade e identificar os pontos de corte ideais para obesidade em adultos jovens brasileiros utilizando a DXA como referência.

Metodologia

Amostra e delineamento do estudo

O estudo seguiu o modelo transversal, incluindo 233 indivíduos saudáveis (132 homens e 101 mulheres) de uma instituição federal brasileira, com idades entre 18 e 30 anos. Os universitários foram convidados a participar do estudo através das plataformas online do Departamento de Educação Física da Universidade e comunicação interpessoal. Para maior clareza dos resultados, foram excluídos da amostra indivíduos que apresentassem alguma condição que pudesse interferir na análise de composição corporal ou no resultado da DXA, como grávidas, amputados, indivíduos com prótese de silicone ou indivíduos que estivessem fazendo o uso de algum medicamento com poder de interferência na composição corporal.

Questões Éticas

Todos os procedimentos seguiram as recomendações para pesquisas com seres humanos, de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), CAAE 99311418.0.0000.5153, sob número de parecer 2.957.046. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Métodos antropométricos

Os métodos antropométricos testados quanto à capacidade diagnóstica de obesidade estão descritos no Quadro 1, com suas respectivas equações e medidas antropométricas necessárias. Para o cálculo do IMC, CC, RCE, IAC e MGR as medidas antropométricas realizadas foram estatura, perímetro de cintura e abdômen, perímetro de quadril e massa corporal.

Quadro 1. Métodos antropométricos, equações, parâmetros antropométricos mensurados e classificação empregada

Método antropométrico	Equação	Medidas antropométricas	Observações/ Classificação
Índice de massa corporal (IMC) <i>WHO, 1998</i>	$\text{IMC} = \frac{\text{massa corporal}}{\text{estatura}^2}$	Massa corporal (kg) Estatura (m)	Sobrepeso $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ Obesidade I $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ Obesidade II $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ Obesidade III $\geq 40 \text{ kg/m}^2$
Circunferência de cintura (CC) <i>Lean et al. 1995</i>	-	Perimetria de cintura (cm)	Risco I- Fem. 80cm / Mas. 94 cm Risco II- Fem. 88 cm / Mas. 102 cm
Relação cintura-estatura (RCE) <i>Lee et al., 1995</i>	$\text{RCE} = \frac{\text{cintura}}{\text{estatura}}$	Perimetria de cintura (cm) Estatura (cm)	Risco I- 0,5 Risco II- 0,6
Índice de adiposidade corporal (IAC) <i>Bergman et al., 2011</i>	$\text{BAI} = \frac{\text{quadril}}{\text{estatura}\sqrt{\text{estatura}}} - 18$	Perimetria de quadril (cm) Estatura (m)	Resultado em %GC
Massa de gordura relativa (MGR) <i>Woolcott e Bergman, 2018</i>	$\text{MGR} = 64 - \left(20 \times \frac{\text{estatura}}{\text{cintura}} \right) + (12 \times \text{sexo})$	Estatura (m) Perimetria de abdômen (m)	Sexo=0 homem Sexo=1 mulher Resultado em %GC

A avaliação antropométrica foi realizada no Laboratório de Performance Humana (LAPEH) da UFV, por um grupo de avaliadores treinados previamente para a realização das medidas antropométricas por um antropometrista certificado pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) nível 3. As coletas foram realizadas em horários variados, de acordo com a disponibilidade dos avaliados. Para mensuração da estatura utilizou-se um estadiômetro da marca Filizola® (São Paulo, Brasil), amplitude de 220 cm e precisão de 0,1 cm, com o sujeito posicionado de pé, descalço, com os pés unidos, os calcanhares, glúteos e a parte superior das costas em contato com a escala, mantendo a cabeça posicionada no plano de Frankfurt. A massa corporal foi realizada com os voluntários descalços e com roupas leves, utilizando uma balança digital da marca Sanny® (São Bernardo do Campo, Brasil), modelo ID-M 150/4 e precisão de 50 g.

As medidas de perimetria foram realizadas utilizando uma fita antropométrica inelástica e metálica da marca Cescorf® (Porto Alegre, Brasil), com amplitude de 2 m e precisão de 0,1 cm. A perimetria de cintura, utilizada nos métodos CC e RCE, foi aferida posicionando-se a fita métrica no ponto médio entre a última costela e a borda superior da crista ilíaca (Lean et al., 1995). O perímetro de abdômen foi medido na parte imediatamente superior do ponto anatômico crista ilíaca e utilizado

na equação MGR (Woolcott e Bergman, 2018). A perimetria de quadril foi aferida no ponto de maior circunferência (Bergman et al., 2011).

Todas as medidas foram realizadas em duplicata, registrando-se o valor médio e, quando a diferença entre a primeira e segunda medida fosse maior que 1%, uma terceira medida era realizada, tendo como resultado final a mediana das medidas.

Absorciometria por dupla emissão de raios X

A absorciometria radiológica por dupla emissão de raios X (DXA) foi utilizada como método de referência para aferição da composição corporal e adiposidade. A DXA realiza um exame não invasivo, com duração média de 6 minutos e radiação extremamente baixa. Seus resultados permitem avaliar a massa óssea, a massa magra e a massa de gordura. As avaliações foram realizadas na Divisão de Saúde do próprio *campus* universitário (UFV), por um técnico treinado e experiente em radiologia usando um densitômetro (GE Healthcare Lunar Prodigy Advance DXA System[®], versão de software 13.31). Para maior confiabilidade dos dados, o equipamento foi calibrado diariamente, usando uma calibração padrão, e semanalmente, usando um *phantom* de *step-wedge*, seguindo as instruções do fabricante.

Análise Estatística

As variáveis contínuas foram testadas quanto a sua normalidade de distribuição dos dados utilizando o teste Kolmogorov-Smirnov. Foi utilizada estatística descritiva com valores expressos em média e desvio padrão, mínimos e máximos para caracterização da amostra completa e estratificada por sexo. O teste *t* de amostras independentes foi usado para testar as diferenças nas características antropométricas entre os sexos. A relação entre os métodos antropométricos e o %GC aferido por DXA foi examinada pelo teste de correlação de Spearman. Análises de *Curvas Receiver Operating Characteristic* (ROC) foram utilizadas para avaliar o desempenho dos índices antropométricos IMC, CC, RCE, IAC e MGR na predição de obesidade, tendo como método referência a DXA.

Foram utilizados os pontos de corte $\geq 33,9$ %GC para mulheres e $\geq 22,8$ % para homens para classificação da obesidade (Woolcott e Bergman, 2018). Foram também identificados os pontos de corte que melhor equilibraram sensibilidade e

especificidade para identificação de obesidade dos cinco índices antropométricos (maior valor da soma de sensibilidade e especificidade) (Zou et al., 2007). A classificação incorreta da obesidade para cada método antropométrico foi expressa como o somatório da taxa de falsos negativos (1-sensibilidade) e de falsos positivos (1-especificidade) para os pontos de corte estabelecidos e para os encontrados através da análise ROC. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS versão 23 e foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

As características descritivas da amostra total e estratificada por sexo são mostradas na Tabela 1. Dos indivíduos estudados, 56,6% eram do sexo masculino, sendo a idade média da amostra total $22,8 \pm 2,6$ anos. O %GC médio medido por DXA foi de $20,9 \pm 8,8\%$ (5,7 – 47,9%) no sexo masculino e $32,1 \pm 7,6\%$ (16,6 – 52,2%) no sexo feminino. Diferenças significativas ($p < 0,001$) entre homens e mulheres foram encontradas em todos os parâmetros antropométricos, com exceção da idade e circunferência de quadril. Os homens eram mais altos, apresentaram maiores valores de massa corporal, IMC e perimetria de abdômen, e as mulheres maiores valores de %GC por DXA, MGR e IAC. Um total de 83 indivíduos (46 homens e 37 mulheres), correspondentes a 35,6% da amostra (34,8% dos homens e 36,6% das mulheres), atendeu ao critério de obesidade proposto por Woolcott e Bergman (2019), apresentando um %GC maior ou igual a 22,8% para homens e 33,9% para mulheres.

