

Validação de uma balança de impedância bioelétrica para a estimativa de gordura corporal em adolescentes

Validation of a bioelectrical impedance scale for the estimation of body fat in adolescents

Andreia Pelegrini^{1*}, André de Araújo Pinto¹, Hector Cris Colares de Angelo¹, Gaia Salvador Claumann¹, Diego Augusto Santos Silva², Mateus Augusto Bim¹.

1. Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil.
2. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil.

RESUMO

Introdução: A estimativa da gordura corporal tem sido realizada por diversos equipamentos disponíveis no mercado. Entretanto, muitos desses equipamentos não foram comparados com critérios de referência que verificassem a sua real acurácia.

Objetivo: Verificar a validade de uma balança de impedância bioelétrica (OMRON-514C) para a estimativa de gordura corporal.

Métodos: Quarenta e quatro adolescentes com excesso de peso (25 do sexo feminino) participaram deste estudo, com idade média de $12,3 \pm 1,1$ anos. Todos foram submetidos à avaliação da gordura corporal por pletismografia de deslocamento de ar e impedância bioelétrica.

Resultados: Valores mais elevados de gordura corporal relativa e absoluta foram estimados por impedância bioelétrica em relação à pletismografia ($p < 0,05$). Não houve correlação entre as medidas de gordura corporal relativa entre os dois métodos ($r = 0,185$; $p = 0,228$). As medidas absolutas de gordura corporal foram correlacionadas ($r = 0,497$, $p = 0,001$). Tanto nas medidas de gordura corporal relativa ($p = 0,034$) quanto absoluta ($p = 0,021$), nas quais, para ambas as medidas, a impedância bioelétrica superestimou os valores medidos.

Conclusão: em adolescentes com características semelhantes a do presente estudo, a estimativa de gordura corporal pela impedância bioelétrica (OMRON-514C) deve ser usada com cautela.

Palavras-chave: Pletismografia, Impedância bioelétrica, Adolescentes, Excesso de peso.

ABSTRACT

Introduction: Several different instruments available on the market have been used for the estimation of body fat. However, many of these instruments have not been compared with reference criteria to verify their true accuracy.

Aim: to verify the validity of a bioelectrical impedance scale (OMRON-514C) for the estimation of body fat.

Methods: Forty-four overweight adolescents (25 females) participated in this study, with an average age of 12.3 ± 1.1 years. All were submitted to body fat evaluations by air displacement plethysmography and bioelectrical impedance.

Results: Higher values of relative and absolute body fat were estimated by bioelectrical impedance compared to plethysmography ($p < 0.05$). There was no correlation between the relative body fat measurements between the two methods ($r = 0.185$; $p = 0.228$). The absolute measurements of body fat were correlated ($r = 0.497$, $p = 0.001$). Both in the measurements of relative ($p = 0.034$) and absolute body fat ($p = 0.021$), the bioelectrical impedance overestimated the measured values.

Conclusion: in adolescents with characteristics like the present study, the estimate of body fat by the bioelectrical impedance (OMRON-514C) should be used with caution.

Key-words: Plethysmography, Bioelectrical impedance, Adolescents, Overweight.

Recebido 7 de maio de 2020; Aceito 15 de setembro de 2020.

Correspondência: Andreia Pelegrini, Grupo de Estudos e Pesquisa em Cineantropometria – GEPECIN, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Rua Pascoal Simone, 358 Coqueiros 88080-350 Florianópolis SC. andrea.pelegrini@udesc.br

Introdução

Interesse cada vez maior tem sido observado em relação aos estudos que investigam a composição corporal nas diferentes fases da vida [1]. Isso se deve, principalmente, em virtude das proporções epidêmicas de obesidade [2], a qual tem sido considerada um problema de saúde pública [3] e que apresenta relação com outras doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) [4]. Tais fatos são decorrentes de um estilo de vida contemporâneo, composto, principalmente, pela ingestão excessiva de alimentos ultraprocessados e hábitos sedentários [5].

