

# Utilização de equações preditivas na determinação da composição corporal de idosos

## *Utilization of predictive equations for determination of body composition of elderly*

### ABSTRACT

CERVI, A.; FRANCISCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E. Utilization of predictive equations for determination of body composition of elderly. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 31, n. 3, p. 61-76, dez. 2006.

*This review paper discusses the use of predictive equations for the evaluation of body composition of the elderly, considering the changes that occur with aging. The elder generally presents multiple diseases and weak nutritional state, therefore the nutritional evaluation is fundamental, allowing the identification of individuals at nutritional risk. The determination of body composition, meaning, fat-free mass and fat mass, is important in this age group, for it allows the assessment of the association between these components with risk of diseases and mortality. Its determination can be accomplished by means of predictive equations, which mostly use anthropometric measurements as predictor variables, making this method a relatively simple and affordable one and of accessible cost, rendering it as a useful tool for field studies, as in the practice, and for individual use. However, the choice of predictor variables for the development of equations is a fundamental aspect. It is known that with age advance, important changes in corporal composition occur, as, for example, reduction of the fat-free mass, increase and redistribution of the corporal fat, which may affect the precision and the interpretation of the anthropometrics measures in the elderly. Although some formulas exist that can be used, there is the necessity to validate them in the different populations, since the most of the existing equations were developed for the caucasian population, many times including young individuals, which can impair its precision when used in a distinct population of elderly.*

**Keywords: Predictive equations.  
Body composition. Elderly.**

**ADRIANE CERVI<sup>1</sup>; SYLVIA DO CARMO CASTRO FRANCISCHINI<sup>2</sup>; SILVIA ELOIZA PRIORE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Rua do Comércio, 3000, Caixa Postal, 560, Bairro Universitário CEP 98700-000 Ijuí, RS, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Nutrição e Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, Universidade Federal de Viçosa. Campus Universitário, s/n CEP 36571-000 Viçosa, MG, Brasil.

**Endereço para correspondência:**

Adriane Cervi.  
Rua do Comércio, 2513  
Bairro Pindorama,  
Ijuí, RS, Brasil.  
CEP 98700-000.  
Telefone: (55) 3332-6890.  
e-mail:  
adriane.cervi@unijui.tche.br

## RESUMEN

*Esta revisión discute la utilización de ecuaciones predictivas en la evaluación de la composición corporal de adultos mayores, considerando los cambios que ocurren con el envejecimiento. El adulto mayor presenta generalmente numerosas enfermedades y el estado nutricional debilitado, siendo la evaluación nutricional fundamental para identificar individuos en riesgo nutricional. La determinación de la composición corporal, o sea, masa libre de grasa y masa grasa, es importante en este grupo porque permite asociar estos componentes con el riesgo de enfermedades y de mortalidad. Su determinación puede ser realizada a través de ecuaciones predictivas, que en su mayoría utilizan medidas antropométricas como variables predictoras, lo que torna este método relativamente simple y de costo accesible, posibilitando su utilización tanto en investigaciones de campo, como en clínicas, para uso individual. Sin embargo, la elección de las variables predictoras en el desarrollo de las ecuaciones es un aspecto fundamental. Se sabe que al aumentar la edad, ocurren importantes modificaciones en la composición corporal, como por ejemplo, disminución de masa libre de grasa y redistribución de la grasa corporal, lo cual puede afectar la exactitud y la interpretación de medidas antropométricas en el adulto mayor. Aunque existen varias fórmulas posibles de ser utilizadas, es necesario que sean válidas para las diferentes poblaciones, ya que la mayoría de las ecuaciones existentes fue desarrollada para poblaciones caucásicas y muchas veces incluyen personas menores, lo cual puede perjudicar la precisión cuando utilizadas para fajas de mayor edad y de poblaciones diferentes.*

**Palabras clave:** Ecuaciones predictivas.  
**Composición corporal. Adultos mayores.**

## RESUMO

*Esta revisão discute a utilização de equações preditivas na avaliação da composição corporal de idosos, considerando as mudanças que ocorrem com o envelhecimento. O idoso geralmente apresenta múltiplas enfermidades e estado nutricional debilitado, por isso a avaliação nutricional é fundamental, permitindo identificar indivíduos em risco nutricional. A determinação da composição corporal, ou seja, massa livre de gordura e massa gorda é importante nesse grupo etário, permitindo verificar a associação destes componentes com risco de enfermidades e mortalidade. Sua determinação pode ser realizada através de equações preditivas, que em sua maioria utilizam medidas antropométricas como variáveis predictoras, o que torna este método relativamente simples e de custo acessível, possibilitando sua utilização tanto em pesquisas de campo, como em clínicas, para uso individual. No entanto, a escolha das variáveis predictoras no desenvolvimento das equações é um aspecto fundamental. Sabe-se que com o avanço da idade, ocorrem importantes modificações na composição corporal, como por exemplo, diminuição da massa livre de gordura, aumento e redistribuição da gordura corpórea, que poderão afetar a precisão e a interpretação das medidas antropométricas no idoso. Embora existam várias fórmulas que possam ser utilizadas, há necessidade de validá-las nas diferentes populações, visto que a grande maioria das equações existentes foi desenvolvida em população caucasiana e muitas vezes incluindo indivíduos jovens, o que pode prejudicar sua precisão quando utilizadas em idosos de população distinta.*

**Palavras-chave:** Equações preditivas.  
**Composição corporal. Idosos.**

## INTRODUÇÃO

A determinação da composição corporal é de fundamental importância, visto que o excesso de gordura corporal bem como a diminuição da massa magra são fatores de risco para muitas doenças que acometem o idoso, especialmente as crônicas degenerativas e desnutrição, respectivamente (DEY et al., 2003).

Métodos sofisticados, rigorosos e sensíveis que medem a composição corporal, ou seja, água corporal total, fluido extracelular, massa celular corporal e conteúdo mineral ósseo, tais como, Absortometria de Raio-X de Dupla Energia (DEXA) e pesagem hidrostática, dentre outros (HEYMSFIELD et al., 1989) e métodos que avaliam a distribuição anatômica e quantificação do tecido adiposo visceral ou interno como tomografia computadorizada, ultrassonografia e ressonância magnética têm sido recomendados e utilizados (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998). Entretanto, a utilização destes métodos é limitada em pesquisas epidemiológicas de grande escala devido, especialmente, ao alto custo (ALLISON et al., 2002).