Tabela 1. Características da amostra total e separada por sexo

Variáveis	Todos (n = 233)		Homens (n = 132)		Mulheres (n = 101)		p
	Média ± DP	Min – Máx	Média ± DP	Min – Máx	Média ± DP	Min – Máx	
Idade	22,8 ± 2,6	18,0 – 30,9	22,6 ± 2,6	18,0 – 30,9	23,0 ± 2,7	18,4 – 30,5	0,272
Massa corporal (kg)	70,4 ± 14,8	42,0 – 129,9	77,9 ± 13,7	54,7 – 129,9	60,4 ± 9,5	42,0 – 89,5	0,000*
Estatura (cm)	170,7 ± 9,1	151,5 – 195,1	176,5 ± 6,6	162,7 – 195,1	163,3 ± 5,9	151,5 – 176,7	0,000*
Cintura (cm)	77,4 ± 10,0	56,6 – 123,5	82,3 ± 8,9	65,9 – 123,5	71,0 ± 7,5	56,6 – 100,0	0,000*
Abdômen (cm)	83,4 ± 10,2	63,0 – 130,5	86,2 ± 10,3	69,1 – 130,5	79,6 ± 8,6	63,0 – 113,9	0,000*
Quadril (cm)	98,2 ± 7,7	82,3 – 136,0	99,0 ± 8,2	85,8 – 136,0	97,2 ± 6,9	82,3 ± 115,0	0,064
RCE (cm)	0,4 ± 0,05	0,4 – 0,7	0,4 ± 0,05	0,4 – 0,7	0,4 ± 0,04	0,4 – 0,6	0,000*
IMC (kg/m ²)	24,0 ± 3,9	17,6 – 42,6	25,0 ± 4,1	18,1 – 42,6	22,7 ± 3,4	17,6 – 34,5	0,000*
GC DXA (%)	25,7 ± 9,9	5,7 – 52,2	20,9 ± 8,8	5,7 – 47,9	32,1 ± 7,6	16,6 – 52,2	0,000*
GC MGR (%)	27,7 ± 7,3	13,2 – 46,8	22,6 ± 4,3	13,2 – 37,3	34,5 ± 4,2	26,7 – 46,8	0,000*
GC IAC (%)	26,2 ± 4,3	16,4 – 40,9	24,3 ± 3,8	16,4 – 40,9	28,6 ± 3,6	22,0 – 39,9	0,000*

CC - Circunferência de cintura; RCE - Relação cintura-estatura; IMC - Índice de massa corporal; IAC - Índice de adiposidade corporal; MGR - Massa de gordura relativa. Valor p do teste t de duas amostras independentes para testar as diferenças entre homens e mulheres. *Diferença significativa entre os sexos (p <0,001).

Os coeficientes de correlação de Spearman entre os métodos antropométricos e o %GC medido por DXA estão descritos na tabela 2, da amostra total e estratificada por sexo. Com exceção da CC quando analisada a amostra total, todos os métodos antropométricos se correlacionaram significativamente com o %GC por DXA. A MGR foi o método que apresentou melhor correlação com o %GC aferido por DXA entre os homens e quando analisada a amostra total. Entre as mulheres o IAC apresentou maior valor de correlação com o %GC por DXA.

Tabela 2. Correlações entre os métodos antropométricos e o %GC medido por DXA

	Todos	Homens	Mulheres
CC	0,066	0,747*	0,620*
RCE	0,319*	0,731*	0,621*
IMC	0,348*	0,699*	0,752*
IAC	0,820*	0,660*	0,772*
MGR	0,860*	0,809*	0,760*

CC - Circunferência de cintura; RCE - Relação cintura-estatura; IMC - Índice de massa corporal; IAC - Índice de adiposidade corporal; MGR - Massa de gordura relativa. *Correlação significativa no nível <0,01 (bicaudal). Maiores valores de correlação em negrito.

A figura1 compreende as curvas ROC para os homens (Figura 1 a) e para as mulheres (Figura 1 b) para análise do desempenho dos métodos antropométricos enquanto preditores de obesidade. Na Tabela 3 são apresentados os valores de área sob a curva (AUC) para todos os indicadores separados por sexo, com seus respectivos intervalos de confiança. Dentre os métodos, a MGR apresentou maior valor de AUC entre os homens (0,935) e o IAC entre as mulheres (0,892). Os valores mais baixos de AUC foram 0,858 para o IAC entre os homens e 0,791 para RCE entre as mulheres. Os limites inferiores dos IC 95% não foram menores que 0,5 em nenhum método em ambos os sexos.

Tabela 3 – Áreas sob as curvas ROC e intervalos de confiança 95%

	Homens			Mulheres			
	AUC	IC 95%		AUC	IC 95%		
		Limite inferior	Limite superior		Limite inferior	Limite superior	
IMC	0,879	0,816	0,942	IMC	0,872	0,803	0,942
MGR	0,935	0,892	0,978	MGR	0,861	0,786	0,936
IAC	0,858	0,793	0,922	IAC	0,892	0,825	0,959
CC	0,890	0,829	0,951	CC	0,799	0,708	0,891
RCE	0,894	0,836	0,953	RCE	0,791	0,701	0,880

CC - Circunferência de cintura; RCE - Relação cintura-estatura; IMC - Índice de massa corporal; IAC - Índice de adiposidade corporal; MGR - Massa de gordura relativa. Maiores valores de AUC em negrito.

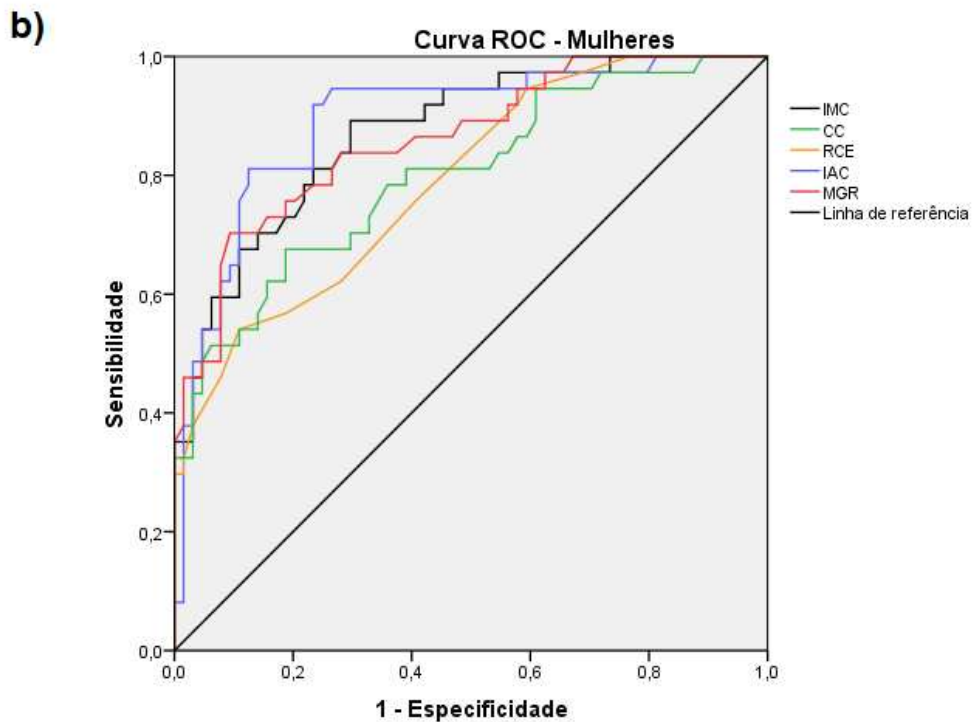
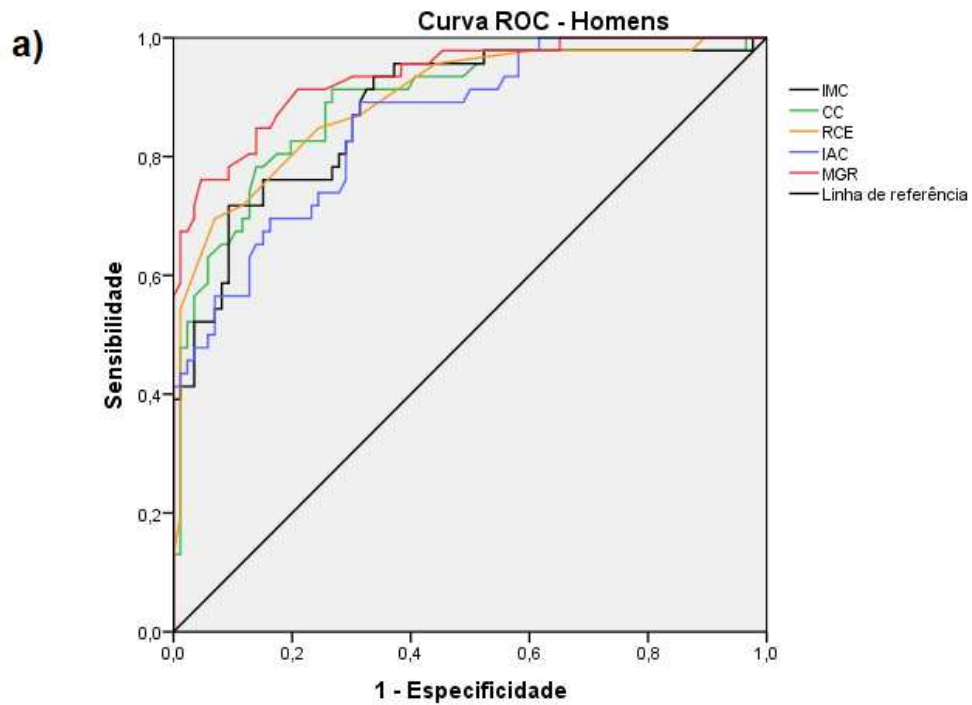


Figura 1. Curvas ROC. CC - Circunferência de cintura; RCE - Relação cintura-estatura; IMC - Índice de massa corporal; IAC - Índice de adiposidade corporal; MGR - Massa de gordura relativa.