Em adultos brasileiros, mais de 50% encontram-se com excesso de peso e 18,9% com obesidade. Ressalta-se que em uma década (2006-2016), o excesso de peso aumentou em 26,3% e a obesidade em 60% [6]. Quando analisados os casos de sobrepeso e obesidade na adolescência, a Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE) revelou que 23,7% e 7,8% dos estudantes brasileiros, entre 13 e 17 anos, tinham excesso de peso e obesidade, respectivamente [7]. Esses dados geram preocupação, especialmente, devido à tendência dessas prevalências permanecerem durante a fase adulta [8]. Ademais, se as tendências atuais continuarem, as estimativas apontam um número superior de crianças e adolescentes com obesidade do que com desnutrição moderada e grave até 2022 [9].

Diante das prevalências preocupantes de excesso de peso na população pediátrica, a avaliação da composição corporal é fundamental, principalmente, a partir de técnicas válidas e confiáveis que estimam a gordura corporal. Tradicionalmente, as técnicas de medida da gordura corporal podem ser classificadas como diretas, indiretas e duplamente indiretas [10]. Dentre as técnicas indiretas, destacam-se a absorciometria por dupla emissão de Raio-X (DXA) e a pletismografia por deslocamento de ar (PDA) [11]. Esses métodos são precisos, porém apresentam custo elevado, além de necessitar de pessoal capacitado para a realização das medidas, limitando a utilização em estudos epidemiológicos [12].

Dessa forma, faz-se interessante dispor de métodos mais simples, rápidos e menos onerosos, que possibilitem a realização de estudos com tal qualidade observada pelos métodos duplamente indiretos. Nesse caso, a impedância bioelétrica (BIA), considerada uma dessas técnicas, torna-se uma ferramenta importante de avaliação e monitoramento da gordura corporal para os profissionais da área da saúde. Para tanto, essa técnica deve ser utilizada a partir da validação com critérios de referência [13].

Mesmo diante da praticidade da BIA em relação a outros meios de avaliação mais precisos da gordura corporal, os resultados de validação são controversos, sobretudo, porque há diferentes aparelhos de BIA sendo comercializados. Estudo prévio, conduzido em crianças, ao comparar os valores da gordura corporal estimada pela BIA (TANITA SC-240) e a PDA, revelou subestimação dos valores estimados pela BIA em relação aos da PDA [14]. Em adolescentes franceses, a BIA (Tanita MC-780) superestimou os valores de gordura corporal [15]. Por outro lado, em crianças e adolescentes americanos, notou-se que a BIA (TANITA SC-240) apresentou precisão aceitável para estimativa da gordura corporal quando comparada a DXA [16].

Não foram encontrados, na literatura pesquisada, estudos que avaliaram a validade da balança de BIA, modelo OMRON-514C, com a PDA e para que isso seja possível, a precisão da BIA deve ser determinada. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar a validade de uma balança de BIA comercial (OMRON-514C) para a estimativa da gordura corporal em adolescentes brasileiros, utilizando como critério de referência a PDA.

Métodos

Participantes do estudo

Este é um estudo observacional transversal, vinculado a um macroprojeto intitulado “Densidade mineral óssea em adolescentes: qual a relação com a gordura corporal, atividade física e comportamento sedentário?”, realizado em uma escola pública de ensino fundamental do município de São José/SC, Brasil, selecionada de modo intencional. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (parecer nº 1.468.045/2016).

Foram considerados elegíveis para o presente estudo adolescentes com idade entre 10,0 e 14,9 anos, que apresentavam sobrepeso, regularmente matriculados no ensino fundamental, que aceitaram participar voluntariamente da pesquisa com a assinatura do termo de assentimento e que os pais ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os seguintes critérios de exclusão foram empregados: 1) incapacidade de manter-se de pé e/ou locomover-se; 2) incapacidade plena de fala e/ou audição; 3) referir doenças que alteram a composição corporal, como neoplasias malignas, alterações cromossômicas, paralisias, insuficiência renal ou hepática, hiper ou hipotireoidismo; 4) gravidez; e 5) uso de medicamentos diuréticos.

