

COMPARAÇÃO ENTRE EQUIPAMENTOS DE IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA BIPOLAR E OCTAPOLAR PARA A ESTIMATIVA DA MASSA LIVRE DE GORDURA E DA GORDURA RELATIVA EM ADOLESCENTES COM SOBREPESO E OBESIDADE

COMPARISON BETWEEN BIPOLAR AND OCTAPOLAR BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYZER FOR ESTIMATING FAT FREE MASS AND RELATIVE FAT IN OVERWEIGHT AND OBESE ADOLESCENTS

Danilo Fernandes da Silva^{*}
Josiane Aparecida Alves Bianchini^{*}
Cecília Segabinazi Peserico^{*}
Nelson Nardo Junior^{**}
Maria Fátima Glaner^{***}

RESUMO

O objetivo do estudo foi comparar equipamentos de impedância bioelétrica bipolar (IB2) (frequência: 50Hz) e octapolar (IB8) (frequência: 5, 50 e 500Hz) para a estimativa da massa livre de gordura (MLG) e da gordura relativa (G%), antes e após 16 semanas de intervenção, em adolescentes com sobrepeso e obesidade. A MLG e a G% foram medidas por meio da IB2 e da IB8, antes e após 16 semanas de intervenção multiprofissional focada na mudança de comportamento alimentar e atividade física. A MLG e a G% obtidas nas IBs foram comparadas pela ANOVA de medidas repetidas e correlacionadas através da Correlação de Pearson. Foram observadas diferenças ($p < 0,05$) entre os equipamentos para a estimativa da MLG e G% apenas no momento pré intervenção nas meninas. Concluiu-se que as estimativas da MLG e da G% não foram estatisticamente diferentes pelos dois equipamentos (octapolar e bipolar), bem como a variação dessas duas variáveis.

Palavras-chave: Composição corporal. Adolescentes. Impedância elétrica.

INTRODUÇÃO

O excesso de peso e a obesidade têm alcançado proporções epidêmicas em todo mundo. Dados recentes demonstram que 16,9% de crianças e adolescentes norte americanos estão classificados como obesos (OGDEN et al., 2012). No Brasil, já foram registradas taxas de aumento anual do sobrepeso e da obesidade em crianças e adolescentes, semelhantes às observadas nos Estados Unidos (WANG; MONTEIRO; POPKIN, 2002). A mais recente Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008-2009) apontou prevalência de sobrepeso de 21,7% para os meninos e 19,4% para as meninas

de 10 a 19 anos. Quanto à obesidade, os valores na mesma faixa etária foram de 5,9% e 4,0%, demonstrando aumento desses valores ao serem comparados com a última pesquisa realizada entre 2002 e 2003 (IBGE, 2010).

A obesidade infanto-juvenil está associada a diferentes fatores, como aumento do risco de doenças cardiovasculares ainda na fase escolar (FRIEDEMANN et al., 2012), diabetes tipo 2 (PINHAS-HAMIEL; ZEITLER, 2005) e menor qualidade de vida (ØSTBYE et al., 2010). Desse modo, programas de intervenção são fundamentais para o monitoramento das consequências da obesidade e controle da gordura corporal.

* Mestre. Departamento de Educação Física, Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, Brasil.

** Doutor. Departamento de Educação Física, Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, Brasil.

*** Doutora. Departamento de Educação Física, Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, Brasil.

As medidas da massa livre de gordura (MLG) e da gordura relativa (G%) são importantes para o monitoramento de programas de intervenção focados na prevenção e controle da obesidade em crianças e adolescentes. Nesse contexto, dentre os métodos utilizados para a estimativa da MLG e da G%, é observado o uso rotineiro da impedância bioelétrica (IB), devido ao fácil manuseio do equipamento e por proporcionar agilidade na coleta de dados.

Diversas marcas de IB estão disponíveis comercialmente, variando quanto à frequência da corrente elétrica do equipamento (unifrequencial ou multifrequencial - 5, 50, 100 kHz, etc.), modelo, equações de predição presentes no *software*, tipo de eletrodos (tátil ou adesivo) e o número de eletrodos (bipolar, tetrapolar, octapolar). Por exemplo, os equipamentos bipolares de membros superiores tendem a considerar, principalmente, a gordura do tronco superior (BIGGS; CHA; HORCH, 2001), no entanto, a estimativa é para o corpo total. Os equipamentos octapolares, lançados mais recentemente no mercado, combinam quatro eletrodos nas mãos e quatro nos pés. Seu diferencial, em relação aos equipamentos bipolares, para estimativa da MLG e da G%, é a combinação de uma análise de impedância a partir de medidas segmentares da parte superior e inferior do corpo e de corpo inteiro (GIBSON et al., 2008).

Alguns fatores podem influenciar as estimativas da MLG e da G% pelo método da IB, entre eles, a etnia, a idade, a gordura corporal e o sexo (GIBSON et al., 2008). Além disso, é possível haver uma influência da tecnologia dos aparelhos (*software*, equações de predição utilizadas pelo fabricante e frequência da corrente elétrica introduzida no corpo pelo aparelho) (JAMBASSI FILHO; CYRINO; GURJÃO, 2010).

Alguns pesquisadores compararam as estimativas da MLG e da G% de diferentes aparelhos de IB. Para a comparação entre o modelo de IB bipolar *Omron* HBF-306BL e a IB tetrapolar *Biodynamic* 310, Jambassi Filho, Cyrino e Gurjão (2010) mediram 22 homens adultos ($23,6 \pm 2,9$ anos) e verificaram uma boa concordância entre os equipamentos. Dittmar (2004) mediram 146 adultos saudáveis entre 18 e 84 anos a partir de três diferentes modelos de

IB (tetrapolar *BIA* 2000-M, Bipolar *Tanita* TBF-538 e Bipolar *Omron* BF-302) e observaram que as estimativas da massa gorda não apresentaram diferenças significativas, independente do sexo. Entretanto, quando divididos pela faixa etária, a G% diferenciou-se entre os três aparelhos de IB analisados. Com um objetivo semelhante, Gibson et al. (2008) compararam a G% a partir de dois modelos de IB octapolar (modelo *InBody* 320 e 720), em 146 adultos de ambos os sexos e de diferentes etnias. Notaram que apenas nas mulheres a IB modelo 320 superestimou os valores da G% em relação ao modelo 720. Demura, Sato e Kitabayashi (2004) mediram a G% de 45 universitários a partir de três diferentes equipamentos de IB (tetrapolar *Tanita* TBF 101 unifrequencial, octapolar *Tanita* BC-118 unifrequencial e octapolar *InBody* 320 multifrequencial) e verificaram que a IB octapolar multifrequencial apresentou menores valores da G% quando comparada aos outros dois equipamentos.