Análises da curva ROC evidenciaram os melhores pontos de corte, descritos na Tabela 4, para identificação de obesidade através do maior valor de soma entre

sensibilidade e especificidade. Em relação ao sexo masculino, a MGR, que apresentou maior valor de AUC, apresenta-se como o indicador com melhor relação entre sensibilidade e especificidade para discriminar a obesidade utilizando como ponto de corte um %GC de 24,35. Para o sexo feminino, utilizando o IAC, que apresentou maior valor de AUC, o ponto de corte 29,51 %GC apresentou a melhor relação entre sensibilidade e especificidade na predição de obesidade.

Tabela 4 – Pontos de corte, sensibilidade e especificidade dos indicadores antropométricos IMC, CC, RCE, IAC e MGR na predição de obesidade

Indicador	Ponto de corte	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)
Homens			
MGR (%GC)	24,35	76	95
CC (cm)	80,95	91	73
RCE (cm)	0,48	69	93
IMC (kg/m ²)	26,25	71	90
IAC (%GC)	23,69	89	68
Mulheres			
IAC (%GC)	29,51	81	87
MGR (%GC)	36,50	70	90
IMC (kg/m ²)	22,13	89	70
CC (cm)	72,05	67	81
RCE (cm)	0,45	54	89

CC - Circunferência de cintura; RCE - Relação cintura-estatura; IMC - Índice de massa corporal; IAC - Índice de adiposidade corporal; MGR - Massa de gordura relativa.

Os pontos de corte estabelecidos para CC, RCE e IMC (quadro 1), e os valores de corte 22,8%GC para os homens e 33,9%GC para mulheres (Woolcott e Bergman, 2018) utilizando o IAC e MGR foram testados quanto à taxa de classificação incorreta de obesidade juntamente com os encontrados no presente estudo (tabela 4), com os resultados descritos na figura 2, estratificados por gênero.

A classificação incorreta total da obesidade entre os homens foi menor com a MGR e entre as mulheres com o IAC, ambos utilizando os pontos de corte encontrados no presente estudo. Os deltas de cada índice (diferença de classificação incorreta de obesidade entre os dois pontos de corte analisados) foram: IMC = 35% e 51%, CC = 19% e 16%, RCE = 27% e 14%, IAC = 19% e 52% e MGR = 3% e 12%, entre homens e mulheres, respectivamente.

Classificação incorreta da obesidade

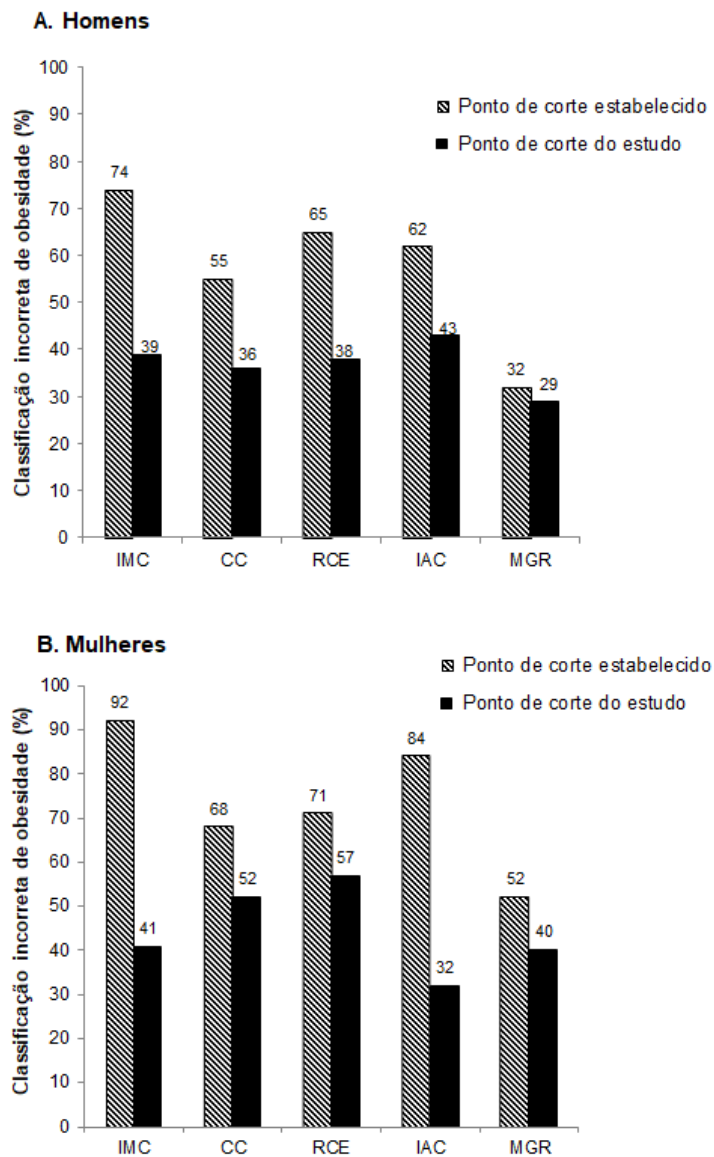


Figura 2. Classificação incorreta de obesidade em cada indicador. CC - Circunferência de cintura; RCE - Relação cintura-estatura; IMC - Índice de massa corporal; IAC - Índice de adiposidade corporal; MGR - Massa de gordura relativa.

Discussão

O presente estudo objetivou primeiramente verificar o desempenho dos métodos IMC, CC, RCE, IAC e MGR em avaliar a adiposidade determinada por DXA na população de adultos jovens brasileiros. Os resultados sugerem melhor desempenho da MGR entre o sexo masculino e do IAC entre o sexo feminino.

A MGR, desenvolvida recentemente objetivando ser um preditor de adiposidade com melhor precisão e de tão simples aplicação quanto o IMC, foi o método que obteve melhor desempenho geral dentre os cinco analisados, especialmente entre os homens. Apresentou correlação mais forte com a adiposidade examinada por DXA entre os homens (0,809 $p < 0,01$) e quando analisada a amostra total (0,860 $p < 0,01$). O método também apresentou correlação forte e significativa entre as mulheres (0,760 $p < 0,01$), inferior apenas ao IAC. A MGR apresentou também maior valor de AUC entre os homens (0,935 IC 95% 0,892-0,978) e entre as mulheres obteve desempenho inferior ao IAC e IMC (AUC MGR 0,861 IC 95% 0,786-0,936). Entretanto, deve-se notar que os ICs 95% dos valores de AUC estavam sobrepostos entre os métodos em ambos os sexos (tabela 3) e poderiam, portanto, ser considerados comparáveis em sua associação com a adiposidade. Além disso, todos os valores de AUC dos cinco métodos analisados se mostraram válidos e melhores que o acaso para diagnóstico de obesidade, uma vez que os ICs 95% não perpassaram o limite inferior de 0,5.

No estudo de desenvolvimento e validação do modelo, a MGR apresentou relação forte e significativa com a adiposidade aferida por DXA entre homens e mulheres (coeficiente de determinação 0,69 e 0,75, respectivamente) e melhor desempenho geral, precisão e acurácia que o IMC (Woolcott e Bergman, 2018). No presente estudo, a MGR também obteve correlação mais forte com o %GC aferido por DXA que o IMC, analisando a amostra total e estratificada por sexo (0,809 entre homens e 0,760 entre as mulheres - tabela 2). Em relação à análise AUC ROC, o estudo de desenvolvimento e validação do método encontrou os valores de AUC MGR 0,940 vs 0,910 IMC entre os homens e AUC MGR 0,929 vs 0,933 IMC entre as mulheres. Comportamento similar pode ser observado no presente estudo, em que o desempenho da MGR foi superior entre os homens, apresentando maior valor de AUC, e o IMC obteve maior valor de AUC que a MGR entre as mulheres (tabela 3).