O procedimento de amostragem ocorreu por saturação, e todos os adolescentes dentro da faixa etária pré-estabelecida foram convidados a participar da pesquisa. De uma amostra inicial de 1002 sujeitos, 433 foram excluídos por apresentarem baixo peso ou obesidade, 440 recusaram participar do estudo e 11 foram excluídos devido aos critérios de exclusão, totalizando 118 adolescentes. Desses, 44 estavam com sobrepeso e foram incluídos no presente estudo. Foi realizado um cálculo de poder da amostra a posteriori considerando a comparação dos valores médios e desvio padrão da gordura corporal avaliados pela BIA ($17,1 \pm 6,6$) e PDA ($14,2 \pm 5,4$) e a correlação ($r=0,497$). Foi constatado um tamanho de efeito de 0,47 com nível de significância de 0,05, verificando um valor de beta de 0,87.

Variáveis

A mensuração da massa corporal e estatura, seguindo procedimentos padronizados [17], de todos os escolares foi realizada por um avaliador treinado. A massa corporal (kg) foi aferida por meio de uma balança digital portátil de marca Tanita (BF683W, Arlington Heights EUA). A estatura (m) foi mensurada utilizando-se estadiômetro (Altura Exata, Minas Gerais, Brasil). De posse desses dados, calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC) e classificou-se de acordo com pontos de corte específicos para sexo e idade [18].

A avaliação das medidas de gordura corporal foi realizada no Laboratório de Antropometria da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em dias previamente agendados com a escola e com os responsáveis pelos escolares, sempre no turno matutino. O transporte para a condução dos escolares da escola até à UFSC foi disponibilizado pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Anteriormente à data da coleta, foi solicitado aos responsáveis dos escolares que seguissem algumas instruções, as quais eram necessárias para as avaliações dos escolares que seriam realizadas no dia seguinte: a) estar em jejum de no mínimo dez horas antes do exame; b) utilizar roupa adequada, os meninos de sunga e as meninas de top e calção que não ficassem folgados ao corpo; c) não portar objetos de metal presos ao corpo, como brincos, cordões e piercings; d) não realizar exercício físico oito horas antes dos exames; e) não ingerir bebida alcoólica quarenta e oito horas antes; e f) não estar no período menstrual.

A gordura corporal foi estimada pelo método da pletismografia por deslocamento de ar (PDA) (*Bodpod*, Life Measurements, Concorde, CA, EUA), previamente calibrado, o qual é considerado referência para a estimativa da gordura corporal [19], e sua validade para esta medida em adolescentes já foi evidenciada [20].

Para o método da BIA utilizou-se a balança de controle corporal (OMRON-514C, São Paulo, Brasil), que possui um sistema de oito eletrodos (dois em cada mão e pé) e realiza medições da resistência e reatância em cada um dos segmentos por meio de corrente elétrica na intensidade de 50 kHz e 500µA por meio de todo o corpo (dos braços aos pés). Para a avaliação dos escolares foram utilizadas as instruções do fabricante, assim, deveriam eles permanecer na posição ortostática, com os pés tocando os eletrodos da base da balança, com os joelhos e costas eretos olhando para o horizonte, mantendo os braços na horizontal e as mãos em contato com os eletrodos da unidade de exibição do suporte, com os ombros em flexão e cotovelos estendidos, formando um ângulo de 90° em relação ao corpo.

Análise estatística

As análises estatísticas foram conduzidas no *software* IBM SPSS Statistics 20 adotando-se o nível de significância de 5%. A normalidade da distribuição dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. Para comparar os valores estimados de gordura corporal da BIA com o método de referência (PDA) foi utilizado o teste t pareado (viés sistemático). A correlação de Pearson foi empregada para verificar possíveis relações entre os métodos e a concordância entre as medidas foi analisada por meio da plotagem de Bland e Altman [21].