Um método alternativo para avaliar a composição corporal é através de equações preditivas. Estas por utilizarem medidas antropométricas como variáveis preditoras, são relativamente simples e de custo acessível, possibilitando sua utilização tanto em pesquisas de campo, como em clínicas para uso individual. Existem várias fórmulas para estimar a composição corporal, algumas desenvolvidas especificamente para idosos. A bioimpedância elétrica (BIA) também tem se mostrado um método alternativo para avaliar a composição corporal desse grupo etário (SUN et al., 2003). Muitas equações, especialmente as preditivas da massa livre de gordura e água corporal total, utilizam como variáveis preditoras as medidas de resistência e reactância obtidas pela BIA. No entanto, com o envelhecimento ocorrem diversas modificações na composição corporal que afetam as medidas antropométricas, podendo afetar também as equações derivadas a partir das mesmas. Por isso, a escolha das variáveis preditoras deve ser feita com atenção considerando tais alterações.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo revisar as principais equações utilizadas para estimar a composição corporal de idosos, especialmente no que se refere ao percentual de gordura corporal, considerando as modificações na composição corporal que ocorrem durante o envelhecimento.

## MUDANÇAS NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DURANTE O ENVELHECIMENTO

As mudanças na composição corporal, características da senescência, podem ou não ser universais, mas sua expressão e incidência variam consideravelmente dentro e entre grupos de pessoas idosas de mesma ou diferente origem genética, refletindo fatores ambientais como, atividade física, nutrição e doenças bem como o processo normal de envelhecimento. Mudanças na massa celular, gordura e água corporal ocorrem frequentemente com a doença e o envelhecimento, estando inclusive muitas vezes associadas (CHUMLEA; BAUMGARTNER, 1989; STEEN, 1988).

Segundo Schoeller (1989), a água corporal total, diminui com o envelhecimento. Na mulher, a diminuição é pequena durante a meia idade e rápida depois dos 60 anos. No homem, a diminuição inicia na meia idade e continua durante todo o período de vida. Não está claro se esta diminuição deve-se à mudança na água extracelular, intracelular ou ambas. Segundo o autor, como durante o período de vida adulta a média de hidratação da massa livre de gordura permanece relativamente constante em indivíduos saudáveis, a diminuição na água corporal total é indicativo de diminuição da massa livre de gordura, que corresponde à água intracelular. Entretanto, estudo realizado por Steen (1988) mostrou diminuição relativamente grande na quantidade de água extracelular, comparada com a intracelular com o avanço da idade. De qualquer forma, a redução do conteúdo de água corporal é uma importante causa de diminuição do peso durante o envelhecimento, além da diminuição da massa celular muscular e da massa celular em geral, que é mais pronunciada nos homens, e agravada pelo sedentarismo, comum nesse grupo etário. O conteúdo de água corporal total de um adulto jovem é de aproximadamente 70% e de um idoso 60% sendo que, homens de 70 a 80 anos de idade contêm menos de 60% de água e mulheres da mesma idade possuem menos de 50% de água corporal (KUCZMARSKI, 1989; KWOK; WOO; LAU, 2001; STEEN, 1988).

Durante o processo de envelhecimento, produzem-se modificações significativas nas características da distribuição de gordura e na massa livre de gordura. Há redistribuição lenta e progressiva, referida como centralização e internalização, da gordura corporal nos idosos. A gordura corporal aumentada é armazenada intra-abdominal e intramuscularmente, em vez de subcutaneamente como no adulto jovem. Assim, a gordura subcutânea nos membros diminui enquanto a gordura intra-abdominal ou do tronco, especialmente ao redor dos órgãos internos, aumenta. Ocorrem ainda, alterações na elasticidade e compressibilidade do tecido ou pele (CHUMLEA; RHYNE; GARRY, 1989; COHN et al., 1981; KUCZMARSKI, 1989).

Visto que a distribuição regional de gordura influencia a saúde, pois está relacionada à quantidade de gordura visceral dentro da cavidade abdominal, sua determinação é importante podendo ser obtida a partir da espessura de dobras cutâneas do tronco, circunferência da cintura e relação cintura quadril (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000). No entanto, essas mudanças na composição corporal irão refletir valores mais baixos nas medidas de espessura de dobras cutâneas e circunferências das extremidades (pregas cutâneas tricípital e bicípital e circunferências do braço e da panturrilha), enquanto aumenta os valores dessas medidas na região abdominal ou do tronco, especialmente circunferência da cintura e do quadril. Dessa forma, no idoso, outras medidas corporais tais como, circunferências do tronco (cintura e quadril) proporcionam informação mais importante com relação aos estoques de gordura corporal e fatores de risco para doença cardiovascular do que as de dobras cutâneas (CHUMLEA et al., 1992; CHUMLEA; ROCHE; ROGERS, 1984; DURNIN; WOMERSLEY, 1974).

Em relação à Massa Corporal Magra (MCM), a idade adulta caracteriza-se por uma queda lenta, que é um pouco mais rápida nos homens enquanto na mulher parece ser

preservada até a menopausa. Porém, durante o processo de envelhecimento, grande parte da massa magra adquirida na adolescência é perdida, em ambos os sexos (FORBES, 2003). Entre as idades de 25 a 65 anos, há um decréscimo substancial na MCM de 10 a 16% devido às perdas de massa óssea, músculo esquelético e água corporal total (HEYMSFIELD et al., 1989; KUCZMARSKI, 1989). Aos 70 anos de idade, o músculo esquelético tem uma perda aproximada de 40% de seu pico de peso da vida adulta (STEEN, 1988). Pesquisadores têm utilizado o termo sarcopenia para referir-se a essa perda muscular, ou seja, ao grau e intensidade de perda de massa muscular esquelética que ocorre com o avanço da idade e que parece acometer também idosos saudáveis (BAUMGARTNER et al., 1998).

Estudo longitudinal realizado por Baumgartner et al. (1998), avaliando 883 idosos brancos hispânicos e não-hispânicos de ambos os sexos, vivendo no Novo México, verificou que a prevalência de sarcopenia aumentou de 13 a 24% em pessoas com menos de 70 anos para mais de 50% naqueles com idade acima de 80 anos e, esteve associada com a deterioração funcional e incapacidade física em ambos os sexos independente da idade, etnia, estado socioeconômico, morbidade e obesidade.