Por se tratar de um método relativamente novo, o desempenho da MGR em avaliar a adiposidade foi pouco testado em outras populações. No estudo de Guzmán-León et al. (2019) desenvolvido com homens e mulheres mexicanos com idade média de 24 anos, comparado com o IMC a MGR melhor se correlacionou com a adiposidade avaliada por quatro métodos de referência, dentre eles a DXA (MGR 0,91 vs 0,51 IMC), apontando ser um método melhor que o IMC para avaliação da adiposidade naquela população. Enquanto Paek et al. (2019)

considerou a MGR comparável ao IMC ao avaliar a adiposidade em uma amostra da população adulta coreana, em que, utilizando a DXA como referência, a MGR apresentou AUC 0,79 vs 0,78 do IMC entre os homens, enquanto entre as mulheres o IMC foi superior, com AUC 0,83 vs 0,80 da MGR. Lee et al., (2020) também encontraram correlação significativa entre o %GC avaliado por impedância bioelétrica e o estimado pela MGR em adultos asiáticos.

Dois estudos desenvolvidos por Fedewa et al. (2019 e 2020) comparando o desempenho dos métodos MGR e IAC em avaliar a adiposidade em adultos jovens norte americanos indicaram que, apesar dos erros de sub e superestimativa apresentados, ambos os métodos podem ser usados enquanto avaliadores de adiposidade, sendo o desempenho da MGR superior ao do IAC em ambos os estudos. A análise de correlação entre os métodos IAC e MGR e a referência (modelo de quatro compartimentos) apresentou os valores 0,827 da MGR vs 0,668 do IAC (Fedewa et al., 2020).

No presente estudo, o IAC apresentou desempenho superior na avaliação da GC entre as mulheres, melhor se correlacionando com o %GC aferido por DXA dentre os cinco métodos (0,772 $p < 0,01$). O método apresentou maior valor de AUC entre as mulheres (0,892 IC 95% 0,825-0,959), apresentando bom desempenho também entre os homens, embora com menor valor de AUC dentre os cinco índices analisados (AUC 0,858 IC 95% 0,793-0,922).

No estudo de desenvolvimento do modelo, que também testou sua validade, o IAC apresentou significativa correlação com a adiposidade medida por DXA entre mexicanos-americanos e afro-americanos, populações em que foi validada (0,849) (Bergman et al., 2011). No presente estudo, o %GC estimado pelo IAC também se correlacionou positiva e significativamente com o %GC medido por DXA para a amostra total (0,820, $p < 0,01$).

Nossos resultados corroboram também com os de López et al., (2012), que desenvolveram um estudo com adultos caucasianos, e quando comparado ao IMC, o IAC apresentou maior valor de correlação com a GC avaliada por impedância bioelétrica quando analisados ambos os sexos (IAC 0,74 vs 0,54 IMC), embora o mesmo estudo tenha encontrado limitações no IAC semelhantes às do IMC. Os valores de AUC encontrados por López et al. (2012) através da análise ROC foram maiores no IMC que no IAC para diagnóstico de obesidade. No presente estudo, o IAC obteve melhor desempenho geral na correlação com a adiposidade que o IMC,

e maior AUC que o IMC entre as mulheres. Johnson et al. (2012) avaliaram o desempenho do IAC em adultos europeus americanos e, apesar de apresentar concordância com o %GC avaliado por DXA superior ao IMC (0,752 vs 0,445) o método apresentou elevado viés médio quando comparado com a referência.

Os resultados encontrados no presente estudo sugerem melhor desempenho dos métodos MGR e IAC, propostos para estimar propriamente o %GC, em identificar a obesidade na população de jovens adultos brasileiros, contudo, a utilização dos mesmos enquanto preditores de adiposidade requer algum cuidado. Evidências na literatura comprovam limitações de ambos os métodos em sua relação com o conteúdo de gordura corporal, resultando em erros sistemáticos de sub ou superestimativa do %GC em valores extremos de elevados ou baixos percentuais de gordura, além de a capacidade de predição do %GC diminuir com a idade (Johnson et al., 2012; Cerqueira et al., 2018; Fedewa et al., 2019; Fedewa et al., 2020).

A equação MGR (estatura/cintura) utiliza a relação inversa da RCE (cintura/estatura). Embora existam evidências consistentes acerca do desempenho satisfatório da RCE enquanto método preditor de fatores de risco cardiovascular (Hsieh e Yoshinaga, 1995; Lee et al., 2008; Ashwell et al., 2012), no presente estudo, para predição de adiposidade o índice apresentou desempenho inferior, sendo o valor de AUC para RCE menor do que para a MGR entre os homens (0,894 IC 95% 0,836-0,953 RCE vs 0,935 IC 95% 0,892-0,978) e menor valor de AUC entre todos os cinco métodos analisados no presente estudo entre as mulheres (tabela 3). Em relação à correlação entre esses dois índices e o %GC aferido por DXA, a MGR, que utiliza da relação estatura/cintura, obteve melhor desempenho geral que a RCE. Os resultados sugerem que para fins de estimativa de adiposidade a relação estatura/cintura, presente na equação MGR, parece obter melhor desempenho que a relação cintura/estatura, sendo este um importante achado do presente estudo.

Os métodos CC, RCE e IMC, embora com menor desempenho geral, apresentaram correlações significativas com o %GC por DXA entre adultos jovens brasileiros, porém, inferiores que as encontradas por Flegal et al., (2009) em homens e mulheres norte americanos (20-39 anos). No estudo de Flegal et al., entre as mulheres, o IMC foi o melhor correlacionado com o %GC (0,839 IMC vs 0,804 CC e 0,819 RCE) e entre os homens, a CC e RCE apresentaram maiores valores de correlação (0,855 CC e 0,870 RCE vs 0,789 IMC). No presente estudo, em relação

aos valores da correlação com o %GC, o IMC foi o terceiro método entre as mulheres (superior à CC e RCE) e o quarto entre os homens, quando considerados todos os indicadores do estudo. Os resultados do presente estudo, concordantes com evidências na literatura supracitadas, sugerem que o desempenho do IMC como preditor de adiposidade parece ser superior entre as mulheres, enquanto a CC e RCE obtiveram melhor desempenho entre os homens que o IMC. A MGR, que utiliza de uma medida de perimetria abdominal em sua equação, também foi superior na análise de adiposidade entre os homens. Possivelmente, o padrão de acúmulo GC predominante na região central entre os homens justifica o melhor desempenho dos métodos que incluem uma medida de perimetria central na avaliação da adiposidade, apresentando maiores valores de sensibilidade para a identificação da doença (Ley et al., 1992). Contudo, é válido ressaltar que o fator idade pode impactar de forma determinante tais resultados, pois as implicações no acúmulo de gordura corporal provenientes do processo de envelhecimento podem produzir tendências estatísticas diferentes das observadas em jovens adultos.

O estudo também objetivou identificar pontos de corte ideais para diagnóstico de obesidade na população de adultos jovens brasileiros para todos os cinco métodos antropométricos analisados. Os pontos de corte ideais foram aqueles que apresentaram o maior valor de soma da sensibilidade e especificidade. Entretanto, a depender do objetivo de utilização do método, identificar um ponto de corte que priorize a sensibilidade em detrimento da especificidade ou do melhor equilíbrio entre ambas seja interessante, pois diminuiria o número de casos falsos negativos. Diagnosticar incorretamente indivíduos acometidos pela doença (falso negativo) faz com que o manejo do tratamento seja negligenciado, e os indivíduos não sejam submetidos às intervenções necessárias para controle de peso. Como consequência da manutenção do quadro de adiposidade elevada, podem ocorrer agravos à saúde geral e desenvolvimento de comorbidades cardiometabólicas e DCV. Evidências convincentes indicam que o diagnóstico preciso e precoce de obesidade, acompanhado por intervenções no estilo de vida em adultos com elevada adiposidade, pode reduzir o risco para DCV e mortalidade por todas as causas (Ma et al., 2017).

Em todas as análises, os valores de corte com melhor desempenho para identificação de obesidade encontrados através da estatística ROC na população estudada se mostraram mais precisos, apresentando menores taxas de classificação

incorreta de obesidade que os valores estabelecidos e amplamente utilizados (figura 2), com delta de até 52% (IAC entre as mulheres).

Quando utilizada a CC, por exemplo, os valores de corte comumente utilizados e recomendados pela OMS (1998) para identificação de adiposidade elevada e aumento de risco para DCV são 80 cm para mulheres e 94 cm para os homens. No presente estudo, os valores identificados através da análise ROC que melhor equilibraram sensibilidade e especificidade para identificação da obesidade foram 72 cm para mulheres e 81 cm para os homens, ambos inferiores aos recomendados pela OMS (1998). Utilizando os pontos de corte estabelecidos para os homens e mulheres, a proporção de indivíduos incorretamente classificados é de 55% e 68% e, quando utilizados os pontos de corte encontrados no presente estudo, esses valores caem para 36% e 52%, apresentando um delta de 19% entre os homens e de 16% entre as mulheres.