Resultados

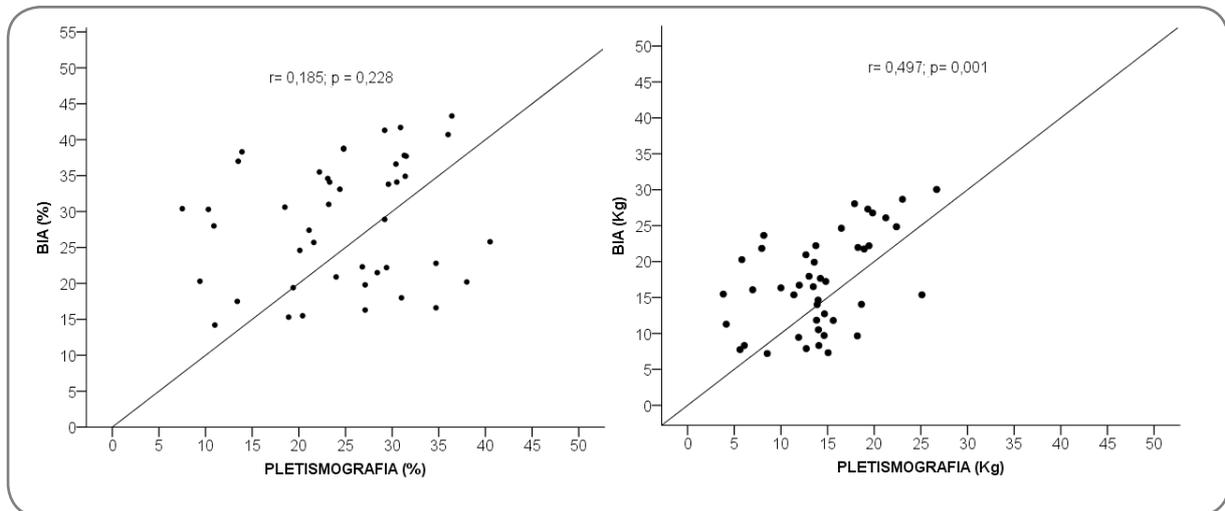
Os dados descritivos dos participantes do estudo são apresentados na Tabela I. Participaram do estudo 44 adolescentes, dos quais 25 eram do sexo feminino, com média de idade de 12,3 ($\pm 1,1$) anos. Foram encontrados valores superiores ($p < 0,05$) da gordura corporal relativa (28,6% e 24,6%) e absoluta (17,1 kg e 14,2 kg) estimada pela BIA em relação à PDA, respectivamente.

Tabela I - Características antropométricas e gordura corporal de adolescentes com sobrepeso. São José/ SC (2016).

Variáveis	Média (DP)
Idade (anos)	12,3 (1,1)
MC (kg)	58,7 (9,6)
Estatura (cm)	159,2 (9,9)
IMC (kg/m ²)	23,0 (1,7)
Gordura relativa (BIA)	28,6 (8,6)*
Gordura relativa (PDA)	24,6 (8,3)
Gordura absoluta (BIA)	17,1 (6,6)*
Gordura absoluta (PDA)	14,2 (5,4)

DP = desvio-padrão; MC = massa corporal; kg: quilogramas; BIA = impedância bioelétrica; PDA = Pletismografia por deslocamento de ar; IMC = índice de massa corporal; * $p < 0,05$ (comparação dos valores médios entre BIA e PDA).

Não houve correlação entre as medidas de gordura corporal relativa obtida entre os dois métodos ($r = 0,185$, $p = 0,228$), todavia, as medidas de gordura corporal absoluta apresentaram-se correlacionadas entre os métodos, apresentando correlação de fraca a moderada ($r = 0,497$, $p = 0,001$) (Figura 1). Em relação ao sexo masculino, nenhuma correlação entre os métodos foi observada, enquanto no sexo feminino observou-se correlação de moderada a forte entre as medidas relativa ($r = 0,565$, $p = 0,003$) e absoluta ($r = 0,753$, $p = 0,001$).



% gordura = gordura relativa; kg = gordura absoluta.

Figura 1 - Correlação entre os métodos para composição corporal em adolescentes com sobrepeso. São José/SC (2016).

Na Figura 2 são apresentadas as análises de concordância entre as medidas de gordura corporal relativa e absoluta obtidas pelos dois métodos. Observou-se presença de viés sistemático tanto para as medidas de gordura corporal relativa ($p = 0,034$) quanto absoluta ($p = 0,021$) em que, para ambas as medidas, a BIA superestimou os valores mensurados, além de apresentar amplos limites de concordância.