Em relação à densidade da massa livre de gordura, esta é alterada com o envelhecimento, sendo a provável fonte de mudança o conteúdo mineral ósseo do esqueleto, com diferenças em alguns segmentos ósseos. Estimativas do índice de perda do conteúdo mineral ósseo variam de aproximadamente 8 a 15% no homem entre 50 e 75 anos de idade. Para a mulher, o índice é cerca de 18% ou mais, sendo até 30% na idade de 45 a 75 anos (DURNIN; WOMERSLEY, 1974). Comparados aos indivíduos mais jovens (19 a 34 anos de idade), os componentes minerais, água e proteína da massa livre de gordura em mulheres idosas (acima de 65 anos de idade) diminuem 20%, 12% e 5%, respectivamente, o que diminui também a densidade da massa livre de gordura (HEYMSFIELD et al., 1989). Diferentemente, Baumgartner et al. (1991) verificaram que a proporção relativa de água na massa livre de gordura foi maior, 74% em homens e mulheres com idade acima de 65 anos e a densidade da massa livre de gordura estimada foi de 1,093 e 1,094g/cm<sup>3</sup>, respectivamente. Segundo Durnin e Womersley (1974), o mais importante fator que altera a densidade da massa livre de gordura no idoso é sua maior adiposidade, ou seja, um aumento dos componentes do tecido adiposo, principalmente do conteúdo de gordura, que é acompanhado por uma queda na densidade da massa livre de gordura.

Segundo Durnin e Womersley (1974), a densidade corporal é influenciada pelo sexo e idade. No estudo destes autores, o valor da densidade corporal que correspondeu ao total de quatro dobras cutâneas (bíceps, tríceps, subescapular e suprailíaca) diminuiu na mulher, cerca de 0,004 x 10<sup>3</sup>kg/m<sup>3</sup> por década, e no homem, cerca de 0,005 x 10<sup>3</sup>kg/m<sup>3</sup> por década. Uma possível razão pode ser que a maior proporção de gordura corporal total está situada internamente em vez de subcutaneamente. Outra, é que a compressibilidade da dobra pode tornar-se maior na pessoa idosa. Além disso, há também mudança na densidade da massa livre de gordura com o envelhecimento e conseqüentemente interferindo na densidade corporal.

Associadas às alterações na composição corporal, ocorrem modificações físicas importantes durante o envelhecimento. Há um declínio progressivo da estatura, devido principalmente à compressão dos discos intervertebrais, achatamento das vértebras e osteoporose, além de processos como cifose torácica, escoliose e arqueamento dos membros inferiores (COSTA et al., 1987; DUARTE; CASTELLANI, 2002; FORBES, 2003). Segundo estudo realizado por Chumlea et al. (1988), com 122 mulheres e 98 homens brancos, de idade entre 65 e 89 anos, a diminuição da estatura é de aproximadamente 4,0 a 5,0cm por década depois dos 65 anos. Além da estatura, o peso também diminui com o avanço da idade, geralmente ao redor dos 65 anos, nos homens, e cerca de 10 anos mais tarde, nas mulheres (BOWMAN; ROSENBERG, 1982; ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 1995).

As alterações que ocorrem na composição corporal com o envelhecimento influenciam também o IMC, cujos valores aumentam na idade adulta, e se estabilizam por volta dos 50 a 70 anos, nos homens, e dos 70 anos, nas mulheres. Geralmente depois dos 70 a 75 anos o IMC diminui, porém mantendo-se maior entre as mulheres do que entre os homens, provavelmente devido ao maior peso, representado pela maior quantidade de tecido adiposo, no sexo feminino em relação ao masculino. Nessa idade, de 70 a 75 anos, além da redução do peso ocorre também diminuição da estatura, levando a mudanças no IMC que são menores do que seriam nos grupos mais jovens com uma estatura estável, e onde as mudanças no IMC refletiriam principalmente alteração no peso corporal (BOWMAN; ROSENBERG, 1982; ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 1995).

Segundo Bowman e Rosenberg (1982), essas mudanças que caracterizam o processo de envelhecimento afetam os parâmetros de avaliação antropométrica do idoso havendo, portanto, necessidade de analisar a precisão das medidas que são freqüentemente utilizadas para avaliar o estado nutricional e a composição corporal desse grupo.

## **EQUAÇÕES PARA ESTIMAR A COMPOSIÇÃO CORPORAL DE IDOSOS**

O principal problema relacionado às fórmulas para prever a composição corporal é que a maioria delas foi desenvolvida para população caucasiana e jovem, porém seu uso e aplicabilidade em outros grupos étnicos e faixas etárias são com freqüência, assumidos como corretos. Segundo Deurenberg, Weststrate e Seidell (2000), as equações preditivas devem ser específicas para as diferentes populações, grupos étnicos e faixas etárias visto que, dentro de um mesmo grupo étnico, diferenças nos parâmetros corporais existentes podem levar a diferenças na validade das equações (DEURENBERG et al., 1999). Em se tratando de idosos, são poucas as equações preditivas existentes (BAUMGARTNER et al., 1991; DEURENBERG et al., 1990) e a validade destas deve ser confirmada antes de serem aplicadas em outras populações que não a de origem (DEY et al., 2003).

Fatores como idade, sexo, grau de obesidade, devem ser considerados ao se desenvolver equações para estimar a gordura corporal relativa ou porcentual de gordura corporal (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000). Por isso, pesquisadores têm recomendado

a utilização do modelo de quatro componentes (método que divide o corpo em quatro grupos químicos: água, proteína, minerais e gordura) para desenvolver equações de predição, visto que o mesmo inclui as mudanças na composição corporal que ocorrem com o avanço da idade (CHUMLEA; BAUMGARTNER, 1989; HEYMSFIELD et al., 1989).

Uma vez determinada a densidade corporal, torna-se possível convertê-la em quantidades percentuais de gordura e de massa magra em relação ao peso corporal total através de várias fórmulas (GUEDES, 1994). As propostas por Siri (1961) e Brozek et al. (1963), baseadas no modelo de dois componentes (supõe que o corpo consiste de dois compartimentos: massa gorda e massa livre de gordura) são as mais utilizadas para predição do percentual de gordura corporal (GIBSON, 1990). Essas equações assumem como constante a densidade e proporção dos componentes da massa livre de gordura. Contudo, a densidade da massa livre de gordura em pessoas idosas apresenta valores diferentes daqueles propostos por Brozek et al. (1963) e Siri (1961) para o cálculo do percentual de gordura corporal de  $1,100\text{g/cm}^3$ , podendo essas fórmulas apresentarem limitações quando aplicadas a esse grupo etário (GUEDES, 1994). Segundo Heymsfield et al. (1989), a densidade média da massa livre de gordura de homens e mulheres idosos é de  $1,096\text{g/cm}^3$  devido a um valor relativamente menor de minerais corporais (6,2% massa livre de gordura) nessa população e, em função disso, o percentual de gordura corporal determinado pela equação de Siri, pode ser minimamente superestimado em 1 a 2% (DURNIN; WOMERSLEY, 1974).

