

# BIOIMPEDÂNCIA VS ABSORTOMETRIA RADIOLÓGICA DE DUPLA ENERGIA NA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM CRIANÇAS

## BIOIMPEDANCE VS DUAL-ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY TO ASSESS BODY COMPOSITION IN CHILDREN

*Cláudio R. Escovar Paiva*<sup>\*</sup>

*Adroaldo C. de Araujo Gaya*<sup>\*\*</sup>

*Martim Bottaro*<sup>\*\*\*</sup>

*Jaime Tolentino Miranda Neto*<sup>\*\*\*\*</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi determinar a aplicabilidade e a precisão das equações de bioimpedância na avaliação da composição corporal em 31 meninas brasileiras com idade entre 10 e 14 anos. Absortometria radiológica de dupla energia (DXA, LunarÔ, DPX-IQ, Versão 4.6 A) foi usada para a obtenção da gordura relativa (%G) e da massa livre de gordura (MLG) de referência. A resistência corporal total foi medida pelo analisador Biodynamics modelo 310. Os resultados encontrados foram que a equação de Jenkins & Heyward estimou de forma precisa a média da MLG com um erro de predição aceitável (EPE = 1,69 kg). A equação de Jenkins & Heyward também estimou aproximadamente 87% dos indivíduos da amostra dentro de  $\pm 2,8$  kg. Embora a equação de Houtkooper obtivesse um erro de predição aceitável (EPE = 1,77 kg), a equação superestimou de forma significativa a MLG em 1,15 kg ( $p < 0,05$ ). Baseando-se nesses resultados, aconselha-se o uso da equação de BIA de JENKINS & HEYWARD (1999), para crianças na avaliação da composição corporal de meninas brasileiras (10 a 14 anos).

**PALAVRAS-CHAVE:** Criança, bioimpedância, composição corporal, DXA

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to assess the applicability and the predictive accuracy of BIA equations for estimation of body composition of 31 Brazilian girls (10 to 14 yrs). A dual-energy x-ray absorptiometry (DXA, DPX-IQ, Version 4.6 A) was used to obtain reference measures of relative body fat (%BF) and fat-free mass (FFM). Total-body resistance was measured with a Biodynamics Ô (Model-310) analyzer. The results were as follows: The Jenkins equation accurately estimated average FFM with an acceptable prediction error (SEE = 1.69 kg), and the line of best fit did not differ significantly ( $p > 0.05$ ) from the line of identity. In addition, the Jenkins equation accurately estimated the FFM of approximately 87% of the individuals in this sample within  $\pm 2.8$ kg. Although the Houtkooper equation had an acceptable prediction error (SEE = 1.77 kg), the equation overestimated average FFM by 1.15 kg ( $p <$

---

\* Prof. Ms. da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA, RS). e-mail: [paiva@esef.ufrgs.br](mailto:paiva@esef.ufrgs.br)

\*\* Prof. Dr. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). e-mail: [danigaya@zaz.com.br](mailto:danigaya@zaz.com.br)

\*\*\* Prof. Dr. da Universidade Católica de Brasília (UCB). e-mail: [martim@ucb.br](mailto:martim@ucb.br)

\*\*\*\* Prof. da UNIMONTES, Mestrando em Ed. Física pela Universidade Católica de Brasília (UCB). e-mail: [Jaimetolen@yahoo.com.br](mailto:Jaimetolen@yahoo.com.br)

0.05). Based on these results, we recommend using the JENKINS & HEYWARD (1999) BIA equation for children to estimate body composition of healthy Brazilian girls (10 to 14 yrs).

**KEY WORDS:** Children, bioimpedance, body composition, DXA

## 1 - INTRODUÇÃO

Medidas de composição corporal podem ser usadas, tanto para avaliar padrões de crescimento e desenvolvimento em crianças quanto para classificar a gordura corporal relativa (LOHMAN, 1992). Devido ao fato da obesidade infantil, especialmente a obesidade adolescente, ser um fator de risco para a obesidade adulta, a necessidade da avaliação cuidadosa da composição corporal na criança é um importante fator de promoção da saúde (ABRAHAM & NORDSIECK, 1960; FOSTER & BUTRON, 1985; RHODES & KAGAN, 1983; VANITALLIE & KRAL, 1981).