O IMC apresentou comportamento similar ao da CC. A OMS define os valores de $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ para classificação de obesidade. Contudo, no presente estudo, os valores de corte que melhor equilibraram sensibilidade e especificidade e que identificaram os indivíduos obesos com melhor precisão foram $\geq 26,2 \text{ kg/m}^2$ (sensibilidade 71%, especificidade 90%) para os homens e $\geq 22,1 \text{ kg/m}^2$ (sensibilidade 89%, especificidade 70%) para as mulheres. Utilizando o ponto de corte estabelecido para obesidade, o percentual de classificação incorreta foi 74% e 92% para homens e mulheres, respectivamente, enquanto com os pontos de corte encontrados esses valores diminuem para 39% entre os homens e 41% entre as mulheres.

Quando analisada a prevalência de obesidade da população jovem adulta brasileira frente à prevalência encontrada na amostra do presente estudo, a inadequação dos pontos de corte pode ser um importante fator que justifica as diferenças encontradas. A prevalência de obesidade, $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$, relatada na pesquisa VIGITEL do ano de 2019 para adultos acima de 18 anos (19,8%) foi superior a do presente estudo (6,8%), sendo a diferença reduzida quando comparada a faixa etária mais próxima (18 a 35 anos) (12,7%). A baixa sensibilidade do $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ como ponto de corte para identificação de obesidade no presente estudo (26% homens e 8% mulheres) faz com que a proporção de indivíduos doentes não diagnosticados seja muito elevada, fazendo com que muitos obesos não tenham sido classificados como tal, não representando a prevalência real de

obesidade da amostra. A taxa de classificação incorreta de obesidade poderia ser reduzida utilizando o IMC com um ponto de corte de 26,25 kg/m² para os homens (sensibilidade 71%, especificidade 90%) e 22,13 kg/m² para as mulheres (sensibilidade 89%, especificidade 70%), encontrados a partir da análise das curvas ROC. Um ponto de corte universal de obesidade para o IMC parece não ser apropriado, existe a necessidade de redefinir pontos de corte (diferentes) para diferentes grupos étnicos devido às características antropométricas específicas de cada grupo populacional e sua relação com a adiposidade serem diferentes (Deurenberg, 2001).

Em relação à classificação incorreta total de obesidade, a MGR obteve melhor desempenho geral, apresentando menores taxas de classificação incorreta da doença entre homens e mulheres, tanto nos pontos de corte estabelecidos quanto nos encontrados através da análise ROC. No estudo de validação da MGR a taxa de classificação incorreta de obesidade foi baixa nas populações analisadas (mexicanos-americanos, afro-americanos e europeus-americanos) (9,4% homens e 12,7% mulheres). No presente estudo, o mesmo ponto de corte apresentou maior taxa de classificação incorreta da doença (32% homens e 52% mulheres). Porém, utilizando os pontos de corte que melhor equilibraram sensibilidade e especificidade para o método MGR na amostra analisada (24,3 %GC em homens e 36,5 %GC em mulheres), a taxa de classificação incorreta de obesidade diminuiu (29% homens e 40% mulheres).

É válido ressaltar a importância de serem atualizados os pontos de corte de obesidade para cada grupo populacional em todos os índices amplamente utilizados, pois os pontos de corte estabelecidos apresentaram inferior desempenho diagnóstico da doença, resultando em altas taxas de classificação incorreta de obesidade e conseqüente negligência do tratamento necessário.

Quando comparada ao IMC, a MGR apresentou menores taxas de classificação incorreta de obesidade, em ambos os sexos, tanto nos pontos de corte estabelecidos quanto nos encontrados através da curva ROC. Resultado semelhante ao do estudo de validação da MGR, que apresentou taxa de classificação incorreta entre mulheres de 13% na MGR vs. 57% do IMC, e entre homens 9% vs 13%.

Utilizando a MGR, os pontos de corte com melhor desempenho para diagnóstico de obesidade na população adulta brasileira se mostraram ligeiramente

inferiores aos encontrados por Woolcott e Bergman (2020) em adultos norte americanos. Os pesquisadores que desenvolveram a MGR realizaram um estudo objetivando encontrar pontos de corte que melhor identificassem obesidade utilizando o método MGR, e sugeriram pontos de corte arredondados de 40 %GC para mulheres e 30 %GC para homens para diagnosticar obesidade e identificar indivíduos com maior risco de morte.

Para a população de adultos jovens brasileiros, os valores de corte encontrados para obesidade utilizando o IAC foram 23,7 %GC (43% de classificação incorreta) para os homens e 29,5 %GC (32% de classificação incorreta) para as mulheres. Nossos valores foram inferiores aos encontrados por López et al., (2012), 27 %GC para os homens e 32 %GC para as mulheres, num estudo desenvolvido com adultos caucasianos.

Quando exames mais completos com medida direta da adiposidade não forem acessíveis, a utilização do IAC entre as mulheres e da MGR entre os homens adultos jovens brasileiros fornecem uma estimativa válida para estimativa da adiposidade e diagnóstico de obesidade. Alguns estudos sugerem que a utilização combinada de métodos, que inclui uma medida de adiposidade geral e uma medida de adiposidade central, pode gerar resultados mais completos e confiáveis na avaliação da adiposidade e do risco para DCV.

Vale ressaltar que os métodos mais consistentes e com melhor desempenho geral para a avaliação da adiposidade em jovens adultos brasileiros, principalmente a MGR, apesar das limitações apresentadas, cumprem de forma plausível o que se propõe: serem uma alternativa simples e de fácil aplicação para uso populacional e em estudos epidemiológicos, alternativos ao IMC e que melhor avaliam a adiposidade geral. Mesmo com métodos diferentes apresentando melhor desempenho entre os sexos, o IAC e a MGR obtiveram desempenho superior em relação à CC, RCE e IMC. Porém os métodos ainda apresentam limitações para a ampla utilização na triagem de obesidade.

Apresenta-se como limitação do presente estudo o fato de não ter sido levada em consideração a miscigenação de raças da amostra estudada. A população brasileira, bem como a amostra selecionada para o estudo, é caracterizada por sua diversidade, contando com indivíduos negros e caucasianos, por exemplo. Raças distintas possuem características morfológicas diferentes, que impactam de forma diversa na composição corporal. Por conseguinte, respaldados nessa justificativa,

habitualmente os métodos que se destinam a estimar e quantificar conteúdos corporais necessitam de estudos de validação em cada raça e população, Em estudos futuros na mesma população, sugere-se uma subdivisão amostral para maior clareza e detalhe dos resultados.

A amostra do presente estudo (universitários) pode não ser totalmente representativa da população de jovens adultos brasileiros. Sugere-se a realização de outros estudos com abrangência de faixa etária mais ampla, além da inclusão de participantes de outras regiões brasileiras, considerando a miscigenação de raças da população. A inclusão de diferentes faixas etárias e subgrupos populacionais oferecerá oportunidade de maior generalidade de aplicação dos métodos enquanto avaliadores de adiposidade.

Os modelos baseados em antropometria para avaliação da composição corporal, considerados duplamente indiretos, possuem limitações e restrições de aplicabilidade. No entanto, na literatura encontram-se constantemente diversos estudos de desenvolvimento e validação de equações para avaliação do estado nutricional, como o IAC e a MGR, muitas vezes com superior desempenho que o IMC. Estudos de validação e testes de desempenho das equações e métodos são necessários a fim de permitir-se ampla aplicabilidade prática dos mesmos, para melhor acompanhamento da saúde populacional.

Conclusão

Em contexto de inacessibilidade a exames tidos como referência na análise da composição corporal e adiposidade, a utilização do IAC entre as mulheres e da MGR ente os homens adultos jovens brasileiros fornecem estimativa válida da adiposidade corporal, apresentando superior desempenho quando comparado ao IMC, CC e RCE. Dos métodos com superior desempenho na avaliação da adiposidade, são recomendados os pontos de corte 24,3% para os homens na MGR e 29,5% para o IAC entre as mulheres para determinação de obesidade.

Referências

World Health Organization (WHO). Obesity and overweight, 2016. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em: 22 set. 2020.

Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol*. 2019 May; 15(5):288-298.

Ministério da Saúde. VIGITEL. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília, 2019.

Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *J Clin Invest*. 2017 Jan 3; 127(1):1-4.

Lee DH, Keum N, Hu FB, Orav EJ, Rimm EB, Sun Q, Willett WC, Giovannucci EL. Development and validation of anthropometric prediction equations for lean body mass, fat mass and percent fat in adults using the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2006. *Br J Nutr*. 2017 Nov; 118(10):858-866.

Cavedon V, Zancanaro C, Milanese C. Anthropometric prediction of DXA-measured body composition in female team handball players. *PeerJ*. 2018 Nov 27; 6:e5913.

Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and obesity. *J Chronic Dis*. 1972 Jul 1; 25(6):329-43.

World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation, Geneva, 3-5 Jun 1997. Geneva: World Health Organization, 1998. (WHO/NUT/98.1.)

Garn SM, Leonard WR, Hawthorne VM. Three limitations of the body mass index. *Am J Clin Nutr*. 1986 Dec; 44(6):996-7.

Ashwell M. Charts based on body mass index and waist-to height ratio to assess the health risks of obesity: a review. *Open Obes J* 2011; 3: 78–84.a

Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, Xiang AH, Watanabe RM. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)* 2011 May; 19(5):1083-9.

Lean MEJ, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* 1995 July 15; 311:158-61.

Han TS, van Leer EM, Seidell JC, Lean ME. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *BMJ* 1995; 311: 1401-5.

Després JP, Lemieux I, Prud'homme D. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients. *Br Med J*. 2001; 332:716-720.

Hsieh S, Yoshinaga H. Do people with similar waist circumference share similar health risks irrespective of height? *Tohoku J Exp Med* 1999; 188: 55–60.

Ashwell M. Shape: the waist-to-height ratio is a good, simple screening tool for cardiometabolic risk. *Nutr Today* 2011; 46:85–89.b

Lee JS, Aoki K, Kawakubo K, Gunji A. A study on indices of body fat distribution for screening for obesity. *J Occup Health* 1995; 37: 9–18.

Hsieh SD, Yoshinaga H. Abdominal fat distribution and coronary heart disease risk factors in men-waist/height ratio as a simple and useful predictor. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1995; 19:585–589. a

Hsieh SD, Yoshinaga H. Waist/height ratio as a simple and useful predictor of coronary heart disease risk factors in women. *Intern Med* 1995; 34: 1147-52. b

Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews* 2012 March; 13, 275–286.

Lee CMY, Huxley RR, Wildman RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol* 2008; 61:646–653.

Padwal R, Leslie WD, Lix LM, Majumdar SR. Relationship Among Body Fat Percentage, Body Mass Index, and All-Cause Mortality: A Cohort Study. *Ann Intern Med*. 2016 Apr 19; 164(8):532-41.

Johnson W, Chumlea WC, Czerwinski SA, Demerath EW. Concordance of the Recently Published Body Adiposity Index With Measured Body Fat Percent in European-American Adults. *Obesity* 2012 September; 20(4).

López AA, Cespedes ML, Vicente T, Tomas M, Bennasar-Veny M, Tauler P, Aguilo A. Body Adiposity Index Utilization in a Spanish Mediterranean Population: Comparison with the Body Mass Index. *PLoS One*. 2012; 7(4): e35281.

Vinknes KJ, Elshorbagy AK, Drevon CA, Gjesdal CG, Tell GS, Nygård O, Vollset SE, Refsum H. Evaluation of the body adiposity index in a Caucasian population: the Hordaland Health study. *Am J Epidemiol* 2013. 177:586–92.

Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, González-Ruiz K, Vivas A, García-Hermoso A, Triana-Reina HR. Predictive validity of the body adiposity index in overweight and obese adults using dual-energy X-ray absorptiometry. *Nutrients* 2016. 8;737.

Cerqueira MS, Santos CAD, Silva DAS, Amorim PRDS, Marins JCB, Franceschini SDCC. Validity of the Body Adiposity Index in Predicting Body Fat in Adults: A Systematic Review. *Adv Nutr*. 2018. Sep 1; 9(5):617-624.

Freedman DS, Thornton JC, Pi-Sunyer X, Heymsfield SB, Wang J, Pierson RN, Blanck HM, Gallagher D. The Body Adiposity Index (Hip Circumference ÷ Height^{1.5}) Is Not a More Accurate Measure of Adiposity Than Is BMI, Waist Circumference, or Hip Circumference. *Obesity*, 2012. December; 20(12).

Bennasar-Veny M, Lopez AA, Tauler P, Cespedes ML, Vicente T, Yañez A, Tomas M, Aguilo A. Body Adiposity Index and Cardiovascular Health Risk Factors in Caucasians: A Comparison with the Body Mass Index and Others. *PLOS ONE*, 2013 May; 8(5): e63999.

Woolcott OO, Bergman RN. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage — A cross-sectional study in American adult individuals. *Sci Rep*. 2018 Jul; 20;8(1):10980.

Guzmán-León AE, Velarde AG, Vidal-Salas M, Urquijo-Ruiz LG, Caraveo-Gutiérrez LA, Valencial ME. External validation of the relative fat mass (RFM) index in adults from north-west Mexico using different reference methods. *PLoS ONE* 2019;14(12): e0226767.

Woolcott OO, Bergman RN. Relative Fat Mass as an estimator of whole-body fat percentage among children and adolescents: A cross-sectional study using NHANES. *Sci Rep*. 2019 Oct 24; 9(1):15279.

Paek JK, Kim J, Kim K, Lee SY. Usefulness of relative fat mass in estimating body adiposity in Korean adult population. *Endocr J*. 2019 Aug 29; 66(8):723-729.

Kobo O, Leiba R, Avizohar O, Karban A. Relative fat mass is a better predictor of dyslipidemia and metabolic syndrome than body mass index. *Cardiovasc Endocrinol Metab*. 2019 Sep 10; 8(3):77-81.

Andreasson A, Carlsson AC, Önnérhag K, Hagström H. Predictive Capacity for Mortality and Severe Liver Disease of the Relative Fat Mass Algorithm. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2019 Nov; 17(12):2619-2620.

Fedewa MV, Russell AR, Nickerson BS, Fedewa MP, Myrick JW, Esco MR. Relative accuracy of body adiposity index and relative fat mass in participants with and without down syndrome. *Eur J Clin Nutr*. 2019 Aug; 73(8):1117-1121.

Zou KH, O'Malley AJ, Mauri L. Receiver-operating characteristic analysis for evaluating diagnostic tests and predictive models. *Circulation*. 2007 Feb 6; 115(5):654-7.

Lee MJ, Kim YH, Kim JG, Lee SY, Kim K, Kim J, Paek JK. Application of Relative Fat Mass Equation in Korean Adults. *Korean J Fam Pract*. 2020; 10(1):68-73

Fedewa MV, Nickerson BS, Esco MR. The Validity of Relative Fat Mass and Body Adiposity Index as Measures of Body Composition in Healthy Adults. *Meas Phys Educ Exerc Sci.* 2020; 24(2), 137-146.

Flegal KM, Shepherd JA, Looker AC, Graubard BI, Borrud LG, Ogden CL, et al. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults. *Am J Clin Nutr.* 2009 Feb; 89(2):500-8.

Ley CJ, Lees B, Stevenson JC. Sex- and menopause-associated changes in body-fat distribution. *Am J Clin Nutr.* 1992 May; 55(5):950-4.

Ma, C. *et al.* Effects of weight loss interventions for adults who are obese on mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2017; 359, j4849.

Deurenberg, P. Universal cut-off BMI points for obesity are not appropriate. *Br J Nutr.* 2001; 85, 135-136.

Woolcott OO, Bergman RN. Defining cutoffs to diagnose obesity using the relative fat mass (RFM): Association with mortality in NHANES 1999–2014. *Int J Obes.* 2020; p. 1-10

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Os resultados apresentados pelo primeiro artigo evidenciaram que o método MGR não alcançou níveis satisfatórios de precisão e concordância adequada à avaliação do %GC em adultos jovens brasileiros quando comparado a DXA, método de referência. Além de apresentar resultado estatisticamente superior de %GC médio, a equação apresentou pobre concordância com a referência, com erro sistemático de superestimativa do resultado em indivíduos com baixo percentual de GC e subestimativa naqueles com GC elevada. A utilização da MGR não é indicada, portanto, em estudos de base populacional com indivíduos de características similares aos do presente estudo para a avaliação precisa de adiposidade.

No entanto, no segundo estudo, que objetivou verificar o desempenho de cinco diferentes métodos antropométricos (MGR, IAC, IMC, CC e RCE) na avaliação de adiposidade, comparado aos demais, a MGR foi o método que obteve melhor desempenho geral dentre os analisados, especialmente entre os homens. Já entre as mulheres, o IAC apresentou melhor desempenho dentre os métodos na avaliação da adiposidade, sendo recomendados os pontos de corte 24,3 %GC para os homens na MGR e 29,5 %GC para o IAC entre as mulheres para determinação de obesidade.