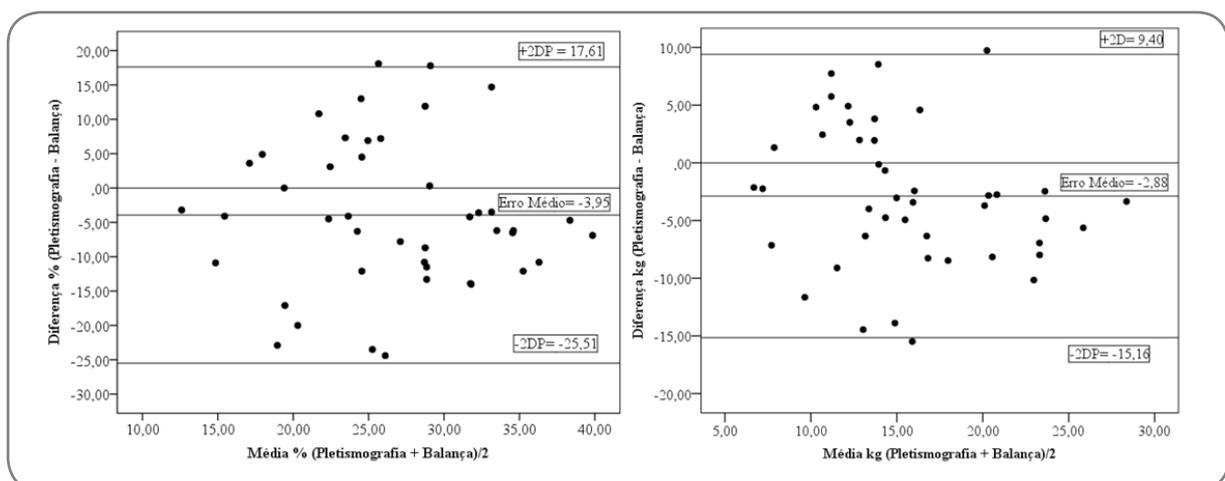


Figura 2 - Diferença entre a gordura corporal (relativa e absoluta) obtida entre a impedância bioelétrica e pletismografia sobre suas médias.

Discussão

O principal resultado deste estudo indicou que os valores da gordura corporal relativa e absoluta, estimada pela BIA OMRON-514c, foram superestimados em comparação aos da PDA (critério de referência). A existência de inúmeras marcas e modelos de BIA dificultam as comparações entre os estudos e mesmo aqueles que compararam os valores obtidos pela BIA com os da DXA apresentam resultados distintos [15,16]. Apesar disso, Barreira *et al.* [16], ao investigarem crianças afro-americanas, encontraram uma precisão aceitável na estimativa da gordura corporal utilizando a BIA Tanita SC-240 e a DXA. Em estudo realizado com crianças suecas [14], não foram identificadas diferenças significativas ao analisar a BIA Tanita SC-240 e a PDA. Por outro lado, em adolescentes franceses, observou-se que os valores de gordura corporal foram superestimados pela BIA Tanita MC-780 em relação à DXA [15]. Não obstante, ao analisar duas balanças de BIA (*Biodynamics Model 450* e *InBody 230*) em comparação com a DXA, Faria *et al.* [22] identificaram que apenas a BIA *InBody230* apresentou resultados próximos aos da DXA, apesar de ambos os modelos terem superestimado os valores de gordura corporal em relação ao critério de referência (DXA).

Pesquisadores verificaram a validação de métodos para estimar a gordura corporal em crianças e adolescentes, como a DXA, pesagem subaquática, medição de espessuras de dobras cutâneas, diluição de isótopos, diluição de deutério e BIA utilizando o modelo 4C (quatro compartimentos) como método de referência [23]. Os resultados apontaram que a BIA gerou os resultados menos satisfatórios de gordura corporal em relação aos outros métodos explorados [23]. Tais resultados podem ser explicados pela natureza do método que avalia a água corporal pela resistência à passagem de uma corrente elétrica alternada [24]. Sendo assim, conforme ocorre o aumento da quantidade de gordura corporal, há uma resistência à condutividade elétrica, pois a massa de gordura apresenta menor hidratação que os tecidos magros [24].