Tradicionalmente, o modelo clássico de dois componentes (BROZEK et al., 1963; Siri, 1961), que separam a massa corporal total em gordura corporal (GC) e em massa livre de gordura (MLG), vem sendo usado na obtenção de medidas de referência de composição corporal (BOTTARO et al. 2000). O modelo de dois componentes é baseado nas seguintes premissas: a) a densidade da gordura é de 0,901 g/cc; b) a densidade da MLG é de 1,100 g/cc; c) a MLG contém 73,8% de água, 19,4% de proteína e 6,8% de mineral (BOTTARO et al., 2000).

Sabe-se que a proporção de água, proteína e mineral na MLG varia de acordo com a idade, o sexo, a etnia, os níveis de gordura corporal, e os níveis de atividade física e, conseqüentemente, varia a densidade da massa livre de gordura (dMLG) (BAUMGARTNER et al., 1991; WANG et al., 1980; WILLIAMS et al., 1993). Qualquer variação do valor assumido pela dMLG (1,100 g/cc) pode resultar em erro sistemático na estimativa da gordura corporal relativa. Portanto, enquanto o modelo de dois componentes fornece uma estimativa precisa da gordura relativa em homens brancos, esse modelo pode não ser ideal para sub-grupos populacionais nos quais a dMLG é diferente do valor assumido como, por exemplo, em crianças brasileiras.

No Brasil, os métodos de Bioimpedância (BIA) vêm sendo usados na estimativa da MLG e do percentual de gordura (%G). Porém, estes métodos não foram validados em

certos sub-grupos de brasileiros, principalmente em meninas. Utilizando pesagem hidrostática como referência, YONAMINE & PIRES NETO (2000) validaram algumas equações de BIA em meninos brasileiros, porém, não em meninas. Portanto, o objetivo do presente estudo foi o de avaliar a precisão e a aplicabilidade de equações preditivas de BIA em meninas brasileiras, utilizando DXA como método de referência.

## **2 - METODOLOGIA**

### **Amostra**

Participaram deste estudo, de forma voluntária, 31 meninas (10 a 14 anos de idade) de Porto Alegre, RS. Antes de assinarem o termo de consentimento, as meninas e seus responsáveis foram informados do objetivo, dos procedimentos, dos possíveis desconfortos, dos riscos e dos benefícios do estudo. As voluntárias não participariam do estudo caso apresentassem qualquer doença que comprometesse a composição corporal ou o método de BIA. As doenças eram: certos tipos de câncer, hipertensão (uso de diuréticos), doenças do fígado e/ou dos rins, e distrofia muscular.

### **Procedimentos**

#### **Impedância Bioelétrica (BIA)**

O método de BIA é baseado na condução natural de uma corrente elétrica aplicada a um organismo (PAIVA & BOTARRO, 2002). Nesse estudo, foi avaliado o método de BIA de corpo inteiro. No método de BIA de corpo inteiro, a resistência corporal total (R) e a reactância (Xc) foram medidas com aparelho de bioimpedância marca Biodynamics Modelo 310. As medidas foram feitas com o indivíduo deitado em decúbito dorsal, com braços e pernas abduzidos, sem que se tocassem no tronco. Antes da colocação dos eletrodos, as áreas de contato foram limpas com álcool.

Seguindo as recomendações do fabricante, um eletrodo foi colocado próximo à articulação metacarpo-falangea da superfície dorsal da mão direita, e o outro no dorso do pé direito, próximo à articulação metatarso-falangea. Um outro eletrodo também foi colocado conforme as recomendações do fabricante, anteriormente, entre os processos estilóides do rádio e da ulna no punho direito, e o outro anteriormente entre os maléolos medial e lateral no tornozelo direito.

## Absortometria radiológica de dupla energia (DXA)

A Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA) é uma técnica de escaneamento que mede diferentes atenuações de dois Raios-X que passam pelo corpo (PAIVA & BOTARRO, 2002). Segundo BOTTARO et al. (2000), o DXA é uma tecnologia que vem sendo recentemente reconhecida como método de referência na análise da composição corporal (FRIEDL *et al.*, 1992; FULLER *et al.*, 1992; HANSEN *et al.*, 1993; HOUTKOOOPER *et al.*, 1992; KOHRT, 1995; PRIOR *et al.* 1997; VANLOAN & MAYCLIN, 1992; WAGNER & HEYWARD & STOLARCZYK, 1996), embora alguns autores sugiram que certas precauções devem ser adotadas quanto ao uso do DXA para estes propósitos (ROUBENOFF *et al.*, 1993). O DXA usado no presente estudo foi o LunarÒ, modelo DPX – IQ versão 4.6A. Os testes compreenderam uma varredura completa do corpo das meninas com durações de 10 a 20 minutos.