Os constituintes mais importantes a serem considerados na determinação da densidade corporal são: a água, por ser a maior fração do corpo, e os minerais por serem os constituintes mais densos. Mudanças nos mesmos, irão afetar a densidade da massa livre de gordura. Dessa forma, equações baseadas no modelo de dois componentes podem conter erros, o que foi confirmado pelo estudo de Baumgartner et al. (1991) e Deurenberg et al. (1990).

Deurenberg et al. (1990) estudaram a composição corporal de 35 homens e 37 mulheres saudáveis com idade entre 60 e 83 anos para comparar o método de bioimpedância elétrica com o densitométrico e com medidas antropométricas. Verificaram que o percentual de gordura corporal, determinado pela técnica de dobras cutâneas (DURNIN; WOMERSLEY, 1974), foi subestimado em relação ao determinado pelo método densitométrico. A massa livre de gordura correlacionou-se, significativamente, com a estatura<sup>2</sup>/resistência –  $H^2/R$  ( $r = 0,94$ ,  $p < 0,001$ ), em ambos os sexos. O melhor modelo para predição da massa livre de gordura pela BIA e antropometria, incluiu variáveis como peso, sexo e circunferência da coxa ( $r = 0,96$ ; Erro Padrão de Estimativa EPE = 2,5kg) (Tabela 1). O estudo mostrou que o uso de equações preditivas de adultos jovens em idosos superestimou a massa livre de gordura em aproximadamente 6kg, o que pode ser atribuído a diferente mineralização e conteúdo de água na massa livre de gordura com o envelhecimento, levando à conseqüente subestimação do percentual de gordura corporal.

**Tabela 1 - Equações para estimar Massa Livre de Gordura (MLG) e Água Corporal Total (ACT) em idosos**

Gênero	FE	Equação	R <sup>2</sup>	EPE	MR
<b>MLG (kg)</b>					
Homens e Mulheres <sup>1</sup>	60-83	$(0,671 \times 10^4 \times H^2/R) + (3,1 \times S) + 3,9$	0,94	3,1	PH
Homens e Mulheres <sup>1</sup>	60-83	$(0,360 \times 10^4 \times H^2/R) + (0,359 \times PC) + (4,5 \times S) - (20 \times Cco) + 7,0$	0,96	2,5	PH
Homens e Mulheres <sup>2</sup>	70-75	$11,78 + (0,499 \times H_{\text{cm}}^2/R) + (0,134 \times PC) + (3,449 \times S)$	0,90	2,64	4 C
Homens <sup>3</sup>	12-94	$-10,68 + (0,65 \times H^2/R) + (0,26 \times PC) + (0,02 \times R)$	0,90	3,9	MMC
Mulheres <sup>3</sup>	12-94	$-9,53 + (0,69 \times H^2/R) + (0,17 \times PC) + (0,02 \times R)$	0,83	2,9	MMC
<b>ACT (L)</b>					
Homens <sup>3</sup>	12-94	$1,20 + (0,45 \times H^2/R) + (0,18 \times PC)$	0,84	3,8	MMC
Mulheres <sup>3</sup>	12-94	$3,75 + (0,45 \times H^2/R) + (0,11 \times PC)$	0,79	2,6	MMC

1) DEURENBERG et al. (1990); 2) DEY et al. (2003); 3) SUN et al. (2003).

**Onde:** **FE:** Faixa Etária (anos); **R<sup>2</sup>:** Coeficiente de correlação múltipla; **EPE:** Erro Padrão de Estimativa (kg); **MR:** Método de Referência; **H:** estatura (m); **R:** resistência ( $\Omega$ ); **S:** Sexo (mulheres = 0; homens = 1); **PC:** Peso Corporal (kg); **Cco:** Circunferência da Coxa (m); **PH:** Pesagem Hidrostática; **4C:** Modelo de quatro compartimentos; **MMC:** Modelo de Multicomponentes.

Baumgartner et al. (1991) estudaram 98 homens e mulheres de 65 a 94 anos e verificaram diferenças na composição corporal estimadas pelo modelo de dois e quatro componentes, que foram associados, significativamente, com variações na fração aquosa, ou hidratação da massa livre de gordura. Essas diferenças levaram a uma superestimação do percentual de gordura corporal e subestimação da massa livre de gordura. O estudo confirma que a fórmula de Siri (1961) superestima o percentual de gordura corporal em 1 a 2% e subestima a massa livre de gordura em 1 a 2kg em pessoas idosas. Os autores concluíram que a combinação de impedância e antropometria são métodos promissores consideráveis, mas que devem ser validados com modelos de multicompartimentos que consideram a variação na fração aquosa e mineral da massa livre de gordura em idosos, promovendo estimativa mais precisa da composição corporal.

Dey et al. (2003) desenvolveram equações preditivas para massa livre de gordura baseada na BIA, validadas contra o modelo de quatro componentes, em estudo realizado com 823 indivíduos de duas coortes com idade de 70 e 75 anos, de ambos os sexos. Tanto massa livre de gordura, quanto gordura corporal foram menores no grupo de 75 anos, para ambos os sexos e as diferenças foram maiores para gordura, resultando num percentual de gordura corporal de 31% (75 anos) e 33% (70 anos). A

massa livre de gordura estimada correlacionou-se bem com massa livre de gordura, obtida pelo modelo de quatro componentes ( $r = 0,90$ ;  $EPE = 2,64\text{kg}$ ) (Tabela 1). Os autores estabeleceram referências de valores médios e percentis de massa livre de gordura (kg), gordura corporal (kg) e percentual de gordura corporal recomendados para a população idosa estudada.

Sun et al. (2003) desenvolveram equações de predição para água corporal total e massa livre de gordura em uma amostra de indivíduos brancos (1474) e negros (355) com composição corporal normal, através de medidas antropométricas e BIA, utilizando modelo de multicomponentes, baseado na pesagem hidrostática, diluição de isótopos e DEXA, para comparação. A amostra das equações finais incluiu 712 homens e 1089 mulheres para água corporal total e 669 homens e 944 mulheres para massa livre de gordura, todos com idade entre 12 a 94 anos. Essas equações mostraram excelente precisão tendo seu uso recomendado em estudos epidemiológicos para descrever níveis de composição corporal normal, entretanto não são recomendadas para indivíduos obesos e doentes. Segundo os autores, as equações desenvolvidas apresentam algumas vantagens em relação às publicadas anteriormente, tais como: utilizam modelo de multicomponentes, foram desenvolvidas em uma amostra com ampla escala de idade, incluindo duas raças e ambos os sexos e utilizaram procedimentos estatísticos confiáveis como a análise de regressão (Tabela 1).

