

The use of bioelectrical impedance to detect excess visceral and subcutaneous fat

Utilização da impedância bioelétrica na indicação do excesso de gordura visceral e subcutânea

Rômulo A. Fernandes¹, Clara S. C. Rosa², Camila Buonani², Arli R. de Oliveira³,
Ismael F. Freitas Júnior⁴

Resumo

Objetivo: Analisar a relação e o desempenho da impedância bioelétrica na indicação do excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade em jovens brasileiros.

Métodos: A amostra foi composta por 811 jovens de ambos os sexos (de 11 a 17 anos). A identificação do estado nutricional foi baseada no valor da dobra cutânea tricipital e gordura relativa (impedância bioelétrica) e no excesso de gordura visceral no valor da circunferência de cintura. A análise estatística utilizou valores médios, desvios padrão, correlação linear, teste *t* de Student e curva ROC.

Resultados: Em ambos os gêneros, impedância bioelétrica apresentou bom desempenho na identificação do simultâneo excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade, sendo mais específica (masculino = 92,4%; feminino = 93,8%) do que sensível (masculino = 86,1%; feminino = 71,8%).

Conclusão: Em conclusão, os achados oferecem suporte para o uso da impedância bioelétrica na identificação do excesso de gordura visceral e subcutânea em adolescentes.

J Pediatr (Rio J). 2007;83(6):529-534: Circunferência abdominal, estado nutricional, obesidade, adolescentes, análise de impedância bioelétrica.

Introdução

Ao longo das últimas 3 décadas, a prevalência de sobrepeso e obesidade tem aumentado de forma alarmante em todo o mundo¹. Devido ao fato da obesidade estar associada ao desenvolvimento de fatores de risco ao desenvolvimento da síndrome metabólica²⁻³, gerar elevados gastos com saúde⁴ e, conseqüentemente, diminuir a expectativa de vida do indivíduo obeso⁵, este aumento constitui uma preocupação

Abstract

Objective: To analyze bioelectrical impedance performance in detecting the presence of excess visceral fat and overweight/obesity in young Brazilians and how its values are related with them.

Methods: Study sample consisted of 811 adolescents of both genders (11 to 17 years of age). Nutritional status was determined based on triceps skinfold thickness (TSF), relative body fat (bioelectrical impedance), and excess visceral fat as determined by waist circumference. Statistical analysis was performed using means, standard deviations, linear correlation, Student's *t* test, and ROC curve.

Results: Bioelectrical impedance achieved good performance in identifying excess visceral fat associated with overweight/obesity in both genders, and was found to be more specific (male 92.4% and female 93.8%) than sensitive (male 86.1% and female 71.8%).

Conclusion: Our findings support the use of bioelectrical impedance to identify the presence of excess visceral and subcutaneous fat in adolescents.

J Pediatr (Rio J). 2007;83(6):529-534: Abdominal circumference, nutritional status, obesity, adolescents, bioelectrical impedance.

entre profissionais da área da saúde e precisa ser acompanhado.

O Brasil segue esta tendência mundial e já apresenta uma alta prevalência de sobrepeso e obesidade em sua população jovem^{1,6}. Nesse sentido, no que se refere à obesidade, uma especial atenção precisa ser creditada à identificação e tratamento da obesidade infantil, uma vez que ela tende a se manter até a fase adulta⁷. Sendo assim, em função da importância

1. Mestrando, Centro de Educação Física e Esporte (CEFE-UEL), Londrina, PR.

2. Acadêmica de Educação Física, Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, SP.

3. Doutor. CEFE-UEL, Londrina, PR.

4. Doutor. Departamento de Educação Física, UNESP, Presidente Prudente, SP.

Este trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, SP.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.

Como citar este artigo: Fernandes RA, Rosa CS, Buonani C, Oliveira AR, Freitas Júnior IF. The use of bioelectrical impedance to detect excess visceral and subcutaneous fat. *J Pediatr (Rio J)*. 2007;83(6):529-534.