## Análise Estatística

O método de Bioimpedância foi validado por meio da análise de regressão. Os critérios de validação utilizados na determinação da precisão do BIA foram os propostos por LOHMAN (1992) e resumidos por HEYWARD E STOLARCZYK (1996).

## 3 - RESULTADOS

Os resultados deste estudo serão apresentados nos seguintes tópicos: a) Características descritivas da amostra; e b)Os resultados de análise de precisão das equações de predição de bioimpedância em meninas.

a) As características físicas dos participantes da amostra (N = 31) estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Características Físicas das Meninas (N = 31).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade (anos)	10,00	14,00	12,45	
Altura	130,00 cm	164,00 cm	154,6 cm	1,23
Peso	28,00 kg	68,10 kg	47,44 kg	8,17
MLG DXA	23,55 kg	45,01 kg	34,89 kg	9,59
MLG Houtkooper (1992)	22,56 kg	62,22 kg	35,67 kg	5,32
MLG Jenkins (1999)	22,82 kg	59,74 kg	34,39 kg	9,43
				9,16

Onde: MLG = Massa Livre de Gordura.

b) Os resultados da análise de precisão das equações de predição de bioimpedância estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Precisão das Equações de BIA (n =31 ).

Equações	R	epe	et	$\Delta$	t
Houtkooper <i>et al.</i> (1992)	0,94	1,77 kg	2,34 kg	-1,15	-3,09
Jenkins & Heyward (1999) Meninas	0,95	1,69 kg	1,74 kg	0,29	0,94

Onde: \*  $p < 0,05$ ; D ou EC (Erro Constante) =  $MLG_{DXA} - MLG_{Equação}$ ; EPE = Erro Padrão Estimativa; ET (Erro Total) =  $|\sqrt{\sum (y - \hat{y})^2 / N}|$ .

A massa livre de gordura (MLG), estimada pela equação de bioimpedância de HOUTKOOOPER *et al.* (1992) foi comparada com a MLG do método de referência (DXA). A relação entre ambas está apresentada na figura 1.

O coeficiente de correlação R encontrado foi de 0,94. O erro padrão de estimativa (EPE) e o erro total (ET) não excederam o critério estabelecido de 2,2 kg (EPE = 1,77 kg e ET = 2,34 kg). A equação de bioimpedância de HOUTKOOOPER *et al.* (1992) para meninas estimou de forma precisa a massa livre de gordura medido pelo DXA (D = - 1,15). A relação entre os escores residuais (MLG DXA - MLG BIA) e a média dos dois métodos (MLG DXA - MLG BIA / 2) está apresentada na figura 2.

A massa Livre de gordura, estimada pela equação de bioimpedância de JENKINS & HEYWARD (1999) foi comparada com a MLG do método de referência (DXA). A relação entre a MLG do DXA e a MLG estimada pela equação de bioimpedância está apresentada na figura 3.

O coeficiente de correlação R encontrado foi de 0,95. O EPE e o ET não excederam o critério estabelecido de 2,2 kg (EPE = 1,69 kg e ET = 1,74 kg). A equação de BIA de JENKINS & HEYWARD (1999) para meninas estimou de forma precisa a MLG medida pelo DXA (D = 0,29). A relação entre os escores residuais (MLG DXA - MLG BIA) e a média dos dois métodos (MLG DXA - MLG BIA / 2) está apresentada na figura 4.