Com o objetivo de desenvolver equações generalizadas para estimar o percentual de gordura corporal, Durnin e Womersley (1974) avaliaram 209 homens e 272 mulheres com idade entre 16 e 72 anos. Foram aferidas quatro dobras cutâneas (bicipital, tricípital, subescapular e suprailíaca) e determinada a densidade corporal total pela pesagem hidrostática. As equações de regressão foram desenvolvidas em diferentes grupos de idade e em ambos os sexos para estimar a densidade corporal e a partir desta o percentual de gordura corporal, usando uma dobra e todas as possíveis combinações de duas ou mais, obtendo um Erro Padrão de Estimativa que variou de 0,0059 a 0,0141 do menor para o maior grupo de idade, respectivamente. A equação que melhor estimou a densidade corporal foi a que utilizou o somatório de quatro dobras cutâneas (Tabela 2). Os autores utilizaram a equação de Siri (1961) para estimar o percentual de gordura corporal e verificaram que não houve diferença entre esta equação e a de Brozek et al. (1963).

Diferentemente, Lean, Han e Deurenberg (1996) mostraram que as equações de Durnin e Womersley (1974), que utilizam dobras cutâneas, tiveram boa predição do percentual de gordura corporal apenas em indivíduos jovens ( $< 60$  anos), subestimando naqueles com 60 a 83 anos de idade (acima de 15% do peso corporal) e em mulheres obesas.

Tran e Weltman (1989) desenvolveram equação de regressão generalizada para prever a densidade corporal de mulheres, utilizando como método de referência a pesagem hidrostática. Foram avaliadas 482 mulheres e divididas randomicamente dentro do grupo de validação (400) e validação cruzada (20% da amostra – 82), com idade entre

15 e 79 anos. A equação desenvolvida mostrou boa predição da densidade corporal tanto na amostra de validação ( $R^2 = 0,89$  e  $EPE = 0,0095g.cc^{-1}$  correspondendo a 4,15% da gordura corporal) como na de validação cruzada ( $EPE = 0,0082g.cc^{-1}$  ou 3,6% da gordura corporal). Os autores concluíram que o uso de três medidas de circunferências (abdominal, quadril e ilíaca), peso corporal, estatura e idade resultam em equação generalizada com acurácia comparável às desenvolvidas anteriormente e que utilizam dobras cutâneas. Essas equações são uma alternativa viável, já que as medidas de circunferências apresentam menos erros de aferição do que as dobras (Tabela 2).

**Tabela 2 - Equações para estimar o percentual de gordura corporal (%GC) em idosos**

Gênero	FE	Equação	R <sup>2</sup>	EPE	MR
Homens <sup>1</sup>	16-72	$DC = 1,1715 - 0,0779 (\log \sum 4 PC_{[mm]})^*$	-0,9	0,0092	PH
Mulheres <sup>1</sup>	16-72	$DC = 1,1339 - 0,0645 (\log \sum 4 PC_{[mm]})^*$	-9	0,0082	PH
Homens <sup>2</sup>		$DC = -0,0525 (\log \sum 4 PC_{[mm]}) + 1,1193^*$	0,55	8,2	...
Mulheres <sup>2</sup>		$DC = -0,0253 (\log \sum 4 PC_{[mm]}) + 1,0494^*$	0,37	8,2	...
Mulheres <sup>3</sup>	15-79	$DC = 1,168297 - [0,002824 \times CAB_{[cm]}] + 0,0000122098 \times (CAB_{[cm]})^2 - [0,000733128 \times CQ_{[cm]}] + [0,000510477 \times AL_{[cm]}] - [0,000216161 \times Idade_{[anos]}]^{**}$	0,78	4,2	PH
Homens Mulheres <sup>4</sup>	7-83	$\%GC = (1,2 \times IMC_{[kg/m^2]}) + (0,23 \times idade_{[anos]}) - (10,8 \times sexo) - 5,4$	0,79	4,1	PH
Homens <sup>5</sup>	17-65	$\%GC = (0,567 \times CC_{[cm]}) + (0,101 \times idade_{[anos]}) - 31,8$	77,8	4,1	PH
Mulheres <sup>5</sup>	18-64	$\%GC = (0,439 \times CC_{[cm]}) + (0,221 \times idade_{[anos]}) - 9,4$	70,4	4,7	PH
Homens Mulheres <sup>6</sup>	≥ 60	$\%GC = (0,2034 \times CC_{[cm]}) + (0,2288 \times CQ_{[cm]}) + (3,6827 \times PCT_{[mm]}) - (10,9814 \times sexo) - 14,3341$	0,79	3,94	DEXA
Mulheres <sup>7</sup>	18-75	$\%GC = -13,761 + (0,126 \times idade_{[anos]}) + 1,653 \times (IMC_{[kg/m^2]})$	0,82	4,72	DEXA

1) DURNIN e WOMERSLEY (1974); 2) DEURENBERG et al. (1989); 3) TRAN e WELTMAN (1989); 4) DEURENBERG et al. (1991); 5) LEAN et al. (1996); 6) BAUMGARTNER et al. (1998); 7) MOVSESYAM et al. (2003).

**Onde:** FE: Faixa Etária (anos); R<sup>2</sup>: Coeficiente de correlação múltipla; EPE: Erro Padrão de Estimativa (%GC); MR: Método de Referência; PH: Pesagem Hidrostática;  $\sum 4 PC$ : Somatório de quatro pregas cutâneas: tricipital, bicipital, subescapular e supraílica; IMC: Índice de Massa corporal; CC: Circunferência da Cintura; CQ: Circunferência do Quadril; AL: Estatura; PCT: Prega Cutânea Tricipital; Sexo = 0 para mulheres e 1 para homens; CAB: Circunferência Abdominal média =  $[(CAB_1 + CAB_2)/2]$ , sendo CAB<sub>1</sub>(cm), medida no ponto médio anteriormente entre o processo xifóide do esterno e a cicatriz umbilical e lateralmente entre a extremidade inferior da costela e a crista ilíaca; e CAB<sub>2</sub>(cm) medida no nível da cicatriz umbilical.

\*  $\%GC = [(4,95/DC) - 4,50] \times 100$  (SIRI, 1961).

\*\*  $\%GC = [(5,01/DC) - 4,57] \times 100$ .

Segundo Deurenberg, Weststrate e Seidell (1991), avaliar o percentual de gordura corporal em estudos epidemiológicos, a partir de um índice peso/altura é o método mais

simples, porque requer um mínimo de equipamentos e os erros de medida devido às variações intra e interobservadores são pequenos. Dos índices existentes os autores propuseram o uso do IMC, como sendo o mais apropriado em função da sua alta correlação com o percentual de gordura corporal e baixa com estatura.