Existe uma aparente contradição entre os resultados dos artigos produzidos deste estudo, no entanto, é importante ressaltar que cada deles um foi conduzido utilizando tratamentos estatísticos distintos, que se propõe a avaliar de forma específica cada um dos métodos, de acordo com objetivos específicos. Quando comparada ao método de referência, a MGR apresentou limitações e erros sistemáticos, contudo, esse resultado não é exclusividade da MGR. Comportamento minimamente similar pode ser observado em todos os métodos analisados e discutidos no presente estudo, quando não observadas limitações ainda mais importantes.

Existe uma explícita dicotomia entre acurácia e acessibilidade no que tange a avaliação dos conteúdos corporais. Considerando a simplicidade dos índices trabalhados, que usam de poucas medidas antropométricas para avaliação da adiposidade, é plausível que sejam encontradas limitações quando comparados à avaliação completa e acurada realizada pela DXA. É necessário que existam

ferramentas acessíveis, mesmo que menos acuradas, para que sejam utilizadas por toda a população, já que métodos tidos como referência apresentam impossibilidade de ampla utilização e aplicabilidade.

Considera-se como implicação prática decorrente dos resultados obtidos neste estudo a necessidade de incentivar a investigação dos métodos antropométricos que se destinam a avaliar a adiposidade ou que se propõe a diagnosticar a obesidade. Métodos recentes ou pouco difundidos precisam ser avaliados e melhor estudados em cada população e faixa etária para que seja viabilizada sua ampla utilização, uma vez que tenham potencial para tal, contrapondo outros métodos que são tão largamente utilizados, apesar das limitações importantes já documentadas.

Os resultados sugerem, portanto, que em contexto de inacessibilidade a exames tidos como referência na análise da composição corporal e adiposidade, a utilização do IAC entre as mulheres e da MGR entre os homens adultos jovens brasileiros fornecem estimativa válida da adiposidade corporal. Os métodos supracitados podem ser úteis ferramentas no acompanhamento da saúde populacional, apresentando superior desempenho quando comparados ao IMC, CC e RCE.

É imprescindível que tais informações cheguem ao conhecimento de profissionais da saúde que atuam na prevenção e tratamento da obesidade, no sentido de dar-lhes condições para a aplicação de métodos que, apesar das limitações apresentadas, possuem desempenho superior que outros mais amplamente utilizados.

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
LABORATÓRIO DE PERFORMANCE HUMANA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO: Desenvolvimento e validação de um método antropométrico para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos

Pesquisador responsável: Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins
(jcbouzas@ufv.br)

Departamento de Educação Física – UFV Tel.: 31 3899-2076

Equipe de trabalho: Matheus Santos Cerqueira
(mscerqueira.if@gmail.com), Ingrid Daroz Guisso
(guisso.ingrid@gmail.com), Paulo Roberto dos Santos Amorim
(pramorim01@gmail.com)

Departamento de Educação Física – UFV Tel.: 22 98808-0868

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **Desenvolvimento e validação de um método antropométrico para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos**. O propósito da pesquisa é determinar sua composição corporal, por métodos antropométricos (medidas corporais), por um método por imagem (DXA). Essa pesquisa é importante para conhecer o padrão de medidas corporais de adolescentes e jovens adultos brasileiros e propor métodos antropométricos para medir a gordura corporal que sejam baseados em indivíduos da nossa população.

Sua participação neste estudo é **MUITO IMPORTANTE**, mas a decisão de participar é **VOLUNTÁRIA**, o que significa que você terá o direito de decidir se quer ou não participar, ou mesmo recusar de participar de alguma parte do estudo em especial. Também poderá desistir de participar do estudo em qualquer momento, sem acarretar qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador.

Garantimos que será mantida a **CONFIDENCIALIDADE** das informações e o **ANONIMATO**. Ou seja, meu nome não será mencionado em qualquer hipótese ou circunstância, mesmo em publicações científicas. Informamos que os resultados obtidos irão compor uma base de dados que poderão ser utilizados em outros estudos desenvolvidos pelo grupo dirigido pelo coordenador geral dessa investigação, prof. João Carlos Bouzas Marins.

A dinâmica do estudo que será submetido corresponderá à mensuração de medidas corporais, como estatura, peso corporal, circunferências e medidas ósseas com duração de aproximadamente 60 minutos. Os dados serão coletados no ambiente escolar ou no Laboratório de Performance Humana da UFV, em uma sala reservada, estando somente o avaliado, o avaliador e um auxiliar. Posteriormente, na Divisão de Saúde da UFV, será realizado um exame de imagem chamado DXA para avaliar a quantidade de gordura e massa óssea do corpo, para identificar qual a quantidade de cada um desses componentes tem no corpo. Compreender a

quantidade desses componentes é importante para o desenvolvimento de vida saudável. Este último exame é realizado em um tempo não superior a sete minutos. Ao concluir todas as etapas, você receberá, caso solicite, um relatório individual contendo as informações obtidas com a avaliação, bem como orientações sobre caso seja observado problemas relacionados ao baixo peso ou peso excessivo.

Os pesquisadores deixam claro que não haverá nenhuma compensação financeira por participar do estudo, ou custos de transporte e de alimentação. Também não será exigido por parte do avaliado nenhuma cobrança financeira por estar participando do estudo.

Como benefícios da sua participação, você irá receber um relatório com os resultados das suas medidas antropométricas e gordura corporal por um método preciso, o que permite um diagnóstico do seu estado nutricional. Caso o estado nutricional seja diagnosticado dentro das faixas de risco à saúde, você receberá informações sobre mudanças no estilo de vida que promovam a saúde e reduzam os fatores de risco. Em caso do estado nutricional apresentar risco elevado será fornecido encaminhamento para um profissional específico para acompanhamento. A instituição de ensino receberá os resultados globais da pesquisa, com um diagnóstico da situação encontrada no grupo de alunos. A produção do conhecimento científico a partir dos dados obtidos podem gerar novos métodos de avaliação da composição corporal que poderão ser adotados tanto em estudos populacionais, quanto na prática clínica de forma a identificar de forma mais precisa o estado nutricional em jovens adultos.

Quanto aos riscos de participação do estudo, as medidas antropométricas, apesar de não apresentarem riscos físicos ao avaliado, podem gerar algum tipo de constrangimento pela exposição do corpo. Caso isto ocorra, você tem a liberdade de não se submeter a tal condição. A fim de minimizar qualquer problema de constrangimento, a avaliação antropométrica será realizada em local apropriado, sem a presença de estranhos, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e um auxiliar, que serão treinados para trabalhar de forma discreta e respeitosa. O exame de imagem por DXA emite radiação, porém em doses mínimas e aceitáveis, não havendo desconfortos previstos nos exames.

Em caso de dúvida o senhor poderá entrar em contato com o Prof. Dr. JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS, orientador da pesquisa, no Departamento de Educação Física – Universidade Federal de Viçosa – DES/UFV, na Av. P. H. Hofls, s/n – Laboratório de Performance Humana (LAPEH), pelo telefone (31) 3899-2076 ou no e-mail: jcbouzas@ufv.br.

Para que possamos manter contato posteriormente, enviando informações sobre seus resultados, solicitamos, caso tenha interesse, o preenchimento dos seguintes dados:

Não tenho interesse de receber os resultados. Tenho interesse de ter minhas informações.

Nome: _____ Data de nascimento: _____
 ____/____/____

Sexo: _____ Nacionalidade: _____ Telefone: ()

e-mail: _____

Endereço:

Bairro: _____ Cidade: _____ Estado: _____
 CEP: _____

Eu....., declaro estar esclarecido(a) sobre os termos apresentados quanto aos objetivos, dinâmica do estudo, confidencialidade de meus dados, benefícios e riscos, além da possibilidade de recusar a participação parcial do estudo, ou mesmo solicitar a exclusão posteriormente. Também fui esclarecido de todas as dúvidas e sei que este projeto busca seguir integralmente a legislação brasileira com seres humanos, lei 466/12. Consinto por minha livre e espontânea vontade participar nesta pesquisa e assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

Para dúvida ou queixa sobre os aspectos éticos deste estudo poderei entrar em contato com o seguinte setor: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, CEP/UFV, localizada no Prédio Arthur Bernardes, pelo e-mail cep@ufv.br, pelo site www.cep.ufv.br ou ainda pelo telefone: (31) 3899 2492.

 Ingrid Daroz Guisso
 (Mestranda em Educação Física da UFV)

 Paulo Roberto dos Santos Amorim
 (Coordenador do Projeto)

 (Assinatura do voluntário)

Viçosa, _____ de _____ de 2019.

ANEXO B – FICHA DE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Ficha de avaliação antropométrica

Nome: _____ Sexo: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Data: ____/____/____

Está grávida?

Não Sim

Possui prótese de silicone?

Não Sim

Faz uso de algum medicamento regularmente?