Em pacientes obesos, o foco dos estudos que usaram diferentes modelos de IB para analisar a variação da composição corporal, antes e após um programa de perda de massa corporal, foi comparar esses equipamentos com outros métodos para estimar a G% (Absortometria de Raio-X de Dupla Energia e modelo de quatro compartimentos). Minderico et al. (2008) compararam dois modelos de IB (Bipolar *Tanita* TBF-310 e Bipolar *Omron* BF-300) com o modelo de quatro compartimentos em 48 mulheres com excesso de massa corporal e observaram que não houve diferenças na variação absoluta da MLG e da G% estimada pelos dois equipamentos de IB com a estimada pelo método padrão ouro (modelo de quatro compartimentos) antes e após 16 meses de intervenção multiprofissional focada em promover mudanças comportamentais para perda de massa corporal. Thomson et al. (2007) demonstraram que o modelo de IB tetrapolar unifrequencial *Tanita* 2000 e o modelo de IB tetrapolar *ImpedMed* SFB7 multifrequencial apresentaram valores semelhantes para a variação absoluta na G% de 24 mulheres com sobrepeso e obesidade medidos pela absortometria de raio-X de dupla energia antes e após 10 semanas de intervenção para perda de massa corporal.

Porém, em adolescentes obesos, até onde se tem conhecimento, não há estudos que tenham comparado as estimativas da MLG e da G% de diferentes aparelhos de IB. Em geral, os estudos focaram a comparação entre os equipamentos de IB e os outros métodos (EISENKOËLBL; KARTASURYA; WIDHALM, 2001; LAZZER et al., 2008; RESENDE et al., 2011). Considera-se essa comparação importante, tendo em vista que a IB bipolar é uma alternativa de menor custo para a utilização prática comparada à IB octapolar. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi comparar os equipamentos de IB bipolar e octapolar para a estimativa da MLG e da G%, antes e após 16 semanas de intervenção, em adolescentes com sobrepeso e obesidade.

MÉTODOS

Amostra

A amostra deste estudo faz parte de um projeto maior, denominado Programa Multiprofissional de Tratamento da Obesidade (PMTO), sendo este aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (parecer nº 263/2009). Inicialmente, o PMTO foi divulgado na imprensa local, convidando adolescentes com excesso de massa corporal (sobrepeso e obesidade) com idade entre 10 e 18 anos. Foi agendada uma reunião com os interessados e seus responsáveis para maiores esclarecimentos dos objetivos, testes e medidas a serem realizadas no PMTO. Os critérios para a inclusão no estudo foram: apresentar disponibilidade para participar das intervenções nos horários e nos dias estipulados, apresentar sobrepeso ou obesidade conforme os pontos de corte para o Índice de Massa Corporal (IMC) por idade e sexo, residir em Maringá ou região metropolitana e apresentar frequência mínima no PMTO de 70%. Os pais e adolescentes que concordaram em participar assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Deste modo, a amostra final foi composta por 19 adolescentes, de ambos os sexos, com excesso de massa corporal, que participaram durante 16 semanas do PMTO. O PMTO é composto por profissionais das áreas de educação física, nutrição, psicologia e medicina (pediatria)

que realizam um trabalho multiprofissional focado na mudança de hábitos alimentares e atividade física dos adolescentes. As intervenções ocorreram três vezes por semana (segundas, quartas e sextas-feiras) das 16h às 18h. Na primeira hora, foram realizadas intervenções em grupo com as áreas de psicologia, nutrição e educação física (uma para cada dia de intervenção). Na segunda hora, foram realizadas as intervenções práticas de educação física. Foram priorizados os exercícios para grupos musculares localizados, por exemplo, abdominais, flexões de braço, agachamentos e exercícios com *medicine Ball* (60-66% FCmáx.) (~20% do tempo de intervenção), caminhada/corrida (54-59/75-84% FCmáx.) (~30%) e o basquetebol (82-89%FCmáx.) (~50%) (BIANCHINI et al., 2013).

Medidas antropométricas

Foram mensuradas a massa corporal (MC) e a estatura dos sujeitos para a caracterização da amostra. A MC foi medida por meio de uma balança da marca *Welmy* modelo W 300, com capacidade de até 300 kg e escala de 0,05 kg. A estatura foi medida a partir de um estadiômetro, acoplado à referida balança com capacidade de até 2 m e escala de 0,1 cm, seguindo os procedimentos recomendados por Lohman, Roche e Martorell (1988). A partir dessas duas medidas foi calculado o IMC (COLE et al., 2000).

Equipamentos de IB: medida da MLG e da G%

Para a medida da MLG e da G%, os adolescentes foram orientados a seguir as recomendações propostas por Heyward (2001): urinar cerca de 30min antes do procedimento; abster-se do consumo de álcool e bebidas cafeinadas ao longo das últimas 48h; evitar esforços físicos vigorosos ao longo das últimas 24h; por fim, não utilizar diuréticos ao longo dos últimos sete dias. Eles compareceram ao laboratório no período da manhã, após jejum de 12h para a realização dessas medidas. Foram orientados a retirar seus calçados e objetos metálicos que, porventura, estivessem portando. A primeira medida foi feita com o aparelho de IB octapolar (IB8) multifrequencial (*Biospace*, modelo 520 – *InBody Body Composition Analysers*, Coreia). Os participantes permaneceram em pé sobre o equipamento, com

os pés e as mãos devidamente posicionados sobre os pólos táteis. A segunda medida foi feita com o aparelho de IB bipolar (IB2) com polos táteis (*Omron*, modelo HBF-306BL - *Omron Healthcare Corporation*, Japão), para a qual o participante permaneceu em pé, com os braços estendidos a frente segurando o equipamento, com as pernas afastadas. Foram utilizadas na análise as variáveis MLG e G%, sendo que a partir do valor da G% fornecido pelos equipamentos foi possível realizar o cálculo da MLG subtraindo a massa corporal da massa gorda absoluta. A partir das diferenças entre os momentos pré e pós intervenção, foram calculadas as variações relativas e absolutas da MLG e G% para os dois equipamentos de IB, permitindo a comparação entre eles.