Artigo submetido em 08.05.07, aceito em 08.08.07.

doi:10.2223/JPED.1722

adquirada pela obesidade, o desenvolvimento e a utilização de técnicas úteis e confiáveis para a sua correta identificação entre crianças e adolescentes também adquirem importância.

Nesse sentido, devido ao fato de serem técnicas de campo relativamente simples e apresentarem correlações significativas com a gordura corporal⁸⁻¹⁰, a antropometria (ANT) e a análise de impedância bioelétrica (BIA) são técnicas amplamente utilizadas em estudos epidemiológicos⁹⁻¹³. No entanto, no Brasil, nos últimos anos, embora a BIA esteja se popularizando, até o presente momento não existem estudos que tenham analisado a relação e a eficiência dos valores de gordura corporal fornecidos pela BIA na identificação de excesso de tecidos adiposo visceral e subcutâneo em jovens brasileiros.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi analisar, em uma amostra composta por adolescentes, a relação e a eficiência da BIA na identificação do excesso de gordura visceral e subcutânea indicados, respectivamente, por valores de circunferência de cintura (CC) e da dobra cutânea tricipital (Dtr).

Métodos

O presente estudo possui um delineamento transversal e foi conduzido na cidade de Presidente Prudente (população de ~ 180.000) durante o ano de 2006. O tamanho da amostra de 805 sujeitos foi calculado para detectar uma prevalência de sobrepeso e obesidade de 28,5%¹⁴, com um erro amostral de 3,1% e significância estatística de 5%. Com base em dados de um estudo piloto, estimou-se uma perda amostral de 6%. Sendo assim, foi planejada a coleta de informações referentes a 853 sujeitos.

Para a seleção da amostra, durante um primeiro momento da pesquisa, dados foram levantados e o município de Presidente Prudente foi subdividido em cinco regiões distintas (Regiões Norte, Sul, Leste, Oeste e Central). Com base nas informações levantadas, constatou-se que a Região Central abrigava as principais linhas de transporte urbano, vias de acesso ao município e, conseqüentemente, a maior parcela das instituições e escolares da rede privada de ensino. Dessa forma, dentro do universo de escolas privadas localizadas na referida região, cinco foram selecionadas de forma aleatória para a realização do estudo.

Nas cinco unidades escolares selecionadas, todos os adolescentes matriculados nos ensinos fundamental e médio foram convidados a participar do estudo. Desses, um total de 860 concordaram em participar da pesquisa, declararam não possuir nenhuma doença metabólica diagnosticada e retornaram com o termo de consentimento devidamente assinado por seus responsáveis. No entanto, devido a faltas durante a realização das avaliações, 49 sujeitos foram excluídos da amostra (30 do sexo masculino e 19 do feminino). Por terem faltado às avaliações, não foi possível detectar a existência de possíveis diferenças nas variáveis analisadas entre o grupo excluído ($n = 49$) e a amostra estudada ($n = 811$). Sendo

assim, a amostra foi composta por 811 adolescentes saudáveis de ambos os sexos e com idade variando de 11 a 17 anos (365 do sexo masculino e 446 do feminino), o que representa uma fração superior a 15% do número total de alunos de mesma faixa etária matriculados na rede privada de ensino do município.

O consentimento formal foi obtido dos participantes e de seus respectivos responsáveis antes da realização da pesquisa, e o protocolo de estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista – UNESP (Presidente Prudente).

