

**Artigo original**Cassiano Ricardo Rech<sup>1</sup>  
Daniela Lopes dos Santos<sup>2</sup>  
João Carlos Nunes da Silva<sup>3</sup>**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS  
PARA PREDIÇÃO DA GORDURA CORPORAL EM MULHERES  
ENTRE 50 E 75 ANOS DE IDADE**DEVELOPMENT AND VALIDATION OF ANTHROPOMETRIC EQUATIONS FOR  
PREDICTION OF THE BODY FAT IN WOMEN AGED 50 TO 75 YEARS**RESUMO**

Este estudo teve como objetivo desenvolver e validar equações antropométricas específicas para predição da gordura corporal em mulheres entre 50 e 75 anos de idade, por meio da absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). Para tanto, avaliou-se 75 mulheres que foram divididas em dois grupos: um de regressão (GR) (n=60), utilizado para desenvolver as equações, e um grupo de validação (GV) (n=15) para análise da validação cruzada das mesmas. Foram mensuradas 10 dobras cutâneas, 8 perímetros corporais, massa corporal (MC), estatura (EST) e a gordura corporal relativa (%G), mensurada através da DEXA. Para o desenvolvimento das equações utilizou-se a análise de regressão Stepwise e para a validação a análise do coeficiente de correlação linear de Pearson (r), teste "t" de student para comparação entre médias, cálculo do erro constante, erro padrão de estimativa (EPE) e erro total. A amostra apresentou para o GR uma média de idade de 62,9±7,6 anos, EST 155±0,05 cm, MC 70±10,8 kg e %G<sub>DEXA</sub> 38,4±5,6. O GV apresentou médias de idade de 59,3±4,9 anos, EST 158±0,06 cm, MC 71,8±12,5 kg e %G<sub>DEXA</sub> 36,9±8,1. A partir da análise de regressão foram desenvolvidas sete equações, com um coeficiente de correlação múltiplo entre 0,80 e 0,88 e um EPE entre 2,88% e 3,58%. Após a análise dos critérios de validação adotados, foram validadas três equações a partir de medidas antropométricas e idade, apresentando um coeficiente de correlação entre 0,86 e 0,90 e um EPE entre 3,4% e 3,8%. Assim, tem-se que as equações antropométricas propostas e desenvolvidas a partir da DEXA, são válidas para predizer a gordura corporal de mulheres entre 50 e 75 anos de idade.

**Palavras-chave:** composição corporal, equações antropométricas, gordura corporal, mulher.

**ABSTRACT**

This study had as objective the development and validation of specific anthropometric equations for predicting body fat among women between 50 and 75 years of age, using as criterion the dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA). Seventy five women participated in the study and were grouped into two sub-samples: one for developing equations (GR, n=60), and the other for cross validation group (GV, n=15). Measurements of 10 skinfolds, 8 circumferences, body mass (MC), stature (EST) and body fat by DEXA (%G<sub>DEXA</sub>) were performed. Stepwise regression analyses were used for developing the equations. Cross-validation was analyzed through Pearson's coefficient correlation (r), student-t test for comparison of means, calculation of constant error, standard error of the estimate (EPE) and total error. The sample presented for GR a mean age of 62.9±7.6 years, EST 155±0.05 cm, MC 70±10.8 kg and %G<sub>DEXA</sub> 38.4±5.6%. GV presented means of 59.3±4.9 years, EST 158±0.06 cm, MC 71.8±12.5 kg and %G<sub>DEXA</sub> 36.9±8.1%. Seven equations were developed, with a multiple correlation coefficient varying from 0.80 to 0.88 and an EPE from 2.88% to 3.58%. After analyzing adopted criteria, three equations using anthropometric variables and age were validated, presenting a correlation coefficient ranging from 0.86 to 0.90 and an EPE from 3.4% to 3.8%. Therefore, the proposed equations using anthropometry and developed from DEXA criterion are valid to predict body fat among 50 to 75 year-old women.

**Key words:** body composition, anthropometric equations, body fat, women

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano. UFSM. Bolsista CAPES

<sup>2</sup> Centro de Educação Física e Desportos. UFSM

<sup>3</sup> Centro de Ciências da Saúde. UFSM

## INTRODUÇÃO

A avaliação da composição corporal é um componente de grande importância na área de saúde, sendo definida como a quantificação dos componentes estruturais, forma e proporção do ser humano<sup>1</sup>.