Análise Estatística

O cálculo do tamanho da amostra foi feito com base em uma variação de -4,59% da G% e um desvio padrão de 6,45 após a intervenção, de acordo com um estudo piloto prévio realizado em nosso laboratório. Foi considerado um poder de 80% e um alfa de 0,05. Obteve-se assim, um número amostral de 31 adolescentes. A normalidade dos dados foi confirmada por meio do teste de Shapiro-Wilk, enquanto que a homogeneidade foi testada pelo teste de Levene. Foi aplicada a análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas para a comparação entre os equipamentos de IB, sendo que a esfericidade foi testada pelo teste de Mauchlin e quando violada, foi aplicada a correção de Greenhouse-Geisser. Havendo diferenças, foi feito o teste de comparações múltiplas de Bonferroni. Também foi feito uso do Coeficiente de Correlação de Pearson (r) para a correlação entre os equipamentos. As correlações de Pearson foram classificadas de acordo com Hopkins et al. (2009), sendo trivial ($<0,1$), pequena (entre 0,1 e 0,29), moderada (entre 0,3 e 0,49), elevada (entre 0,5 e 0,69), muito elevada (entre 0,7 e 0,89) e quase perfeita ($\geq 0,90$). A análise de concordância entre os equipamentos foi feita com base no coeficiente de correlação intraclass (efeito aleatório um fator) e nos

limites de concordância de Bland-Altman. O nível de significância pré-estabelecido para as análises foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Dos 19 adolescentes, 11 (57,9%) são do sexo masculino. As características de ambos os sexos no início da intervenção foram as seguintes: idade= $13,0 \pm 1,7$ anos; MC= $79,5 \pm 18,4$ kg; estatura= $1,61 \pm 0,10$ m; IMC= $30,4 \pm 4,8$ kg/m². Após a intervenção, houve aumento da estatura ($1,6 \pm 0,1$ m; $p < 0,001$) e redução do IMC ($29,6 \pm 4,8$ kg/m²; $p = 0,001$), sem mudanças na MC ($78,7 \pm 17,8$ kg; $p = 0,248$).

Na Tabela 1 estão apresentadas, por sexo, as comparações da MLG e da G% entre os equipamentos de IB, antes e após a intervenção. Para as meninas, foi observada diferença ($p < 0,05$) entre os equipamentos no momento pré intervenção, sendo que a IB8 apresentou valores menores para a MLG e maiores para a G% comparada a IB2. Para os meninos não foram identificadas diferenças ($p > 0,05$) entre os equipamentos em nenhum dos momentos. Quanto a análise pré e pós intervenção, os meninos aumentaram ($p < 0,05$) a MLG e diminuíram a G% após as 16 semanas, conforme os valores estimados pelos dois equipamentos de IB. Para as meninas não foram verificadas mudanças ($p > 0,05$) para a MLG e G% por nenhum equipamento.

Na Figura 1 estão as variações relativas e absolutas da MLG, entre os momentos pré e pós intervenção para os dois equipamentos de IB, por sexo. Para as meninas, a variação percentual da MLG foi de $1,2 \pm 3,2$ % para a IB2 e $4,3 \pm 6,2$ % para a IB8. Já a variação absoluta foi de $0,4 \pm 1,7$ kg e $1,7 \pm 2,8$ kg para a IB2 e IB8, respectivamente. Para os meninos, a variação percentual foi de $5,1 \pm 3,6$ % para a IB2 e $6,6 \pm 3,2$ % para a IB8, enquanto que a variação absoluta foi de $2,3 \pm 1,4$ kg e $3,1 \pm 1,4$ kg para a IB2 e IB8, respectivamente. Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) nas comparações para a MLG.

Tabela 1 – Comparação dos valores médios da massa livre de gordura (MLG), expressa em kg, e gordura relativa (G%), expressa em percentual, estimadas por meio das impedâncias bioelétricas bipolar (IB2) e octapolar (IB8), antes e após a intervenção.

MLG (kg)	IB2	IB8	P	IB2	IB8	P
Meninas (n=8)			Meninos (n=11)			
Pré	49,0 ± 9,8	45,1 ± 8,2	0,033	49,6 ± 10,7	47,8 ± 11,1	0,266
Pós	49,4 ± 9,0	46,7 ± 7,4	0,322	51,9 ± 10,4	50,9 ± 11,6	0,295
P	0,522	0,843		0,002	<0,001	
G%	IB2	IB8	P	IB2	IB8	P
Meninas (n=8)			Meninos (n=11)			
Pré	38,0 ± 4,3	42,6 ± 6,1	0,010	37,0 ± 4,7	39,2 ± 6,9	0,145
Pós	36,1 ± 5,0	39,1 ± 7,5	0,235	33,7 ± 5,1	35,0 ± 7,8	0,235
P	0,207	0,100		0,004	<0,001	

Fonte: Os autores.