A idade cronológica dos adolescentes foi determinada em forma centesimal utilizando a data de nascimento e o dia da avaliação. As principais variáveis antropométricas estudadas foram peso corporal, estatura, Dtr e CC. O peso corporal foi aferido com a utilização de uma balança portátil digital com graduação de 100 g e capacidade máxima de 150 kg. A estatura foi aferida com a utilização de um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm e extensão máxima de 2 metros. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado por meio da divisão do peso corporal pelo valor da estatura elevado ao quadrado (kg/m^2). Os procedimentos para a coleta do peso corporal e estatura seguiram a padronização apresentada na literatura¹⁵, e todas as medidas foram realizadas com os indivíduos descalços e vestindo roupas leves. O valor da Dtr foi utilizado como indicador de excesso de tecido adiposo subcutâneo, sendo aferido com a utilização de um adipômetro da marca Lange (Cambridge Scientific Industries, Inc., Cambridge, Maryland, EUA) e seguindo as recomendações encontradas na literatura¹⁶. O valor da CC foi adotado como indicador de excesso de tecido adiposo visceral, sendo as medidas tomadas em duplicata na mínima circunferência entre a crista ilíaca e a última costela, com a utilização de uma fita metálica antropométrica com precisão em milímetros (mm)¹⁷.

A resistência e a reatância corporal (ohm) foram aferidas com a utilização de um analisador portátil de composição corporal (BIA Analyzer – 101Q, RJL Systems, Detroit, EUA). O aparelho foi calibrado antes das avaliações com o uso de um resistor de 500 ohm, providenciado pelo próprio fabricante. A BIA foi realizada no período da manhã após uma noite em jejum e após a primeira urina. Os procedimentos foram realizados com o indivíduo deitado em uma superfície plana de material não condutor de eletricidade (colchonete) e após a retirada de calçados, meias e qualquer tipo de metal unido ao corpo (brincos, pulseiras, colares, etc.). Os eletrodos transmissores foram colocados na superfície posterior da mão direita, na falange distal do terceiro metacarpo e na superfície anterior do pé direito, na falange distal do segundo metatarso, e ao menos de 5 cm de distância dos eletrodos receptores, os quais foram colocados entre o processo estilóide do rádio e da ulna e entre os maléolos medial e lateral do tornozelo¹⁸. O percentual de gordura corporal (%GC-BIA) foi calculado pelo uso de duas equações específicas para sexo elaboradas por Sun et al.¹¹.

Para indicar o excesso de gordura corporal, foram utilizados valores críticos específicos para sexo (GC \geq 25% para o masculino e GC \geq 30% para o feminino)¹⁹. Para a indicação de excesso de tecidos adiposo subcutâneo e visceral, foram utilizados dois valores críticos de referência específicos para sexo e idade: um para Dtr (valor \geq P85) elaborado por Must et al.²⁰ e um para CC apresentado por Taylor et al.²¹. Toda a amostra foi classificada segundo os três valores críticos de referência.

O teste de Komolgorov-Smirnov (K-S) foi utilizado para avaliar a distribuição do conjunto de dados analisado e indicou o enquadramento de todas variáveis analisadas no modelo Gaussiano de distribuição. As variáveis quantitativas foram apresentadas por meio de valores médios e de desvios padrão, e as qualitativas, por meio de valores percentuais. A correlação linear de Pearson foi empregada para analisar a relação entre os valores de CC, Dtr e %GC-BIA. O teste *t* de Student e o teste do qui-quadrado analisaram a existência de diferenças entre valores médios e percentuais, respectivamente. A curva ROC e, conseqüentemente, seus parâmetros – sensibilidade, especificidade, área sob a curva (AUC), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) – foram utilizados para analisar o desempenho do %GC-BIA na indicação do excesso de gordura visceral, indicado por valores de CC, e também em discriminar entre a ausência e a presença do concomitante excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade (Dtr \geq P85). A análise foi desenvolvida com a utilização do *software* específico SPSS versão 10.0 (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc, Illinois, EUA), e o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Resultados

Na Tabela 1, são apresentados os valores referentes às características gerais da amostra. O grupo do sexo feminino representou 55% da amostra. Entre os gêneros, no que se refere às variáveis antropométricas, não houve diferenças estatísticas apenas para a variável idade. Em toda a amostra, 15,4% dos indivíduos apresentaram excesso de gordura abdominal, indicado pela CC (masculino: 21,8% e feminino:

10,3%; $p = 0,000$), 17% valores elevados de gordura corporal (masculino: 23,2% e feminino: 11,9%; $p = 0,000$) e 36,2% excesso de tecido adiposo subcutâneo indicado pelo valor da Dtr (masculino: 45,6% e feminino: 29%; $p = 0,000$).