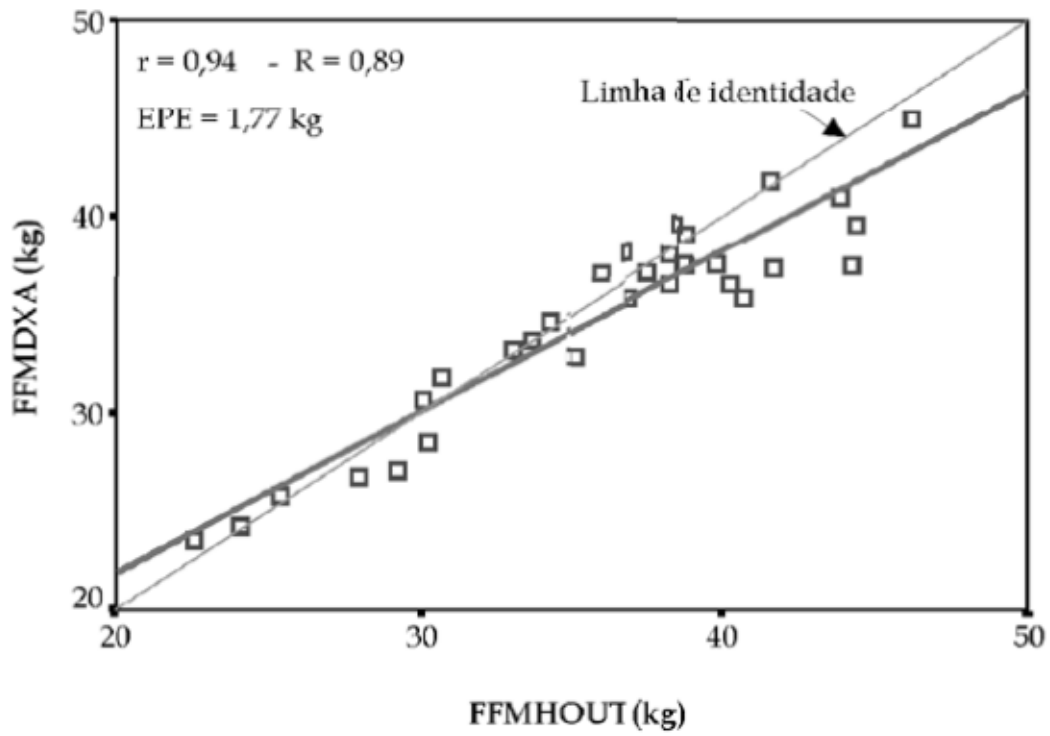


Fig. 1 - Relação entre  $MLG_{DXA}$  e  $MLG_{HOUTK}$

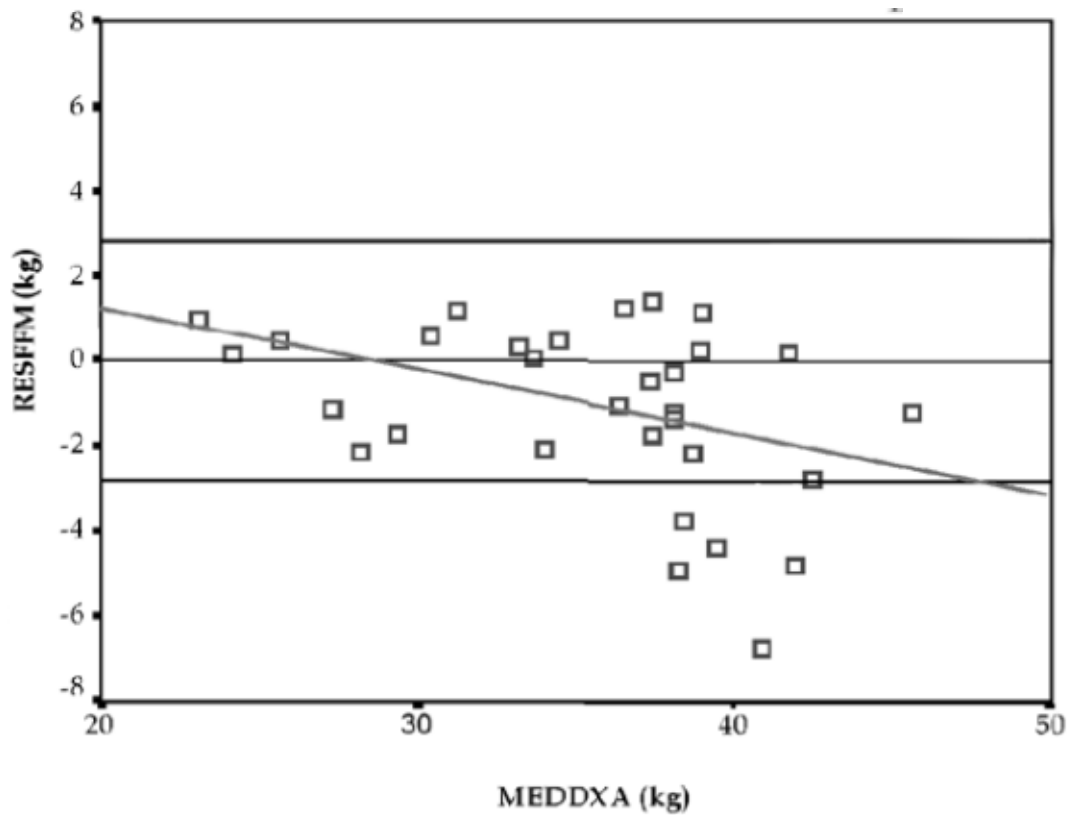


Fig. 2 - Análise individual dos escores residuais da MLG ( $MLG_{DXA} - MLG_{HOUTK}$ ) e média MLG  $= (MLG_{DXA} + MLG_{HOUTK} / 2)$