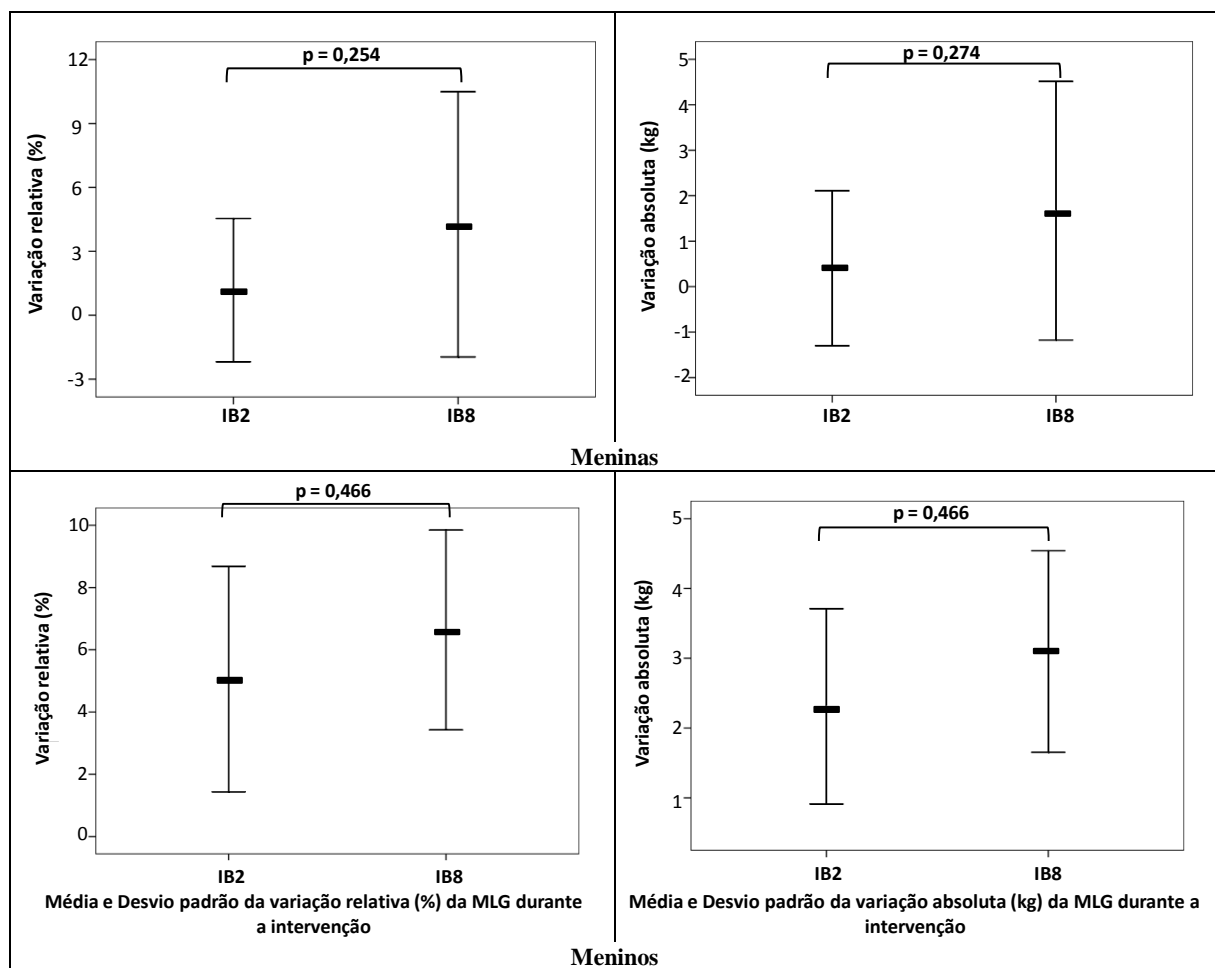


Figura 1 – Comparação entre os equipamentos de impedância bioelétrica bipolar (IB2) e octapolar (IB8) quanto à variação relativa (%) e absoluta (kg) da massa livre de gordura (MLG) pré e pós a intervenção, em ambos os sexos.

Fonte: Os autores.

Na figura 2 estão as variações relativas e absolutas da G%, por sexo, pré e pós a intervenção, para os dois equipamentos de IB. Para as meninas, a variação percentual da G% foi de $-5,0 \pm 6,0$ % para a IB2 e $-8,7 \pm 8,7$ % para a IB8. Já a variação absoluta foi de $-1,9 \pm 2,0$ kg e $-3,5 \pm 3,2$ kg para a IB2 e IB8,

respectivamente. Para os meninos, a variação percentual foi de $-9,1 \pm 6,0$ % para a IB2 e $-11,4 \pm 5,4$ % para a IB8, enquanto que a variação absoluta foi de $-3,3 \pm 2,3$ kg e $-4,2 \pm 1,9$ kg para a IB2 e IB8, respectivamente. Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) nas comparações para a G%.

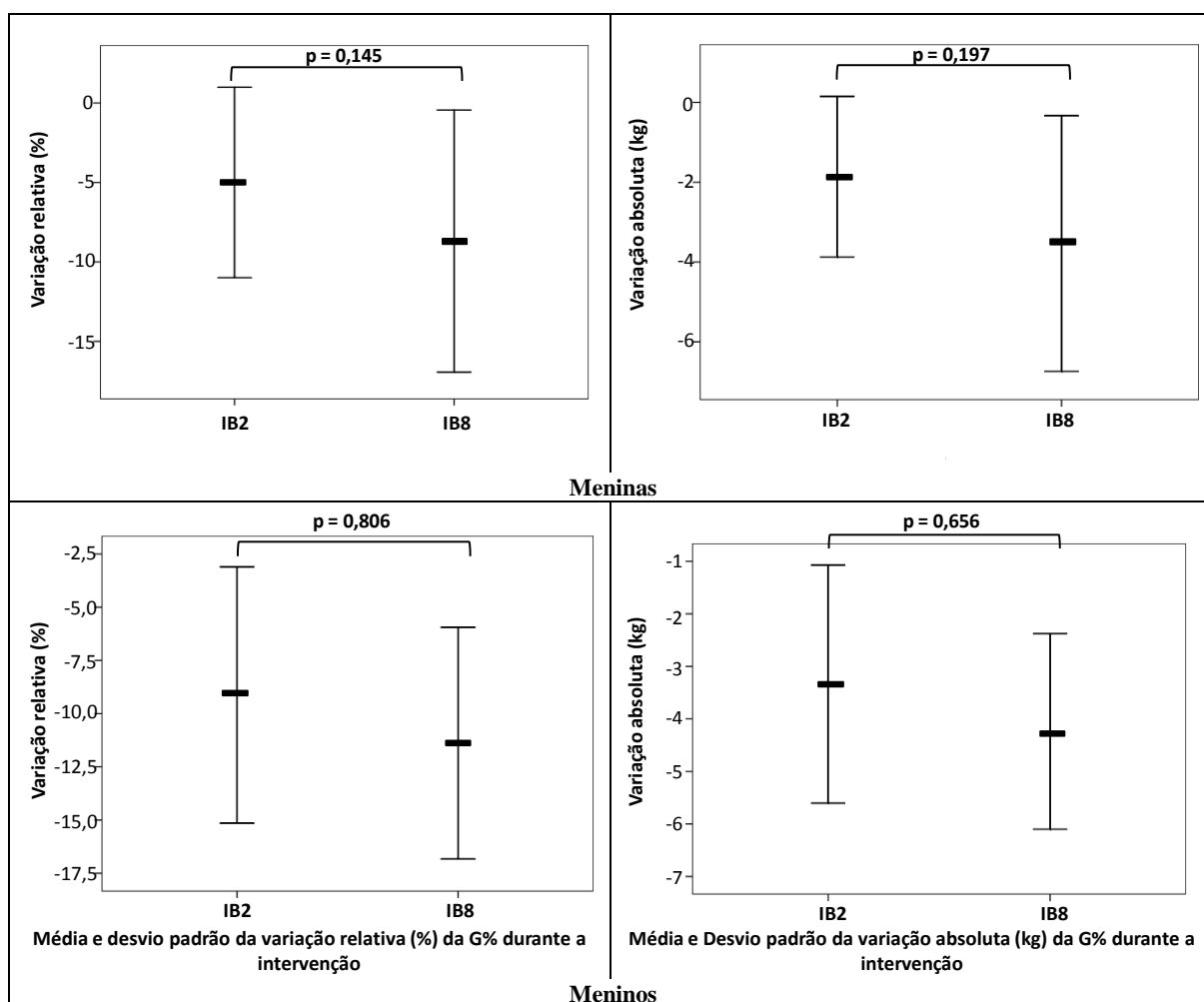


Figura 2 – Comparação entre equipamentos de impedância bioelétrica bipolar (IB2) e octapolar (IB8) quanto à variação relativa (%) e absoluta (kg) da gordura relativa (G%) pré e pós a intervenção, em ambos os sexos.