Salienta-se, ainda, que a precisão das mensurações da BIA é influenciada por fatores, como nível de hidratação corporal, forma corporal e até mesmo etnia [25], o que suscitaria uma amostra maior para estudos de validação desse tipo de dispositivo. Outros estudos também reforçaram que os diferentes modelos de BIA disponíveis no mercado estimam a composição corporal por meio de equações dos próprios fabricantes, sem validade para grupos étnicos específicos [26,27]. Dessa forma, faz-se necessário considerar que o modelo da BIA escolhido para avaliar a gordura corporal pressuponha o conhecimento dessas informações para não incorrer em estimativas incorretas. Para isso, uma cuidadosa análise desses dados disponíveis é importante em busca de resultados mais precisos, no intuito de suportar seu uso tanto na prática epidemiológica quanto na clínica. Contudo, salienta-se que mesmo gerando estimativas imprecisas, seus resultados podem ser valiosos, especialmente, em avaliações com adolescentes que apresentam grande volume de gordura corporal em razão de dificuldades com o uso da antropometria.

Destaca-se como pontos fortes deste estudo a utilização de uma amostra homogênea em relação ao IMC (sobrepeso), bem como o emprego de um modelo considerado critério de referência para estimativa da gordura corporal. Além disso, mesmo havendo estudos comparando o desempenho de diferentes modelos de BIA com outros métodos de referência, para estimar a gordura corporal em adolescentes, relativamente poucos trabalhos foram feitos até o momento, o que torna essas descobertas importantes. Dentre as principais limitações do estudo, ressalta-se o não conhecimento da equação da BIA OMRON-514c para estimativa da gordura corporal absoluta e relativa, bem como o tamanho amostral pequeno e a heterogeneidade do grupo em relação à idade (10 a 14 anos).

Conclusão

Os resultados deste estudo sugerem que as estimativas da gordura corporal são influenciadas pelo uso de diferentes métodos de avaliação (balança de controle corporal ONROM-514c e PDA). Dessa forma, para adolescentes com sobrepeso e que apresentem características similares às do presente estudo, o uso da balança OMRON-514c deve ser utilizado com cautela. Recomenda-se, em paralelo ao uso da BIA, o uso de outro método de estimativa da gordura corporal em adolescentes, a fim de se obter uma avaliação mais acurada da gordura corporal.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq (número 445657/2014-6) e à FAPESC (número 2017TR646) pelo apoio financeiro, e à CAPES pelas bolsas concedidas.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Pelegrini A, Silva DAS. **Obtenção de dados:** Pelegrini A, Silva DAS, Pinto AA, Angelo HCC, Claumann GS. **Análise e interpretação dos dados:** Pelegrini A, Pinto AA, Angelo HCC, Claumann GS. **Análise estatística:** Pelegrini A, Pinto AA. **Obtenção de financiamento:** Pelegrini A. **Redação do manuscrito:** Pelegrini A, Pinto AA, Angelo HCC, Glaumann GS, Silva DAS, Bim MA. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Pelegrini A, Pinto AA, Angelo HCC, Claumann GS, Silva DAS, Bim MA.

Referências

1. Jardim JB, Souza IL. Obesidade infantil no Brasil: uma revisão integrativa. *J Manag Prim Health Care* 2017;8(1):66-90. <https://doi.org/10.14295/jmphc.v8i1.275>
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde: Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2015.
3. FAO/OPAS: sobrepeso afeta quase metade da população de todos os países da América Latina e Caribe 2017. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5331:fao-opas-sobrepeso-afeta-quase-metade-da-populacao-de-todos-os-paises-da-america-latina-e-caribe&Itemid=820
4. Malta DC, Silva MMAD, Moura LD, Moraes Neto OLD. A implantação do Sistema de Vigilância de Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil, 2003 a 2015: alcances e desafios. *Rev Brasil Epidemiol* 2017;20:661-75. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201700040009>
5. Neves FS, Oliveira RMS, Cândido APC. Aspectos epidemiológicos do excesso de peso em crianças e adolescentes: tendência secular nas perspectivas mundial e brasileira. *Rev APS* 2018;20(2):293-95. <https://doi.org/10.34019/1809-8363.2017.v20.16586>
6. Vigitel Brasil. Hábitos dos brasileiros impactam no crescimento da obesidade e aumenta prevalência de diabetes e hipertensão. Brasília: Conselho Federal de Nutricionistas; 2016.
7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar: 2015. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2016.
8. Silveira MGG. Prevenção da obesidade e de doenças do adulto na infância. Petrópolis: Vozes; 2017.
9. Reilly JJ, El-Hamdouchi A, Diouf A, Monyeki A, Somda SA. Determining the worldwide prevalence of obesity. *The Lancet* 2018;391(10132):1773-4. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30794-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30794-3)
10. Martin AD, Drinkwater DT. Variability in the measures of body fat. *Curr Sport Med Rep* 1991;11(5):277-88. <https://doi.org/10.2165/00007256-199111050-00001>
11. Giannichi RS, Bedim RF, Rigueira JE. Análise da técnica de bioimpedância elétrica em relação a sua