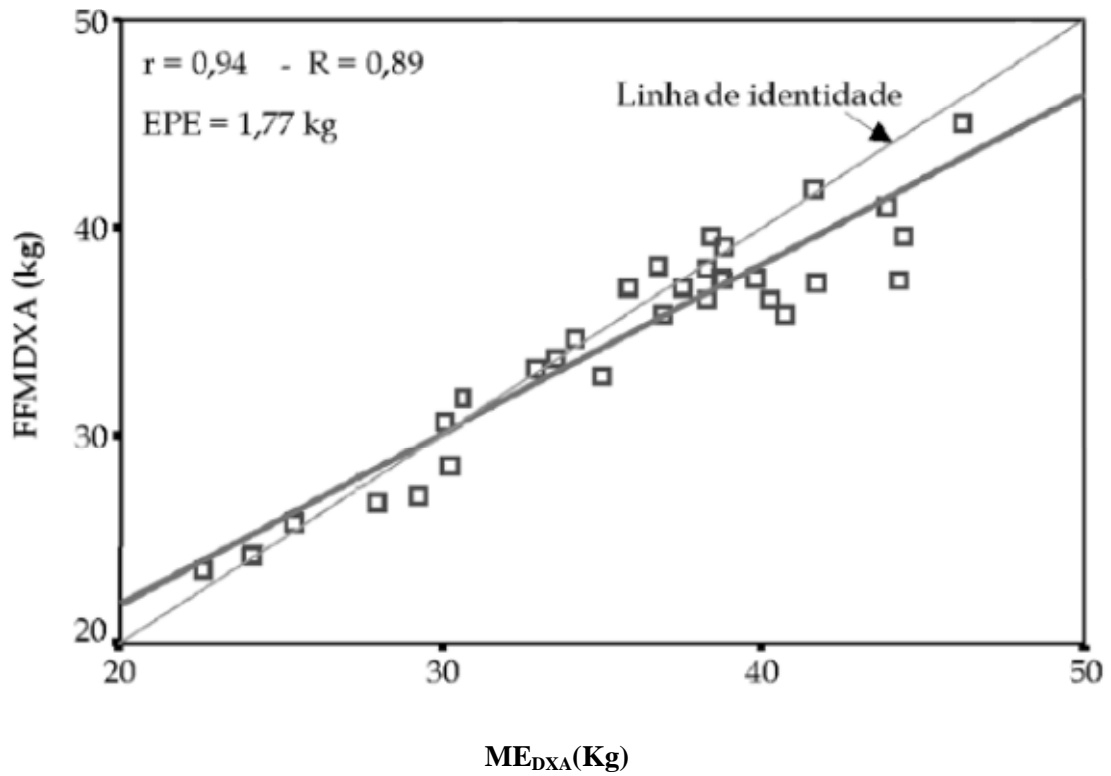


Fig. 3 - Relação entre  $MLG_{DXA}$  e  $MLG_{HOUTK}$

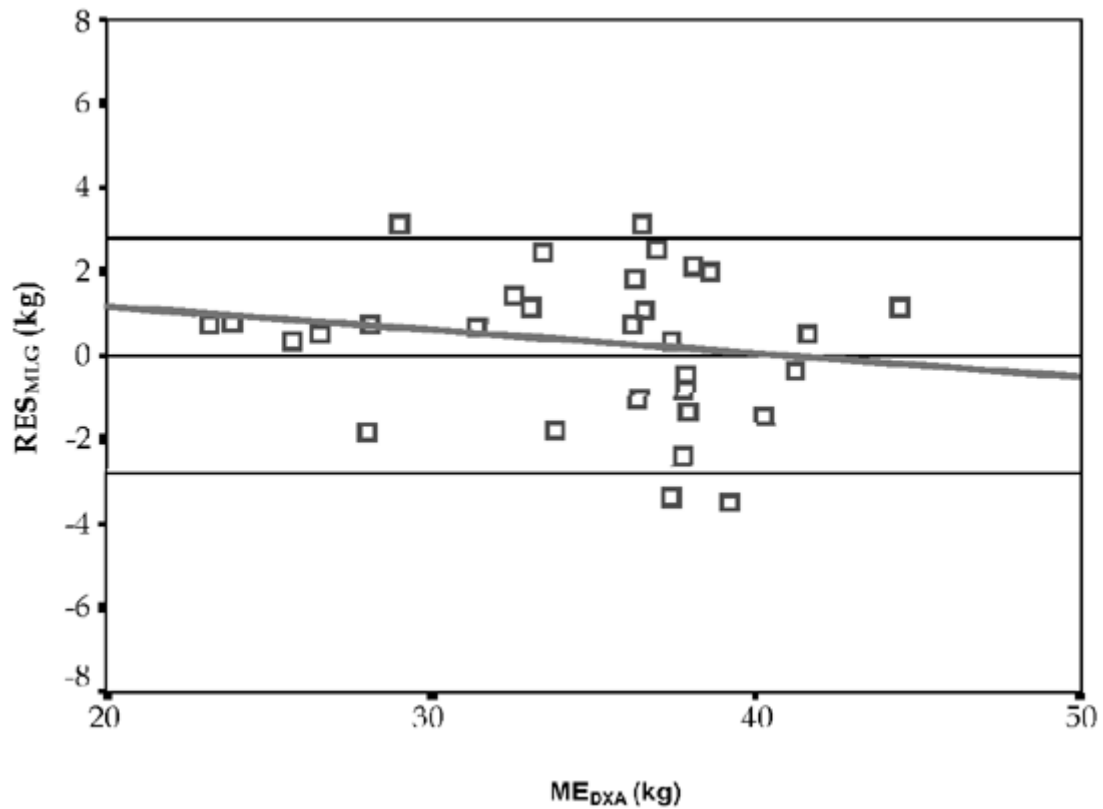


Fig. 4 - Análise individual dos escores residuais da MLG ( $MLG_{DXA} - MLG_{JENKIS}$ ) e média MLG

$$= (MLG_{DXA} + MLG_{JENKIS})/2$$

## DISCUSSÃO

As equações utilizadas para a precisão neste estudo foram as de HOUTKOOOPER *et al.* (1992) e JENKIS *et al.* (1999). A equação de bioimpedância de HOUTKOOOPER *et al.* (1992) estimou adequadamente a massa livre de gordura medida pelo DXA, coeficiente de correlação encontrado foi de  $r = 0,94$ . O erro total e o erro padrão de estimativa não excedera o critério estabelecido de 2,8 kg (EPE = 1,77 kg e ET = 2,34 kg) e 84% dos sujeitos foram estimados dentro de  $\pm 2,8$  kg (BLAND & ALTMAN, 1986). Na validação da equação de JENKINS & HEYWARD (1999) ela estimou adequadamente a massa livre de gordura medida pelo DXA. JENKIS & HEYWARD (1999) revalidou a equação de HOUTKOOOPER *et al.* (1992) produzindo resultados semelhantes ao deste estudo. A similaridade dos estudos pode ser devida à inclusão de crianças com etnias variadas e a amostra de HOUTKOOOPER *et al.* (1992) incluía crianças caucasianas. JENKINS *et al.* (1999) utilizou em seu trabalho 120 crianças, de diferentes etnias, 51% de negros e os restantes brancos e hispânicos, os resultados produzidos foram excelentes. O coeficiente de validade foi alto ( $r = 0,95$ ) e o erro de predição foi pequeno (EPE = 1,68 kg). Cada um dos critérios de revalidação foi satisfeito. A massa livre de gordura foi precisamente estimada ( $D = 0,29$ ), como também 87% dos sujeitos da presente amostra foram estimados dentro de  $\pm 2,8$  kg. Em resumo, parece-nos que a equação de JENKINS & HEYWARD (1999) melhor reproduz a massa livre de gordura em crianças desta amostra.