Fonte: Os autores.

Na tabela 3 estão os coeficientes de correlação entre os equipamentos de IB2 e IB8 para as variáveis MLG e G% no momento pré intervenção, pós intervenção e para as diferenças relativas e absolutas entre os dois momentos. As correlações entre os dois equipamentos nos momentos pré e pós intervenção foram quase perfeitas ($\geq 0,9$) para ambos os sexos, tanto para a MLG quanto para a G%. Em relação às correlações entre os dois equipamentos, quanto à

variação absoluta e relativa da MLG e da G% nos dois momentos, observou-se coeficientes mais elevados para as meninas ($0,863 \leq r \leq 0,917$) em comparação aos meninos ($0,567 \leq r \leq 0,704$).

Na Tabela 4 estão as análises de concordância (correlação intraclass e Bland-Altman) entre os dois equipamentos em relação à variação absoluta e relativa da G% e MLG.

Tabela 3 - Correlação entre os equipamentos de impedância bioelétrica bipolar e octapolar para as variáveis massa livre de gordura (MLG) e gordura relativa (G%) no momento pré intervenção, pós-intervenção e para as diferenças relativas e absolutas entre os dois momentos (n=19).

	Pré	Pós	Dif. % entre pré e pós	Dif. absoluta entre pré e pós
Meninas				
G%	0,922*	0,937*	0,917*	0,863*
MLG (kg)	0,966*	0,938*	0,899*	0,910*
	Pré	Pós	Dif. % entre pré e pós	Dif. absoluta entre pré e pós
Meninos				
G%	0,953*	0,944*	0,681*	0,678*
MLG (kg)	0,973*	0,970*	0,704*	0,567

*p<0,05; Dif. = diferença.

Fonte: Os autores.

Tabela 4 – Análise de concordância entre os equipamentos de impedância bioelétrica bipolar e octapolar para as variáveis massa livre de gordura (MLG) e gordura relativa (G%) no momento pré intervenção, pós-intervenção e para as diferenças relativas e absolutas entre os dois momentos (n=19).

Meninas	CCI (efeito aleatório um fator)		Bland e Altman			
	CCI	IC 95%	DM	IC 95% DM	DP da DM	LC 95%
IB2 vs IB8 (pré intervenção)						
G%	0,731	-0,220 – 0,945	-4,7	-6,9 – -2,4	2,7	-9,9; -3,4
MLG	0,928	0,674 – 0,985	4,0	1,6 – 6,4	2,9	-1,7; 5,3
IB2 vs IB8 (pós intervenção)						
G%	0,923	0,728 – 0,979	-3,0	-5,8 – -0,2	3,3	-9,5; -1,4
MLG	0,934	0,703 – 0,987	2,7	-0,1 – 5,5	3,3	-3,7; 9,2
IB2 vs IB8 (variação absoluta entre pré e pós intervenção)						
G%	0,780	0,003 – 0,995	1,7	0,2 – 3,2	1,8	-1,8; 5,2
MLG	0,823	0,200 – 0,964	-1,3	-2,5 – -0,1	1,5	-4,2; 1,6
IB2 vs IB8 (variação relativa entre pré e pós intervenção)						
G%	0,871	0,415 – 0,974	3,7	0,6 – 6,7	3,6	-3,4; 10,7
MLG	0,767	-0,056 – 0,952	-3,1	-6,0 – -0,1	3,5	-10,0; 3,8
Meninos	CCI (efeito aleatório um fator)		Bland e Altman			
	CCI	IC 95%	DM	IC 95% DM	DP da DM	LC 95%
IB2 vs IB8 (pré intervenção)						
G%	0,909	0,681 – 0,975	-2,2	-4,1 – -0,4	2,8	-7,7; 3,2
MLG	0,981	0,932 – 0,995	1,8	0,1 – 3,5	2,6	-3,2; 6,8
IB2 vs IB8 (pós intervenção)						
G%	0,857	0,572 – 0,959	-1,3	-3,6 – 1,0	3,5	-8,1; 5,5
MLG	0,981	0,934 – 0,995	1,0	-1,0 – 3,0	2,9	-4,8; 6,8
IB2 vs IB8 (variação absoluta entre pré e pós intervenção)						
G%	0,761	0,156 – 0,935	0,9	-0,2 – 2,0	1,7	-2,4; 4,2
MLG	0,652	-0,229 – 0,905	-0,8	-1,7 – 0,1	1,3	-3,4; 1,8
IB2 vs IB8 (variação relativa entre pré e pós intervenção)						
G%	0,779	0,219 – 0,940	2,3	-0,9 – 5,4	4,6	-6,8; 11,3
MLG	0,777	0,212 – 0,939	-1,6	-3,4 – 0,2	2,7	-6,8; 3,7

Fonte: Os autores.

DISCUSSÃO

Apesar de resultados com diferentes populações presentes na literatura, parece não haver estudos que tenham comparado a variação absoluta e relativa da MLG e da G% estimadas por diferentes equipamentos de IB, em adolescentes com sobrepeso e obesidade pré e pós 16 semanas de intervenção. Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar equipamentos de IB bipolar e octapolar para estimativa da MLG e da G%, antes e após 16 semanas de um PMTO em adolescentes com sobrepeso e obesidade.

O principal achado foi que a IB2 e IB8 não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) para as variações relativas e absolutas da MLG e da G%, entre os momentos pré e pós intervenção em meninas e meninos. Resultados semelhantes foram observados para a comparação entre os equipamentos no momento pós intervenção, para ambos os sexos. No entanto, no momento pré intervenção, a IB2 apresentou maiores valores de MLG e menores de G% ($p < 0,05$) para as meninas (Tabela 1). Foram também demonstradas elevadas correlações ($r > 0,57$) entre os equipamentos para as estimativas de MLG e G%. A análise de concordância por meio do coeficiente de correlação intraclassa revelou elevados valores de correlação entre os equipamentos de IB para o momento pré intervenção ($0,731 \geq CCI \leq 0,981$), pós intervenção ($0,857 \geq CCI \leq 0,981$), variação absoluta pré e pós intervenção ($0,652 \geq CCI \leq 0,823$) e variação relativa pré e pós intervenção ($0,767 \geq CCI \leq 0,871$). A análise de Bland-Altman reforçou as diferenças observadas na ANOVA de medidas repetidas em que a mais elevada diferença média e limites de concordância foram observados para o momento pré intervenção no sexo feminino, enquanto que as menores diferenças médias e limites de concordância foram observados para a variação absoluta entre os dois equipamentos para ambos os sexos.