- validade. In: IV Simpósio Mineiro de Ciências do Esporte. Viçosa: Imprensa Universitária. Rev Min Educ Fis 2000.
12. Pereira LLO, Campos FPL, Lancha Junior AH. Obesity: considerations about etiology, metabolism, and the use of experimental models. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2012;5:75-87. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S25026>
 13. Leite MJCIC. Métodos de avaliação da composição corporal. Porto: Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto; 2004.
 14. Delisle Nyström C, Henriksson P, Alexandrou C, Löf M. The Tanita SC-240 to assess body composition in pre-school children: An evaluation against the three component model. *Nutrients* 2016;8(6):371. <https://doi.org/10.3390/nu8060371>
 15. Verney J, Metz L, Chaplais E, Cardenoux C, Pereira B, Thivel D. Bioelectrical impedance is an accurate method to assess body composition in obese but not severely obese adolescents. *J Food Nutr Res* 2016;36(7):663-70. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2016.04.003>
 16. Barreira TV, Staiano AE, Katzmarzyk PT. Validity assessment of a portable bioimpedance scale to estimate body fat percentage in White and African-American children and adolescents. *Int J Pediatr Obes* 2013;8(2):e29-e32. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2012.00122.x>
 17. Canadian Society for Exercise Physiology. The Canadian physical activity, fitness and lifestyle appraisal: CSEP's guide to health active living. 3 ed. Ottawa: CSEP; 2004.
 18. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000;320((7244):1240-3. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>
 19. Mello MT, Dâmaso AR, Antunes HKM, Siqueira KO, Castro ML, Bertolino SV, et al. Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: o uso de dois diferentes métodos. *Rev Brasil Med Esp* 2005;11(5):267-70. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000500004>
 20. Fields DA, Goran MI. Body composition techniques and the four-compartment model in children. *J Appl Physiol* 2000;89(2):613-20. <https://doi.org/10.1152/jappls.2000.89.2.613>
 21. Silva DRP, Ribeiro AS, Pavão FH, Ronque ER, Avelar A, Silva AM et al. Validade dos métodos para avaliação da gordura corporal em crianças e adolescentes por meio de modelos multicompartimentais: uma revisão sistemática. *Rev Assoc Med Brasil* 2013;59(5):475-86. <https://doi.org/10.1016/j.ramb.2013.03.006>
 22. Faria ER, Faria FR, Gonçalves, VSS, Franceschini, SCC, Peluzio, MCG, Sant'Ana LFR, et al. Prediction of body fat in adolescents: comparison of two electric bioimpedance devices with dual-energy X-ray absorptiometry. *Nutr Hosp* 2014;30(6):1270-8. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.30.6.7793>
 23. Roemmich JN, Clark PA, Weltman A, Rogol AD. Alterations in growth and body composition during puberty. I. Comparing multicompartiment body composition models. *J Appl Physiol* 1997;83(3):927-35. <https://doi.org/10.1152/jappls.1997.83.3.927>
 24. Bray GA, Delany JP, Volaufova J, Harsha DW, Champagne C. Prediction of body fat in 12-y-old African American and white children: evaluation of methods. *Am J Clin Nutr* 2002;76(5):980-90. <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.5.980>
 25. Heyward VH, Wagner DR. Applied body composition assessment. *Human Kinetics* 2004. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-26>
 26. Dehghan M, Merchant AT. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nut J* 2008;7(1):26. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-26>.
 27. McClanahan BS, Stockton MB, Lanctot JQ, Relyea G, Klesges RC, Slawson DL, et al. Measurement of body composition in 8-10-year-old African-American girls: A comparison of dual-energy X-ray absorptiometry and foot-to-foot bioimpedance methods. *Int J Ped Ob* 2009;4(4):389-96. <https://doi.org/10.3109/17477160902763358>