Por meio da correlação linear de Pearson, observou-se que os valores de %GC-BIA relacionaram-se de forma positiva e significativa ($p < 0,001$) com os escores de Dtr e CC, tanto para o sexo masculino ($r = 0,76$ e $r = 0,82$, respectivamente) como para o feminino ($r = 0,77$ e $r = 0,82$, respectivamente).

A análise da sensibilidade e da especificidade está diretamente relacionada ao desempenho ou acurácia de um teste. Sensibilidade é a capacidade de um instrumento em reconhecer os casos verdadeiros positivos e especificidade é a capacidade de um instrumento reconhecer os casos verdadeiros negativos.

Para o sexo masculino, na indicação do excesso de gordura visceral (Tabela 2), a BIA apresentou alta precisão na indicação dos indivíduos obesos (sensibilidade = 81%), não-obesos (especificidade = 92,9%), além de valores elevados nos demais parâmetros da curva ROC: AUC (0,87), VPP (76,1%) e VPN (94,6%). Quando comparado ao sexo masculino, os valores de %GC-BIA para o grupo do sexo feminino apresentaram maior precisão na indicação dos indivíduos não-obesos (especificidade = 94%); no entanto, os valores de sensibilidade encontrados (63%) foram inferiores aos observados no sexo masculino.

Para ambos os sexos, quando se testou a eficiência da BIA em indicar os indivíduos que apresentavam simultâneo excesso de gordura visceral e excesso de tecido adiposo subcutâneo (Tabela 3), foram observados valores de especificidade superiores a 90% e de sensibilidade superiores a 70%, indicando que a BIA se apresentou mais específica do que sensível nesta função.

Discussão

A identificação e o tratamento da obesidade durante a infância e a adolescência são estratégias de prevenção ao desenvolvimento da obesidade na idade adulta e, portanto,

Tabela 1 - Características gerais da amostra

Variáveis	Masculino (n = 365)		Feminino (n = 446)		p
	Média	DP	Média	DP	
Idade (anos)	14,1	2,0	14,4	1,9	0,063
IMC (kg/m ²)	21,6	4,0	20,7	3,5	0,002
Dtr (mm)	16,6	7,7	20,8	6,3	0,000
CC (cm)	72,3	10,1	67,2	7,9	0,000
%GC-BIA	19,2	7,7	21,6	7,1	0,000

CC = circunferência de cintura; DP = desvio padrão; %GC-BIA = percentual de gordura corporal via análise de impedância bioelétrica; Dtr = dobra cutânea tricipital; IMC = índice de massa corporal.

Tabela 2 - Sensibilidade e especificidade (%) da impedância bioelétrica na indicação do excesso de gordura visceral

%GC-BIA (Sob/Obe)	Excesso de gordura visceral (CC)				
	SENS	ESP	AUC	VPP	VPN
Masculino (n = 362)					
GC ≥ 25%	81	92,9	0,870±0,027	76,1	94,6
Feminino (n = 445)					
GC ≥ 30%	63	94	0,785±0,044	54,7	95,6

AUC = área sob a curva ROC; CC = circunferência de cintura; ESP = especificidade; GC = gordura corporal; %GC-BIA = percentual de gordura corporal via análise de impedância bioelétrica; SENS = sensibilidade; Sob/Obe = sobrepeso e obesidade; VPN = valor preditivo negativo; VPP = valor preditivo positivo.

de seus malefícios à saúde e à economia mundial^{5,22}. Contudo, em grandes levantamentos populacionais, devido aos elevados gastos envolvidos, a utilização de técnicas mais precisas de avaliação da composição corporal e, conseqüentemente, de identificação do correto estado nutricional torna-se inviável. Devido a este fato, e também devido às consistentes relações apresentadas com a gordura corporal avaliada por meio de métodos mais precisos^{11,21,23-25}, procedimentos simples e de fácil manuseio para a identificação da obesidade e distribuição da gordura corporal são amplamente utilizados.