Deurenberg, Weststrate e Seidell (1991), com o objetivo de verificar a relação entre o percentual de gordura corporal determinada pela pesagem hidrostática e IMC, avaliaram a composição corporal de 1229 indivíduos, 521 homens e 708 mulheres, com IMC variando de 13,9 a 40,9kg/m<sup>2</sup> e idade de 7 a 83 anos. As fórmulas desenvolvidas foram para  $\leq 16$  anos e  $\geq 16$  anos, considerando sexo e idade. A correlação entre IMC e percentual de gordura corporal foi de 0,75 e 0,76 para homens e mulheres, respectivamente ( $p < 0,001$ ). O percentual de gordura corporal estimado não diferiu significativamente da observada em todos os grupos de idade. A validação cruzada interna e externa mostrou que as fórmulas de predição estimaram de forma adequada a gordura corporal em homens e mulheres de todas as idades, exceto em indivíduos obesos onde a fórmula superestimou minimamente o percentual de gordura corporal. O erro de predição das equações variou de 3 a 5%, comparáveis aos obtidos com outros métodos de estimativa do percentual de gordura corporal (Tabela 2).

Em seu estudo, Lean, Han e Deurenberg (1996) desenvolveram equações de regressão a partir da combinação de medidas antropométricas simples (circunferências, pregas cutâneas, peso e estatura), idade e sexo a fim de obter a melhor equação para prever densidade corporal pela pesagem hidrostática. As equações foram derivadas de uma amostra representativa de indivíduos adultos, brancos e saudáveis da população de United Kingdom, compreendendo 63 homens de 17 a 65 anos e 84 mulheres de 18 a 64 anos de idade. Verificaram que, para um dado valor de circunferência da cintura, as mulheres tinham menor densidade corporal do que os homens, o que reflete a maior deposição de gordura central no sexo masculino. A densidade corporal correlacionou-se forte, mas inversamente com a circunferência da cintura em ambos os sexos ( $r = -0,878$  em homens e  $-0,790$  em mulheres). A melhor predição foi com circunferência da cintura e dobra cutânea tricipital, que explicou 86,6% da variação no percentual de gordura corporal em homens e 79,0% em mulheres, mas quando validada em uma amostra separada, com indivíduos de 18 a 83 anos, mostrou menor desempenho, com erro nos extremos de gordura corporal e idade. Dessa forma, a equação de predição com menor erro foi circunferência da cintura ajustada pela idade, sendo mais conveniente e aplicável para idosos, pois inclui a distribuição de gordura corporal alterada com o envelhecimento, sem a sistemática subestimação da gordura corporal mostrada pelo método de quatro dobras cutâneas (Tabela 2).

Segundo Kwok, Woo e Lau (2001), o IMC tende a subestimar o percentual de gordura corporal em indivíduos com sobrepeso devido à perda da massa magra com o envelhecimento e a falta de exercício físico, aumentando dessa forma, a proporção relativa de gordura embora sem o aumento de peso. A espessura de dobras cutâneas também subestima o percentual de gordura corporal em idosos devido à distribuição central de

gordura associada ao envelhecimento logo, esta medida e as equações dela derivadas podem não predizer com acurácia a gordura corporal total. Sendo assim, a inclusão da relação cintura/quadril ou circunferência da cintura pode melhorar a confiabilidade da equação preditiva utilizada em idosos.

Diferentemente, o estudo de Chumlea et al. (1992) mostrou que no idoso, apesar da redistribuição da gordura interna, as dobras tricípital e subescapular correlacionaram-se, significativamente, com a quantidade total de gordura subcutânea do corpo. Bowman e Rosenberg (1982) acrescentam ainda que estas medidas são menos afetadas pelo estado de hidratação do que o peso, além de serem relativamente independentes da estatura.

Baumgartner et al. (1998), com o objetivo de estimar a prevalência de sarcopenia e seu risco associado na população idosa, desenvolveram equações para predizer massa muscular e percentual de gordura corporal, usando dados de uma sub-amostra randomizada de 149 indivíduos brancos hispânicos e não-hispânicos do Novo México, usando o DEXA como método de referência. Os autores verificaram que o percentual de gordura corporal estimado pela equação, utilizando circunferência da cintura, circunferência do quadril e dobra cutânea tricípital foi altamente correlacionada com a estimada pelo DEXA nos dois grupos de validação cruzada ( $r = 0,79-0,82$ ), com EPE de  $\pm 4\%$  (Tabela 2). O percentual de gordura corporal foi significativamente ( $p < 0,001$ ) maior em homens (28,0%) e mulheres (39,7%) hispânicos.

Davison et al. (2002), ao avaliar a composição corporal de idosos com 70 anos ou mais de idade, estimaram o percentual de gordura corporal usando a equação proposta por Baumgartner et al. (1998) e, verificaram que o IMC teve alta correlação com o percentual de gordura corporal ( $r \approx 0,90$ ) em ambos os sexos, confirmando a validade da equação.

Deurenberg et al. (2000), em estudo comparativo, testaram a validade de alguns métodos preditivos do percentual de gordura corporal baseados em medidas antropométricas simples e bioimpedância elétrica em indivíduos chineses de dois grupos étnicos diferentes, com idade variando de 18 a 68 anos. Concluíram que, dos métodos preditivos, apenas a metodologia de dobras cutâneas de Durnin e Womersley (1974) forneceu estimativas válidas do percentual de gordura corporal nos grupos estudados. Segundo os autores, a equação de Lean, Han e Deurenberg (1996), baseada na circunferência da cintura foi válida apenas para mulheres, enquanto a equação de Deurenberg, Weststrate e Seidell (1991), que usa o IMC e a bioimpedância elétrica, necessita de novas fórmulas específicas para a população. Houve uma associação negativa entre todas as equações testadas com a idade, mostrando que o aumento no percentual de gordura corporal durante o envelhecimento é menor em chineses do que em caucasianos, o que poderia justificar a melhor precisão obtida pelas dobras cutâneas.

No Brasil, Cervi (2005) realizou um estudo de validação relativa de equações preditivas do percentual de gordura corporal em 186 idosos, de ambos os sexos, residentes em Viçosa, MG. Verificou que as equações com melhor desempenho foram a de Lean, Han e

Deurenberg (1996), para homens, que utiliza a circunferência da cintura como variável preditora ( $r = 0,436$ ;  $p < 0,001$ ;  $df = -0,927\%$ ,  $p = 0,237$ ) e a de Baumgartner et al. (1998), para mulheres, que utiliza a circunferência da cintura e do quadril e a dobra cutânea tricúspita, como variáveis preditoras ( $r = 0,605$ ;  $p < 0,001$ ;  $df = -1,949\%$ ,  $p = 0,016$ ).