Após a intervenção, os meninos apresentaram melhoras na MLG e na G% ($p < 0,05$), não sendo observado o mesmo nas meninas (tabela 1). Um fator que pode ter contribuído para esses resultados no sexo feminino são as características físicas e fisiológicas que mais se alteram durante o

desenvolvimento puberal, esperando-se, assim, para elas um aumento na G% devido a esse processo. No entanto, nesse período o sexo masculino tende a apresentar um aumento acentuado da MLG (MALINA; BOUCHARD, 2002; DANIELS et al., 2005). No entanto, trata-se apenas de uma consideração, tendo em vista que o desenvolvimento puberal não foi avaliado no presente estudo.

Caranti et al. (2007) observaram que, após seis meses de uma intervenção semelhante à do presente estudo, a G% das meninas não sofreu alterações, ao contrário do que foi observado nos meninos, em que a G% diminuiu. No estudo de Lofrano-Prado et al. (2009), após seis meses da mesma intervenção, a gordura absoluta (kg) não apresentou mudanças significativas após seis meses de intervenção no sexo feminino, no entanto, reduziu para no sexo masculino. A MLG não apresentou alteração nas meninas e reduziu significativamente nos meninos. Porém, em outro estudo foi evidenciado que as meninas podem apresentar respostas positivas para a G% após a intervenção (BIANCHINI et al., 2013). Um fator que pode ter influenciado os resultados da presente análise é o tamanho amostral, tendo em vista que amostras pequenas podem gerar erro estatístico do tipo II, levando em consideração que o cálculo amostral do presente estudo sugeria 31 adolescentes para as análises.

Em adolescentes com excesso de massa corporal, não há estudos que compararam diferentes equipamentos de IB. Entretanto, pesquisas demonstraram que as IB tetrapolares (BodyStat 1500, BIA 2000-M, Human IM plus) subestimaram os valores de G% e massa gorda em comparação aos métodos de referência, como a absorptometria de raio-X de dupla energia e a diluição em deutério (RESENDE et al., 2011; LAZZER et al., 2008; EISENKOËLBL; KARTASURYA; WIDHALM, 2001), mas não há informações referentes aos equipamentos utilizados no presente estudo.

A ausência de diferenças entre os dois equipamentos para a maioria das comparações apresentadas na tabela 1 demonstram que os dois aparelhos (IB2 e IB8) geram valores similares de MLG e G%. Esses resultados sugerem que um equipamento de impedância bioelétrica de menor custo (equipamento bipolar) gera valores similares aos observados em um equipamento de custo mais

elevado (equipamento octapolar), com exceção do que foi observado para as meninas no momento pré intervenção. Em equipamentos multifrequenciais, a obesidade pode influenciar de diferentes maneiras, por exemplo, reduzindo a reatância em frequências mais altas e aumentando o ângulo fase em frequências mais baixas (DITTMAR, 2003). Apesar de não termos avaliado esses parâmetros, eles podem ter contribuído para a diferença observada no momento pré intervenção para as meninas.

Os estudos que comparam diferentes equipamentos de IB são transversais, não foram feitos com adolescentes obesos, e não usaram os mesmos modelos utilizados no presente estudo. Jambassi Filho, Cyrino e Gurjão (2010) mediram a MLG e a G%, a partir de dois aparelhos de IB (IB bipolar *Omron* HBF-306BL e a IB tetrapolar *Biodynamics* 310), em 22 homens ($23,6 \pm 2,9$ anos) e não encontraram diferenças ($p > 0,05$) para a G% ($10,9 \pm 4,3$ vs. $10,0 \pm 4,2\%$; $p = 0,09$, tetrapolar e bipolar, respectivamente) e para a MLG ($64,9 \pm 5,2$ vs. $65,5 \pm 4,9\text{kg}$; $p = 0,09$, tetrapolar e bipolar, respectivamente). Além disso, foram demonstradas elevadas correlações entre as IB para a G% ($r = 0,859$) e MLG ($r = 0,948$), de modo semelhante ao observado no presente estudo (tabela 3), em especial, para os meninos.

Gibson et al. (2008) compararam a G% a partir de dois modelos de IB octapolar (modelo *InBody* 320 e 720), em sujeitos com idade entre 18 e 82 anos, de ambos os sexos. Para os homens não foi observada diferença ($p > 0,05$) para a G% estimada pelos dois equipamentos, entretanto, para as mulheres, os valores para a G% foram diferentes ($p < 0,05$). Esses achados são semelhantes ao do presente estudo em relação aos sexos, em que os equipamentos geraram valores similares para o sexo masculino, mas não para o sexo feminino (tabela 1, em relação ao momento pré intervenção). Isso sugere que a faixa etária analisada poderia não ter influência sobre as diferenças entre os sexos. Entretanto, a comparação entre os resultados de Gibson et al. (2008) com o do presente estudo deve ser feita com cautela, tendo em vista que esses autores utilizaram uma amostra composta por indivíduos adultos, em sua maioria não-obesos.

Os resultados do presente estudo demonstraram que a IB8 multifrequencial

(5 kHz, 50 kHz e 500 kHz) gerou resultados semelhantes a um equipamento bipolar unifrequencial (50 kHz). Por outro lado, Demura, Sato e Kitabayashi (2004) compararam a G% estimada por três equipamentos de IB (tetrapolar *Tanita* TBF 101 unifrequencial, octapolar *Tanita* BC-118 unifrequencial e octapolar *InBody* 320 multifrequencial) em 45 estudantes universitários (21 homens e 24 mulheres). Para os homens, a IB tetrapolar apresentou valores da G% maiores ($p < 0,05$) do que a IB octapolar multifrequencial ($16,0 \pm 2,6\% > 12,5 \pm 2,5\%$). Porém, para as mulheres, as estimativas da G% foram menores ($p < 0,05$) para a IB octapolar multifrequencial, comparada aos dois outros equipamentos ($19,5 \pm 4,0\% < 22,7 \pm 3,2\%$ e $23,4 \pm 4,3\%$). A diferença entre os equipamentos unifrequenciais e multifrequenciais está relacionada à capacidade de detectar a sensibilidade elétrica da água intracelular (BIOSPACE, 2006), entretanto, para a estimativa da MLG e da G% esse fator parece não ter afetado os resultados no presente estudo.