Não Sim

Qual? _____

Avaliador/Anotador: _____

	Medida 1	Medida 2	Medida 3
Massa corporal			
Estatura			
Perímetro de cintura			
Perímetro de abdômen			
Perímetro de quadril			

ANEXO C – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO ANTROPOMÉTRICO PARA ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ADOLESCENTES E JOVENS ADULTOS

Pesquisador: JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 99311418.0.0000.5153

Instituição Proponente:

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Viçosa

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.957.046

Apresentação do Projeto:

O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à Área Temática: Ciências da Saúde

Conforme resumo apresentado no formulário online da Plataforma: Equações para estimativa da gordura corporal a partir de medidas antropométricas devem ser validadas a partir de um método padrão-ouro e ser específica para uma população. No Brasil, equações desenvolvidas para crianças e adolescentes não abrangem todas as faixas etárias e apresentam limitações metodológicas que podem comprometer sua validade externa. Dessa forma, o objetivo do presente estudo é verificar a validade de equações antropométricas e propor uma equação para adolescentes. Métodos: serão avaliados 400 indivíduos entre 15 e 19 anos (200 de cada sexo) estudantes do ensino médio de duas escolas de Viçosa – MG. Serão mensuradas 42 medidas antropométricas seguindo as padronizações propostas pela ISAK. A DXA será utilizada como método padrão-ouro para validação das equações. Dois terços da amostra será utilizado para o desenvolvimento das equações e um terço para validação cruzada das equações.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com os pesquisadores,

Objetivo primário: Desenvolver e validar uma equação de regressão usando a idade, sexo, maturação óssea ou pico de velocidade de crescimento e medidas antropométricas para estimativa

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.957.046

da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos de ambos os sexos.

Objetivo secundário:

- 1) Verificar a validade de métodos antropométricos desenvolvidos para a avaliação da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos de ambos os sexos, utilizando a DXA como método de referência.
- 2) Identificar padrões de acúmulo regional de gordura corporal por meio da DXA e propor uma forma de classificação desses padrões, estabelecendo pontos de corte.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os pesquisadores apresentam no formulário online da Plataforma os seguintes Riscos:

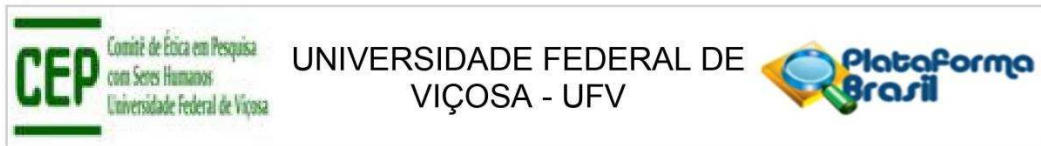
As medidas antropométricas, apresentarem um baixo risco físico ao avaliado. O compasso de dobra cutânea pode provocar em pessoas de cor clara um vermelhão, que logo desaparece naturalmente. Pessoas sensíveis podem sentir a compressão das hastes do compasso, porém sem risco de hematomas. O processo antropométrico também pode gerar algum tipo de constrangimento pela exposição do corpo. Caso isto ocorra, o voluntário tem a liberdade de não se submeter a tal condição. A fim de minimizar qualquer problema de constrangimento, a avaliação antropométrica será realizada em local apropriado, sem a presença de estranhos, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e um auxiliar, que serão treinados para trabalhar de forma discreta e respeitosa. O exame de imagem por DXA emite radiação, porém em doses mínimas e aceitáveis, não havendo desconfortos previstos nos exames.

e os seguintes Benefícios:

O voluntário irá receber um relatório com os resultados das suas medidas antropométricas e gordura corporal por um método preciso, o que permite um diagnóstico do seu estado nutricional. Caso o estado nutricional seja diagnosticado dentro das faixas de risco à saúde, ele receberá informações sobre mudanças no estilo de vida que promovam a saúde e reduzam os fatores de risco. Em caso do estado nutricional apresentar risco elevado

será fornecido encaminhamento para um profissional específico para acompanhamento. A instituição de ensino receberá os resultados globais da pesquisa, com um diagnóstico da situação encontrada no grupo de alunos. A produção do conhecimento científico a partir dos dados obtidos podem gerar novos métodos de avaliação da composição corporal que poderão ser adotados tanto em estudos populacionais, quanto na prática clínica de forma a identificar de forma mais precisa o

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.957.046

estado nutricional em jovens adultos.

Avaliação: Os riscos e os benefícios estão de acordo com as recomendações sobre pesquisas com seres humanos baseados na Resolução 466/12 do CNS

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os pesquisadores propõe desenvolver e validar uma equação de regressão usando a idade, sexo, maturação óssea ou pico de velocidade de crescimento e medidas antropométricas para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos de ambos os sexos, para isso pretendem realizar um estudo do tipo transversal com 600 estudantes (300 de cada sexo) com idade entre 15 e 30 anos, saudáveis e selecionados por meio de amostragem aleatória simples originários de três escolas públicas, duas no município de Viçosa e outro de Rio Pomba todas em MG (jovens adolescentes), além de estudantes da UFV (jovens adultos) . Inicialmente será realizado um estudo piloto em uma sub-amostra da pesquisa para calcular o ETM, visando identificar nos avaliadores as medidas com maior % de erro e corrigir as técnicas de medidas dos avaliadores que apresentarem erro elevado. Desta forma o estudo constará de três etapas: (1) Recrutamento dos voluntários; (2) Levantamento antropométrico; (3) Composição corporal pelo DXA. O levantamento antropométrico será realizado por meio do perfil completo de acordo com o padrão proposto pela International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK, 2011). Esse perfil consta de 42 medidas divididas em: massa corporal, estatura, altura sentado envergadura, circunferências corporais, dobras cutâneas e alturas corporais e diâmetros ósseos, feito em sala reservada no Laboratório de Performance Humana, por Educadores Físicos treinados para tal função. As medidas de composição corporal pelo método referência serão determinadas por DXA, que apresenta duração média de sete minutos. Os testes serão realizados por um técnico habilitado em radiologia médica utilizando um densitômetro (GE Healthcare®, Lunar Prodigy Advance DXA System, versão do software: 13,31). Para garantir a qualidade das mensurações, o equipamento será calibrado diariamente, conforme as especificações do fabricante. As avaliações com DXA serão realizadas na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa. Após a finalização da coleta, os dados serão digitados no programa Avaesporte® (Esporte Sistemas, MG – Brasil) onde cada avaliado terá acesso aos próprios dados com resultados das mensurações e com um relatório elaborado explicando cada resultado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Considerações sobre os documentos apresentados pelo pesquisador:

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.957.046

Os termos de apresentação obrigatória estão de acordo com as recomendações sobre pesquisas com seres humanos baseados na Resolução 466/12 do CNS

Recomendações:

Quando da coleta de dados, o TCLE deve ser elaborado em duas vias, rubricado em todas as suas páginas e assinado, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa ou responsável legal, bem como pelo pesquisador responsável, ou pessoa(s) por ele delegada(s), devendo todas as assinaturas constar na mesma folha.

Não é necessário apresentar os TCLEs assinados ao CEP/UFV. Uma via deve ser mantida em arquivo pelo pesquisador e a outra é do participante da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

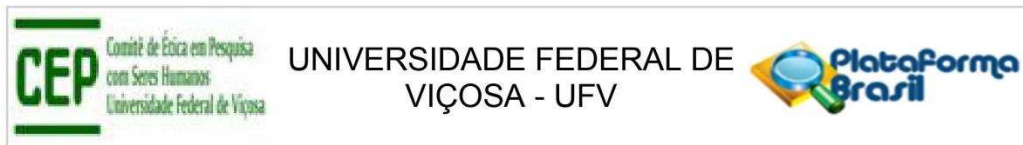
Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de emissão deste parecer.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1219775.pdf	20/09/2018 15:58:02		Aceito
Folha de Rosto	FOLHAROSTO.pdf	20/09/2018 15:57:22	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	INFRAESTRURURA.pdf	20/09/2018 06:41:51	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizacaoUFV.pdf	17/09/2018 11:41:26	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e	ESCOLA3RioPomba.pdf	17/09/2018 11:41:08	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.957.046

Infraestrutura	ESCOLA3RioPomba.pdf	17/09/2018 11:41:08	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ESCOLA2Effie.pdf	17/09/2018 11:40:14	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ESCOLA1COLUNI.pdf	17/09/2018 11:38:49	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Outros	ANEXO5.pdf	17/09/2018 11:37:05	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Outros	ANEXO4.pdf	17/09/2018 11:36:42	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE3.pdf	17/09/2018 11:35:20	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2.pdf	17/09/2018 11:35:01	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE1.pdf	17/09/2018 11:34:45	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETODR.pdf	17/09/2018 11:25:11	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VICOSA, 11 de Outubro de 2018

Assinado por:
HELEN HERMANA MIRANDA HERMSDORFF
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br