Mazariegos et al. (1996) compararam o percentual de gordura corporal estimado por diferentes equações, aplicadas em uma amostra de 234 idosos com 65 a 103 anos de idade, na Guatemala. O percentual de gordura corporal foi derivado de quatro fórmulas baseadas na BIA e de três baseadas na antropometria. Os autores verificaram que o percentual de gordura corporal variou de 22 a 50% entre as diferentes equações preditivas, sendo maior nas mulheres, independente da equação utilizada. Houve correlação altamente significativa entre os métodos, variando de 0,11 a 1,0. Equações de BIA versus as antropométricas tiveram os valores de correlação mais baixos, enquanto os valores mais altos foram observados entre as fórmulas de predição de BIA versus ela mesma.

Kwok, Woo e Lau (2001), com o objetivo de desenvolver equações de regressão para o percentual de gordura corporal, a partir de medidas antropométricas simples, estudaram 352 mulheres e 261 homens chineses com 69 a 82 anos de idade, usando a DEXA como método de referência. Concluíram que a combinação de IMC e dobras cutâneas da extremidade superior (tríceps e bíceps) forneceram melhor estimativa do percentual de gordura corporal (EPE foi de 4,1% do peso) do que apenas as dobras cutâneas, exceto em obesos onde houve tendência à subestimação. Sugeriram que equações, usando dobras cutâneas e circunferência muscular do braço, podem ser utilizadas em pessoas idosas, imóveis ou com cifose.

Movsesyan et al. (2003) avaliaram 404 mulheres saudáveis de 18 a 75 anos de idade, usando a DEXA como método de referência, e a partir de um modelo de regressão múltipla, desenvolveram equações preditivas para o percentual de gordura corporal na população com  $R = 0,826$  ( $p < 0,0001$ , EPE = 4,72) (Tabela 2). Os autores verificaram maior valor de percentual de gordura corporal com aumento da idade, mesmo dentro da escala de variação normal de IMC, argumentando a necessidade de pontos de corte específicos para a idade na definição de baixo peso, eutrofia, excesso de peso, bem como obesidade.

Em relação ao percentual recomendado de gordura corporal, ainda não se tem uma definição clara para idosos. Em função das alterações corporais, em especial a redistribuição de gordura que ocorre com o envelhecimento, provavelmente os valores recomendados para adultos não são adequados quando utilizados em idosos. Segundo Bjorntorp e Evans (1992), o percentual de gordura corporal de homens entre 60 a 65 anos de idade é de 38%, enquanto das mulheres entre 55 a 59 anos é de 43%. Para ambos os sexos esses valores mantêm-se a partir dessas faixas etárias, sugerindo possíveis pontos de corte para o percentual de gordura corporal de idosos. Dessa forma, entender as mudanças corporais com o envelhecimento, especialmente no indivíduo muito idoso, a habilidade em medi-las e

comparar com dados de referência apropriados são importantes para a saúde e suporte nutricional e para o desenvolvimento de políticas de saúde e social para o idoso (CHUMLEA et al., 1993).

## LIMITAÇÕES NO USO DAS EQUAÇÕES PREDITIVAS DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE IDOSOS

Apesar de ser um método simples e de custo acessível, existem algumas limitações no uso das equações de estimativa da composição corporal de idosos. Uma delas refere-se ao fato de que a maioria das fórmulas existentes foi desenvolvida para população caucasiana e jovem, sendo assim, sua aplicabilidade precisa ser conhecida nos diferentes grupos étnicos e faixas etárias antes de ser utilizada. Mesmo as equações desenvolvidas especificamente para idosos precisam ter sua validade confirmada antes de ser aplicada em outra população que não a de origem (BAUMGARTNER et al., 1991; DEURENBERG; KOOIJ; EVERS, 1990; DEY et al., 2003). Outro aspecto diz respeito às variáveis utilizadas para prever a composição corporal. Nem todas as equações desenvolvidas levam em consideração as mudanças que ocorrem durante o envelhecimento o que pode enviesar o resultado final.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As equações preditivas são úteis na avaliação do estado nutricional e composição corporal de idosos, além disso, possuem menor custo e são fáceis de aplicar em grandes grupos populacionais. Entretanto, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que avaliem a aplicabilidade e precisão das fórmulas existentes na população idosa brasileira para, assim, determinar qual a equação que melhor estima a composição corporal desse grupo populacional.

## REFERÊNCIAS/REFERENCES

ALLISON, D. B.; ZHU, S. K.; PLANKEY, M.; FAITH, M. S.; HEO, M. Differential associations of body mass index and adiposity with all-cause mortality among men in the first and second National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES I and NHANES II) follow-up studies. *Int. J. Obesity*, v. 26, n. 3, p. 410-416, 2002.

BAUMGARTNER, R. N.; HEYMSFIELD, S. B.; LICHTMAN, S.; WANG, J.; PIERSON, R. N. Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equation. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 53, n. 6, p. 1345-1353, 1991.

BAUMGARTNER, R. N.; KOEHLER, K. M.; GALLAGHER, D.; ROMERO, L.; HEYMSFIELD, S. B.; ROSS, R. R.; GARRY, P. J.; LINDEMAN, R. D. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 147, n. 8, p. 755-763, 1998.

BJORNTORP, P.; EVANS, W. The effect of exercise on body composition. In: WALTJKINS, J.; ROUBENOFF, R.; ROSEMBERG, I. H. *Body composition the measure and meaning of changes with aging*. Boston: Foundation for Nutritional Advancement, 1992.