Nesse sentido, entre populações jovens, o valor da CC é um eficiente indicador de excesso de gordura visceral^{21,24,26}, gordura essa que apresenta taxas de lipólise mais elevadas que a gordura subcutânea e, dessa forma, propicia o desenvolvimento dos componentes da síndrome metabólica (hipertensão arterial, resistência à insulina e perfil lipídico desfavorável)^{27,28}. Dessa forma, os coeficientes de correlação observados entre os valores de %GC-BIA e CC, que foram similares aos resultados apresentados por Eisenmann et al.²⁴ para crianças de 3 a 8 anos ($r = 0,84$), podem ser encarados

como um indicativo positivo do potencial da BIA em identificar presença do excesso de gordura visceral em populações jovens.

A Dtr é um indicador de gordura corporal subcutânea amplamente utilizado, e estudos como o de Sardinha et al.¹⁰ têm indicado que os seus valores apresentam sólidas correlações com a gordura corporal total, sendo dessa forma utilizada como um eficiente indicador do estado nutricional²⁰. Na presente pesquisa, assim como observado por Pecoraro et al.⁸ em uma amostra composta por crianças italianas, o %GC-BIA apresentou uma significativa correlação com o valor da Dtr. Este fato confirma a existência de relações significativas entre as estimativas de gordura corporal fornecidas pela BIA e os tecidos adiposo visceral e subcutâneo.

Os altos valores de correlação observados entre Dtr, CC e %GC-BIA são um bom indicativo da viabilidade de aplicação do método em questão. No entanto, como observado por Sardinha et al.¹⁰, por si só, estes valores não apresentam a eficiência do método, no caso a BIA, na indicação do excesso de gordura visceral e também do sobrepeso/obesidade. Para este

Tabela 3 - Sensibilidade e especificidade (%) da impedância bioelétrica na indicação do simultâneo Excesso de Gordura Visceral e sobrepeso/obesidade

%GC-BIA (Sob/Obe)	Sob/Obe (Dtr ≥ P85) e Excesso de Gordura Visceral (CC)				
	SENS	ESP	AUC	VPP	VPN
Masculino (n = 362)					
GC ≥ 25%	86,1	92,4	0,893±0,025	73,8	96,4
Feminino (n = 445)					
GC ≥ 30%	71,8	93,8	0,828±0,044	52,8	97,1

AUC = área sob a curva ROC; CC = circunferência de cintura; Dtr = dobra cutânea tricentral; ESP = especificidade; GC = gordura corporal; %GC-BIA = percentual de gordura corporal via análise de impedância bioelétrica; SENS = sensibilidade; Sob/Obe = sobrepeso e obesidade; VPN = valor preditivo negativo; VPP = valor preditivo positivo.

fim, deve-se recorrer a outras técnicas estatísticas mais específicas, como é o caso da curva ROC.

No que se refere à análise da curva ROC, de acordo com Vieira et al.¹², a escolha por pontos de corte mais sensíveis ou mais específicos representa significativas implicações nos objetivos desejados. Altos valores de sensibilidade representam maior acurácia do método em questão na identificação de jovens obesos, sendo esta uma importante ferramenta de identificação e encaminhamento de jovens obesos aos profissionais da área da saúde. Em contrapartida, métodos altamente específicos implicam em uma menor triagem incorreta de jovens não-obesos classificados como sendo obesos (caso falso-positivo) e, por consequência, impedem que os sistemas de saúde já tão saturados sejam ainda mais sobrecarregados de forma desnecessária. Nesse sentido, em virtude da crescente¹ e já alta prevalência⁶ de sobrepeso e obesidade observada na população jovem brasileira, prevalência esta que, de acordo com os dados apresentados por Ferreira et al.²⁷, já representa uma ameaça real à saúde desses jovens, métodos mais sensíveis à identificação da obesidade parecem ser os mais indicados à realidade brasileira.