Especificamente em adolescentes obesos, a comparação entre a variação absoluta e relativa da MLG e da G% estimadas por diferentes equipamentos, ainda não foi estudada. Entretanto, essa análise foi feita para mulheres obesas com fins de comparar diferentes equipamentos de IB com técnicas consideradas padrão ouro (modelo de 4 compartimentos), demonstrando que a variação da MLG e da G% obtida pelos equipamentos de IB não foi diferente da variação obtida pela técnica de referência, após um período de intervenção para perda de massa corporal (MINDERICO et al., 2008; THOMSON et al., 2007). Essa comparação é importante para os programas de intervenção focados na perda de massa corporal, visto que a análise da MLG e da G% é fundamental dentro dessas intervenções para o controle da composição corporal. Diante disso, mais importante do que as diferenças entre a MLG e a G% que esses equipamentos fornecem, é a diferença entre a variação relativa e absoluta pré e pós um programa de intervenção, conforme demonstrado nas figuras 1 e 2.

Estudos demonstraram que diferentes modelos de IB octapolares multifrequenciais apresentaram estimativas de G% semelhantes às obtidas por métodos de referência (pesagem

hidrostática) em estudantes universitários de ambos os sexos (DEMURA; SATO; KITABAYASHI, 2004). Entretanto, no estudo de Gibson et al. (2008), os equipamentos de IB octapolar (*InBody* modelos 320 e 720) subestimaram a G% de 73 mulheres. Nesse sentido, parece que a estimativa da G% e MLG em equipamentos octapolares multifrequenciais parece ser influenciada pela população do estudo.

A falta de um método de referência para as comparações com os aparelhos IB2 e IB8 pode ser considerada uma limitação, assim como o reduzido tamanho da amostra. A falta de controle do estágio de maturação sexual pode também ter tido alguma influência, tendo em vista que a adolescência é um período em que as meninas tendem a aumentar a G% e os meninos a MLG. Outro fator limitante é que os equipamentos apresentam diferentes frequências para a estimativa da MLG e da G%. Sabe-se que na obesidade, apesar de não termos mensurado esses parâmetros, se espera menor reatância e maior ângulo fase em frequências mais baixas, o que pode ter impacto na estimativa da MLG e da G% (DITTMAR, 2003). Por fim, mesmo sendo orientados sobre as recomendações prévias à mensuração, não se pode garantir que os adolescentes foram fiéis ao protocolo.

Apesar das limitações, o presente estudo demonstrou haver diferenças entre os equipamentos para o sexo feminino em ambas as variáveis no momento pré intervenção. Entretanto, considerando a variação relativa e absoluta da G% e MLG pré e pós intervenção, não foi verificada diferenças entre os equipamentos. Esses resultados têm importantes implicações práticas tendo em vista que equipamentos de IB são comuns em cenários de pesquisa e no campo aplicado do profissional de

educação física para mensuração da composição corporal, devido a sua alta aplicabilidade e facilidade no manuseio e custo reduzido, comparado a métodos mais sofisticados. Outro ponto positivo é a análise da variação relativa e absoluta pré e pós um programa de intervenção que acaba sendo uma informação ainda mais importante do que os valores de *baseline* e pós intervenção isolados.

Considerando a importância do monitoramento da composição corporal em programas de tratamento da obesidade em adolescentes, o presente estudo, sugere-se que o equipamento de IB2, que é mais barato e requer menor tempo para a realização da medida, também pode ser utilizado em programas de tratamento da obesidade em adolescentes para o monitoramento da MLG e da G%, porém seu uso requer cautela para o sexo feminino.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados conclui-se que, as estimativas da MLG e da G% foram similares pelos dois equipamentos de IB (octapolar e bipolar), bem como a variação dessas duas variáveis pré e pós 16 semanas de intervenção, com exceção do momento pré intervenção para as meninas. Esses resultados têm importantes implicações práticas, tendo em vista que a IB2, que apresenta menor custo e realiza a medida mais rapidamente, apresenta resultados semelhantes à IB8 no que diz respeito à variação absoluta e relativa pré e pós um programa de intervenção, podendo ser utilizada para o monitoramento da MLG e da G% em programas de tratamento da obesidade em adolescentes, porém, recomenda-se cautela para o sexo feminino.

COMPARISON BETWEEN BIPOLAR AND OCTAPOLAR BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYZER FOR ESTIMATING FAT FREE MASS AND RELATIVE FAT IN OVERWEIGHT AND OBESE ADOLESCENTS

ABSTRACT

The aim of this study was to compare bipolar (BI2) (frequency: 50Hz) and octapolar (BI8) (frequency: 5, 50 e 500Hz) bioelectrical impedance analyzers to estimate fat-free mass (FFM) and relative body fat (BF%) before and after 16 weeks of intervention in overweight and obese adolescents. The FFM and BF% were measured by BI2 and BI8 before and after 16 weeks of multidisciplinary intervention focused on changing eating and exercise habits. FFM and BF% obtained in the IBs were compared by ANOVA for repeated measures and correlated by Pearson Correlation Coefficient. Differences ($p < 0.05$) were observed between the analyzers for the estimation of FFM and BF% only in the pre intervention moment for the girls. We conclude that the estimations of FFM and BF% were not significantly different between the two BI (octapolar and bipolar), especially for the variation of these two variables.

Keywords: Body composition. Adolescents. Electrical impedance.