- BOWMAN, B. B.; ROSENBERG, I. H. Assessment of the nutritional status of the elderly. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 35, n. 5, p. 1142-115, 1982. Supplement.
- BROZEK, J.; GRANDE, F.; ANDERSON, J. T.; KEYS, A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, v. 110, p. 113-140, 1963.
- CERVI, A. *Validação de equações para estimativa da estatura, composição corporal e risco de morbidades em idosos*. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- CHUMLEA, W. C.; BAUMGARTNER, R. N. Status of anthropometry and body composition data in elderly subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 50, n. 5, p. 1158-1166, 1989. Supplement.
- CHUMLEA, W. C.; BAUMGARTNER, R. N.; GARRY, P. J.; RHYNE, R. L.; NICHOLSON, C.; WAYNE, S. Fat distribution and blood lipids in a sample of healthy elderly. *In. J. Obesity*, v. 16, n. 2, p. 125-133, 1992.
- CHUMLEA, W. C.; GARRY, P. J.; HUNT, W. C.; RHYNE, R. L. Distributions of serial changes in stature and weight in a healthy elderly population. *Hum. Biol.*, v. 60, n. 6, p. 917-925, 1988.
- CHUMLEA, W. C.; GUO, S. S.; KUCZMARSKI, R. J.; VELLAS, B. Bioelectric and anthropometric assessments and reference data in the elderly. *J. Nutr.*, v. 123, n. 2, p. 449-453, 1993. Supplement.
- CHUMLEA, W. C.; RHYNE, R. L.; GARRY, P. J.; HUNT, W. C. Changes in anthropometrics indices of body composition with age in a healthy elderly population. *Am. J. Human. Biology*, v. 1, p. 457-462, 1989.
- CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F.; ROGERS, E. Replicability for anthropometry in the elderly. *Hum. Biol.*, v. 56, n. 2, p. 329-337, 1984.
- COHN, S. R.; ELLIS, K. J.; VARTSKY, D.; SAWITSKY, A.; GARTENHAUS, W.; YASUMURA, S.; VASWANI, A. N. Comparison of methods of estimating body fat in normal subjects and cancer patients. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 34, n. 12, p. 2839-2847, 1981.
- COSTA, O. L.; SANTOS, D. M.; NÉSPOLI, C. A.; CENTODUCATTE, F.; SOUZA, E. F.; LIMA, E. G.; FAINTUCH, J. Padrões de normalidade para medidas antropométricas - estudo sistemático em uma população adulta brasileira. *Rev. Hosp. Clin. Fac. Méd. S. Paulo*, v. 42, n. 2, p. 49-54, 1987.
- DAVISON, K. K.; FORD, E. S.; COGSWELL, M. E.; DIETZ, W. H. Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility limitations in people aged 70 and older from NHANES III. *J. Am. Geriatric Soc.*, v. 50, n. 11, p. 1802-1809, 2002.
- DEURENBERG, P.; DEURENBERG-YAP, M.; WANG, J.; LIN, F. P.; SCHMIDT, G. Prediction of percentage body fat from anthropometry and bioelectrical impedance in Singaporean and Beijing. *Asia Pacific. J. Clin. Nutr.*, v. 9, n. 2, p. 93-98, 2000.
- DEURENBERG, P.; DEURENBERG-YAP, M.; WANG, J.; LIN, F. P.; SCHMIDT, G. The impact of body build on the relationship between body mass index and body fat percent. *In. J. Obesity*, v. 23, n. 5, p. 537-542, 1999.
- DEURENBERG, P.; KOOIJ, K.; EVERS, P.; HULSHOF, T. Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged > 60 y. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 51, n. 1, p. 3-6, 1990.
- DEURENBERG, P.; WESTSTRATE, J. A.; SEIDELL, J. Body mass index as a measure of body fatness, age- and sex-specific prediction formulas. *Br. J. Nutr.*, v. 65, n. 2, p. 105-114, 1991.
- DEY, D. K.; BOSAEUS, I.; LISSNER, L.; STEEN, B. Body composition estimated by bioelectrical impedance in the Swedish elderly. Development of population-based prediction equation and reference values of fat-free mass and body fat for 70- and 75- y olds. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v. 57, n. 8, p. 909-916, 2003.
- DUARTE, A. C.; CASTELLANI, F. R. *Semiologia nutricional*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2002.
- DURNIN, J. V. G. A.; WOMERSLEY, J. Body fat assessed from total body density and estimations from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br. J. Nutr.*, v. 32, n. 1, p. 77-97, 1974.

- FORBES, G. B. Composição corporal: influência da nutrição, atividade física, crescimento e envelhecimento. In: SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M.; ROSS, A. C. *Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença*. 9. ed. São Paulo: Manole, 2003. v. 1, p. 845-866.
- GIBSON, R. S. *Principles of nutritional assessment*. New York: Oxford University Press, 1990. 691 p.
- GUEDES, D. P. *Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações*. 2. ed. Londrina: APEF, 1994. 124 p.
- HEYMSFIELD, S. B.; WANG, J.; LICHTMAN, S.; KAMEN, Y.; KEHAYIAS, J.; PIERSON, R. N. Body composition in elderly subjects: a critical appraisal of clinical methodology. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 50, n. 5, p. 1167-1175, 1989. Supplement.
- HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo: Manole, 2000. 243 p.
- KUCZMARSKI, R. J. Need for body composition in the elderly subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 50, n. 5, p. 1150-1157, 1989. Supplement.
- KWOK, T.; WOO, J.; LAU, E. Prediction of body fat by anthropometry in older Chinese people. *Obes. Res.*, v. 9, n. 2, p. 97-101, 2001.
- LEAN, M. E. J.; HAN, T. S.; DEURENBERG, P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 63, n. 1, p. 4-14, 1996.
- MAZARIEGOS, M.; VALDEZ, C.; KRAAIJ, S.; SETTEN, C.; LUIRINK, C.; BREUER, K.; HASKEEL, M.; MENDOZA, I.; SOLOMONS, N. W.; DEURENBERG, P. A comparison of body fat estimates using anthropometry and bioelectrical impedance analysis with distinct prediction equations in elderly persons in the Republic of Guatemala. *Nutrition*, v. 12, n. 3, p. 168-175, 1996.
- MOVSESYAN, L.; TANKÓ, L. B.; LARSEN, P. J.; CHRISTIANSEN, C.; SVENDSEN, O. L. Variations in percentage of body fat within different BMI groups in young, middle-aged and old women. *Clin. Physiol. & Func. Im.*, v. 23, n. 3, p. 130-133, 2003.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *El estado físico: uso e interpretación de la antropometría*. Ginebra: OMS, 1995. 452 p. (Serie de informes técnicos, 854).
- SCHOELLER, D. A. Changes in total body water with age. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 50, n. 5, p. 1176-1181, 1989. Supplement.
- SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHEL, A. *Techniques for measuring body composition*. Washington, DC: National Academy of Science, 1961. p. 223-244.
- STEEN, B. M. D. Body composition and aging. *Nutr. Rev.*, v. 46, n. 2, p. 45-51, 1988.
- SUN, S. S.; CHUMLEA, W. C.; HEYMSFIELD, S. B.; LUKASKI, H. C.; SCHOELLER, D.; FRIEDL, K.; KUCZMARSKI, R. J.; FLEGAL, K. M.; JOHNSON, C. L.; HUBBARD, V. S. 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.*, v. 77, n. 2, p. 331-340, 2003.
- TRAN, Z. V.; WELTMAN, A. Generalized equation for predicting body density of women from girth measurements. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 21, n. 1, p. 101-104, 1989.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Report of a WHO Consultation. Geneva: World Health Organization, 1998 (Technical report series, n. 894).

Recebido para publicação em 23/06/05.  
Aprovado em 07/07/06.