Dessa forma, tantos os valores de sensibilidade como os de especificidade observados para o %GC-BIA na indicação do simultâneo excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade foram elevados, sendo superiores aos observados por Neovius et al.²⁹ para o IMC, que é o índice antropométrico mais amplamente utilizado em todo mundo para identificação de adolescentes com sobrepeso e obesidade.

Os resultados do presente estudo indicaram que 90,5 e 91,5% dos adolescentes com excesso de gordura visceral e simultâneo excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade, respectivamente, apresentaram valores elevados de %GC-BIA. Além disso, de forma geral, os valores de AUC, que representam o poder de discriminação do %GC-BIA, foram elevados tanto para a indicação do excesso de gordura visceral (masculino = 0,87; feminino = 0,78) como para a indicação do simultâneo estado de excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade (masculino = 0,89; feminino = 0,82). Esses elevados valores de AUC refletem-se nos elevados valores de VPP, que é a probabilidade de o indivíduo realmente apresentar determinado desfecho, dado o fato de que foi indicada pelo %GC-BIA a presença do mesmo, e VPN, que é a probabilidade de o indivíduo realmente não apresentar determinado desfecho, dado o fato de que foi indicada pelo %GC-BIA a ausência do mesmo. Esses resultados são indicativos adicionais de que, em levantamentos populacionais, o %GC-BIA pode ser usado com razoável sucesso para detectar a presença do excesso de gordura visceral de forma isolada e também acompanhada da presença do sobrepeso/obesidade em adolescentes brasileiros.

Nesse sentido, em vista dos dados apresentados, que apontam a viabilidade do emprego da BIA em estudos populacionais, a ausência de equações específicas para a população brasileira constitui uma limitação do método e do estudo,

e indica a necessidade de que as inferências realizadas sejam feitas com cautela. Dessa forma, os autores indicam que o desenvolvimento de equações específicas para a população brasileira representa um importante foco para realização de futuros estudos.

Conclusões

Em resumo, este estudo indica que, para ambos os sexos, no geral, o %GC-BIA apresenta elevada correlação com o tecido adiposo subcutâneo e visceral. Indica também que o %GC-BIA apresenta uma razoável eficiência em discriminar a presença/ausência de excesso de gordura visceral de forma isolada e acompanhada do estado de sobrepeso/obesidade.

Dessa forma, diante dos indicativos apresentados, o presente estudo conclui que o %GC-BIA é um bom indicador de excesso de gordura visceral em adolescentes brasileiros e aponta que o desenvolvimento de mais estudos visando à elaboração de equações específicas para a população brasileira é necessário.

Referências

1. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr.* 2002;75:971-7.
2. Guedes DP, Guedes JE, Barbosa DS, Oliveira JA, Stanganelli LC. **Fatores de risco cardiovasculares em adolescentes: indicadores biológicos e comportamentais.** *Arq Bras Cardiol.* 2006;86:439-50.
3. Ribeiro RQ, Lotufo PA, Lamounier JA, Oliveira RG, Soares JF, Botter DA. **Fatores adicionais de risco cardiovascular associados ao excesso de peso em crianças e adolescentes: o estudo do coração de Belo Horizonte.** *Arq Bras Cardiol.* 2006;86:408-18.
4. Wang G, Dietz WH. **Economic burden of obesity in youths aged 6 to 17 years: 1979-1999.** *Pediatrics.* 2002;109:E81-1.
5. Fontaine KR, Redden DT, Wang C, Westfall AO, Allison DB. **Years of life lost due to obesity.** *JAMA.* 2003;289:187-93.
6. Costa RF, Cintra IS, Fisberg M. **Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares da cidade de Santos, SP.** *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2006;50:60-7.
7. Guo SS, Chumlea WC. **Tracking of body mass index in children in relation to overweight in adulthood.** *Am J Clin Nutr.* 1999;70(1 Part 2):145S-8S.
8. Pecoraro P, Guida B, Caroli M, Trio R, Falconi C, Principato S, et al. **Body mass index and skinfold thickness versus bioimpedance analysis: fat mass prediction in children.** *Acta Diabetol.* 2003;40 Suppl 1:S278-81.
9. Malina RM, Katzmarzyk PT. **Validity of the body mass index as an indicator of the risk and presence of overweight in adolescents.** *Am J Clin Nutr.* 1999;70(1 Part 2):131S-6S.
10. Sardinha LB, Going SB, Teixeira PJ, Lohman TG. **Receiver operating characteristic analysis of body mass index, triceps skinfold thickness, and arm girth for obesity screening in children and adolescents.** *Am J Clin Nutr.* 1999;70:1090-5.

11. Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K, et al. [Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys.](#) *Am J Clin Nutr.* 2003;77:331-40.
12. Vieira ACR, Alvarez MM, de Marins VMR, Sichieri R, da Veiga GV. Desempenho de pontos de corte do índice de massa corporal de diferentes referências na predição de gordura corporal em adolescentes. *Cad Saude Publica.* 2006;22:1681-90.
13. Bellizzi MC, Dietz WH. [Workshop on childhood obesity: summary of the discussion.](#) *Am J Clin Nutr.* 1999;70(1 Part 2):173S-5S.
14. Fernandes RA, Kawaguti SS, Agostini L, Oliveira AR, Ronque ERV, Freitas Júnior IF. Prevalência de sobrepeso e obesidade em alunos de escolas privadas do município de Presidente Prudente - SP. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2007;9:21-7.
15. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1988. p. 3-8.
16. Harrison GG, Buskirk ER, Carter JEL, 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. p. 55- 70.
17. Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD, et al. Circunferências. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1988. p. 39-54.
18. Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole; 2000.
19. Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. [Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents.](#) *Am J Public Health.* 1992;82:358-63.
20. Must A, Dallal GE, Dietz WH. [Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index \(wt/ht²\) and triceps skinfold thickness.](#) *Am J Clin Nutr.* 1991;53:839-46.
21. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. [Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y.](#) *Am J Clin Nutr.* 2000;72:490-5.
22. Chenoweth D, Leutzinger J. The economic cost of physical inactivity and excess weight in American adults. *J Phys Activ Health.* 2006;3:148-63.
23. Eto C, Komiya S, Nakao T, Kikkawa K. [Validity of the body mass index and fat mass index as an indicator of the obesity in children aged 3-5 year.](#) *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2004;23:25-30.
24. Eisenmann JC, Heelan KA, Welk GJ. [Assessing body composition among 3- to 8-year-old children: anthropometry, BIA and DXA.](#) *Obes Res.* 2004;12:1633-40.
25. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WH. [Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents.](#) *Am J Clin Nutr.* 2002;75:978-85.
26. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, et al. [Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children.](#) *Int J Obes (Lon).* 2006;30:23-30.
27. Ferreira AP, Oliveira CE, França NM. [Metabolic syndrome and risk factors for cardiovascular disease in obese children: the relationship with insulin resistance \(HOMA-IR\).](#) *J Pediatr (Rio J).* 2007;83:21-6.
28. Sinaiko A. [Obesity, insulin resistance and the metabolic syndrome.](#) *J Pediatr (Rio J).* 2007;83:3-4.
29. Neovius MG, Linne YM, Barkeling BS, Rossner SO. [Sensitivity and specificity of classification systems of fatness in adolescents.](#) *Am J Clin Nutr.* 2004;80:597-603.

Correspondência:

Rômulo Araújo Fernandes
 Rua Santos, 620/202 - Edifício Itamaracá
 CEP 86020-040 - Londrina, PR
 Tel.: (43) 3344.2812
 E-mail: romulo_ef@yahoo.com.br