### Referências bibliográficas

- ABRAHAM, S.; NORDSIECK, M. Relationship of excess weight in children and adults. *Public Health Reports*, 75, 263-273, 1960.
- BAUMGARTNER, R. N. *et al.* (1991). Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53, 1-9, 1960.
- BLAND, J. M. & ALTMAN, D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *The Lancet*, 12, 307-310, 1986.
- BOTTARO, M. M.; HEYWARD, V. H. & PAIVA C. E. Validação Cruzada de Equações de Bioimpedância em Mulheres Brasileiras por Meio de Absortometria Radilógica de Dupla Energia (DXA). *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 8 (4): 14-20, 2000.



BROZEK, J.; GRANDE, F.; ANDERSON, J. T.; KEYS, A. Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110(1), 113-140, 1963.

FOSTER, W. R. & BUTRON, E. (Eds). National Institutes of Health consensus conference: health implications of obesity. *Annals of Internal Medicine*, 103, 977-1077, 1985

FRIEDL, K. E.; DELUCA, J. P.; MARCHITELLI, L. J. & VOGEL, J. A.. Reliability of body-fat Estimations from a four-component model by using density, body water, and bone mineral measurements. *American Journal of Clinical Nutrition*, 55, 764-770, 1992.

FULLER, N. J.; JEBB, S. A.; LASKEY, M. A.; COWARD, W. A. & ELIA M. Four-component model for the assessment of body composition in humans: comparison with alternative methods and evaluation of the density and hydration of fat-free mass. *Clinical Science*, 82, 687-693, 1992.

HANSEN, J. N.; ET AL. (1993). Prediction of body composition in pre-menopausal females from dual energy x-ray absorptiometry. *Journal of Applied Physiology*, 75(4), 1637-1641, 1993

HEYWARD, V. H. & STOLARCZYK, L. M. *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics. 1996

HOUTKOOOPER, L. B.; GOING, S. B.; LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; VAN LOAN, M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *Journal of applied Physiology*, 72(1), 366-373, 1992.

JENKINS, K., & HEYWARD, V. H. Cross-Validation of Body Composition Equations for Children using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(5): S202, 1999.

LOHMAN, T. G. *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics. 1992.

PAIVA, C. E.; BOTTARO, M. Avaliação da composição corporal em meninos em meninos brasileiros: o método de impedância. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 4(1), in press. 2002

RHODES, G. G.; KAGAN, A. The relation of coronary disease, stroke, and mortality to weight. In youth and middle age. *Lancet*, 1, 492-495, 1983

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. In J. Brozek; A. Henschel. *Techniques for Measuring Body Composition*, 223-224, Washington, D.C: National Academy of Sciences, 1961

VANITALLIE, T. B.; KRAL, J. G. The dilemma of morbid obesity. *Journal of American Medical Association*, 246, 999-1003, 1981

VAN LOAN, M. D. & MAYCLIN, P. L.. Body composition assessment: dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) compared to reference methods. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, 125-130, 1992.

WAGNER, D. R. & HEYWARD, V. H. (2001). Validity of two-component models for estimating body fat Of black men. *Journal of Applied Physiology*, 90, 649-656, 2001.

WANG, J. et al. Body fat from body density: underwater weighing versus dual-photon absorptiometry. *American Journal of Physiology*, 256, E829-E834, 1980.

WILLIAMS, D. P. *et al.* Aqueous and mineral fraction of the fat-free body and their relation to body fat estimates in men and women aged 49-82 years. In K. J. Ellis, & J. D. Eastman, (Eds.): *Human body composition in vivo: methods, models and assessment*, (pp. 109-113). New York, NY; Plenum, 1993.

YONAMINE, R. S. & PIRES NETO, C. S. Desenvolvimento e validação de equações para a estimativa da massa corporal magra de meninos de 12 a 14 anos. *Revista Brasileira de Cineantropo-metria & Desempenho Humano*, 2(1), 07-16, 2000.