REFERÊNCIAS

- BIANCHINI, J. A. A.; da SILVA, D. F.; LOPERA, C. A.; MATSUO, A. R.; ANTONINI, V. D. S.; NARDO JUNIOR, N. Efectos de un programa multidisciplinar de tratamiento de la obesidad sobre los factores de riesgo para síndrome metabólico en niños prepúberes, púberes y adolescentes: diferencias entre géneros. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, Barcelona, v. 6, n. 4, p. 139-145, 2013.
- BIGGS, J.; CHA, K.; HORCH, K. Electrical resistivity of the upper arm and leg yields good estimates of whole body fat. **Physiological Measurement**, Bristol, v. 22, n. 2., p. 365-376, 2001.
- BIOSPACE. **User's manual InBody520**. 2006.
- CARANTI, D. A.; de MELLO, M. T.; PRADO, W. L.; TOCK, L.; SIQUEIRA, K. O.; de PIANO, A.; LOFRANO, M. C.; CRISTOFALO, D. M.; LEDERMAN, H.; TUFIK, S.; DÂMASO, A. R. Short- and long-term beneficial effects of a multidisciplinary therapy for the control of metabolic syndrome in obese adolescents. **Metabolism Clinical and Experimental**, Naples, v. 56, n. 9, p. 1293-1300, 2007.
- COLE, T. J.; BELLIZZI, M. C.; FLEGAL, K. M.; DIETZ, W. H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **British Medical Journal**, Londres, v. 320, n. 7244, p. 1240-1243, 2000.
- DANIELS, S. R.; ARNETT, D. K.; ECKEL, R. H.; GIDDING, S. S.; HAYMAN, L. L.; KUMANYIKA, S.; ROBINSON, T. N.; SCOTT, B. J.; ST JEOR, S.; WILLIAMS, C. L. Overweight in children and adolescents. **Circulation**, Dallas, v. 111, n. 15, p. 1999-2012, 2005.
- DEMURA, S.; SATO, S.; KITABAYASHI, T. Percentage of total body fat as estimated by three automatic bioelectrical impedance analyzers. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**, v. 23, n. 3, p. 93-99, 2004.
- DITTMAR, M. Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults: effects of age, gender, and body mass. **American Journal of Physiology and Anthropology**, v. 22, n. 4, p. 361-370, 2003.
- DITTMAR, M. Comparison of bipolar and tetrapolar impedance techniques for assessing fat mass. **American Journal of Human Biology**, Nova York, v. 16, n. 5, p. 593-597, 2004.
- EISENKOËLBL, J.; KARTASURYA, M.; WIDHALM, K. Underestimation of percentage fat mass measured by bioelectrical impedance analysis compared to dual energy X-ray absorptiometry method in obese. **European Journal of Clinical Nutrition**, Londres, v. 55, n. 6, p. 423-429, 2001.
- FRIEDEMANN, C.; HENEGHAN, C.; MAHTANI, K.; THOMPSON, M.; PERERA, R.; WARD, A. M. Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. **British Medical Journal**, Londres, v. 345, p. e4759-e4774, 2012.
- GIBSON, A. L.; HOLMES, J. C.; DESAUTELS, R. L.; EDMONDS, L. B.; NUUDI, L. Ability of new octapolar bioimpedance spectroscopy analyzers to predict 4-component-model percentage body fat in Hispanic, black, and white adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 87, n. 2, p. 332-338, 2008.
- HEYWARD, V. H. ASEP methods recommendation: body composition assessment. **Journal of Exercise Physiology**, Duluth, v. 4, n. 4, p. 1-12, 2001.
- HOPKINS, W. G.; MARSHALL, S. W.; BATTERHAM, A. M.; HANIN, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianápolis, v. 41, n. 1, p. 3-13, 2009.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**: desnutrição cai e peso das crianças brasileiras ultrapassa padrão internacional. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1699&id_pagina=1>. Acesso em: 16 dez. 2013.
- JAMBASSI FILHO, J. C.; CYRINO, E. S.; GURJÃO, A. L. D. Estimativa da composição corporal e análise de concordância entre analisadores de impedância bioelétrica bipolar e tetrapolar. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 13-17, 2010.
- LAZZER, S.; BEDOGNI, G.; AGOSTI, F.; De COL, A.; MORNATI, D.; SARTORIO, A. Comparison of dual-energy X-ray absorptiometry, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in severe obese Caucasian children and adolescents. **British Journal of Nutrition**, Londres, v. 100, n. 4, p. 918-924, 2008.
- LOFRANO-PRADO, M. C.; ANTUNES, H. K.; do PRADO, W. L.; de PIANO, A.; CARANTI, D. A.; TOCK, L.; CARNIER, J.; TUFIK, S.; de MELLO, M. T.; DÂMASO, A. R. Quality of life in Brazilian obese adolescents: effects of a long-term multidisciplinary lifestyle therapy. **Health and quality of life outcomes**, Londres, v. 7, n. 61., p. 61-68, 2009.
- LOHMAN, T.; ROCHE, A.; MARTOREL, R. **Anthropometric standardization manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988.
- MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. 1. ed. Roca: São Paulo, 2002.
- MINDERICO, C. S.; SILVA, A. M.; KELLER, K.; BRANCO, T. L.; MARTINS, S. S.; PALMEIRA, A. L.; BARATA, J. T.; CARNERO, E. A.; ROCHA, P. M.; TEIXEIRA, P. J.; SARDINHA, L. B. Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. **British Journal of Nutrition**, Londres, v. 99, n. 2, p. 432-441, 2008.

OGDEN, C. L.; CARROLL, M. D.; KIT, B. K.; FLEGAL, K. M. Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999-2010. **The Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 307, n. 5, p. 483-490, 2012.

ØSTBYE, T.; MALHOTRA, R.; WONG, H. B.; TAN, S. B.; SAW, S. M. The effect of body mass on health-related quality of life among Singaporean adolescents: results from the SCORM study. **Quality of Life Research**, New York, v. 19, n. 2, p. 167-176, 2010.

PINHAS-HAMIEL, O.; ZEITLER, P. The global spread of type 2 diabetes mellitus in children and adolescents. **The Journal of Pediatrics**, Philadelphia, v. 146, n. 5, p. 693-700, 2005.

RESENDE, C. M. M.; CAMELO JÚNIOR, J. S.; VIEIRA, M. N.; FERRIOLLI, E.; PFRIMER, K.; PERDONÁ, G. S.; MONTEIRO, J. P. Body composition measures of obese adolescents by the deuterium oxide dilution method and by bioelectrical impedance. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 44, n. 11, p. 1164-1170, 2011.

THOMSON, R.; BRINKWORTH, G. D.; BUCKLEY, J. D.; NOAKES, M.; CLIFTON, P. M. Good agreement between bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating changes in body composition during weight loss in overweight young women. **Clinical Nutrition**, Saint Louis, v. 26, n. 6, p. 771-777, 2007.

WANG, Y.; MONTEIRO, C.; POPKIN, B. M. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 75, n. 6, p. 971-977, 2002.

Recebido em 05/09/2013

Revisado em 05/12/2013

Aceito em 07/01/2014

Endereço para correspondência: Danilo Fernandes da Silva. Rua Líbero Badaró, 311, Apto 602, Zona 7, CEP: 87030-080, Maringá-PR, Brasil. Email: danilofernandesdasilva@hotmail.com