Através da avaliação da composição corporal pode-se, além de determinar os componentes do corpo humano de forma quantitativa, utilizar os dados desta análise para detectar o grau de desenvolvimento e crescimento de crianças, jovens, adultos e idosos<sup>2</sup>, assim como, relacionar seus componentes à incidência de morbidade e mortalidade<sup>3</sup>.

Existem diversos métodos de avaliação da composição corporal, dentre eles os que são considerados métodos diretos (dissecação de cadáveres), métodos indiretos (hidrodensitometria, raios-X, densitometria óssea, ressonância magnética) e os métodos duplamente indiretos (medidas antropométricas e impedância bioelétrica)<sup>2,4</sup>.

As medidas indiretas são, na maioria dos casos, aceitas como padrão de referência para a mensuração da composição corporal. No entanto, a hidrodensitometria (pesagem hidrostática), em algumas experiências práticas de laboratório tem apresentado algumas limitações em grupos de idosos, devido a alguns fatores: 1) não leva em consideração a densidade mineral óssea; 2) estabelece a relação de massa magra e massa gorda, como constantes; 3) os idosos têm dificuldade em realizar com acuracidade o procedimento do peso submerso, por não conseguirem fazer uma expiração máxima sob a água<sup>4</sup>. Assim, a hidrodensitometria, que seria um método alternativo de custo acessível para avaliação da gordura corporal não se apresenta como um método de fácil aplicação neste grupo da população<sup>4</sup>.

Outro procedimento que tem sido sugerido como alternativa na avaliação da gordura corporal desta faixa etária é a análise através da absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA)<sup>4,5,6,7,8,9</sup>. Este método não requer por parte do avaliado, nenhum esforço e seus níveis de confiabilidade são aceitos como padrão para avaliação da gordura corporal, bem como no desenvolvimento e validação de outros procedimentos de avaliação da gordura corporal<sup>4,5,10</sup>.

A utilização da DEXA como recurso na análise da composição corporal, baseia-se no pressuposto de que o raio de absorção de radiações de cada tecido orgânico depende do comprimento de onda utilizada e do número dos elementos interpostos<sup>10</sup>. A medida da DEXA informa o conteúdo mineral ósseo e seu resultado permite estabelecer estimativas quanto aos componentes de gordura e de massa livre de gordura dos tecidos não-ósseos e demais tecidos<sup>11</sup>. Estabelece, ainda, a quantidade de radiação absorvida pelo corpo ou segmento desejado, calculando a diferença entre a radiação emitida pela fonte e o que é sensibilizado pelo detector de fótons. A isto se

denomina "Absorciometria", que tecnicamente representa a mensuração de uma das formas de interação dos fótons com a matéria "a absorção"<sup>11</sup>. São empregados feixes de fóton de energia (30 a 140 KeV), que variam, dependendo do equipamento empregado<sup>10</sup>.

Os trabalhos de Kohrt<sup>5</sup>; Visser et al.<sup>6</sup>; Svendsen et al.<sup>12</sup>; Wang et al.<sup>13</sup>; Hansen et al.<sup>14</sup>; Albanese et al.<sup>15</sup>, têm utilizado o método da DEXA para a avaliação da composição corporal nos mais diversos grupos etários, assegurando em seus trabalhos esta metodologia como possível substituta do método da hidrodensitometria no desenvolvimento e na validação de métodos duplamente indiretos de avaliação da composição corporal.

A preocupação em desenvolver, no Brasil, um método antropométrico válido para estimar a gordura corporal de indivíduos com mais idade é relevante, pois o país passa por um processo de envelhecimento da população. Os dados da *World Health Organization* (WHO)<sup>16</sup> relatam que a população de idosos em 1996 era de 7,8 milhões, sendo que no intervalo de 1950 a 2020, estima-se que haverá um aumento de 16 vezes no número de pessoas acima de 60 anos de idade na população brasileira. Assim, há necessidade de instrumentos para avaliar esses indivíduos nos mais variados aspectos<sup>17</sup>.

Deste modo, a utilização das medidas antropométricas apresenta como principais pontos positivos o baixo custo, a simplicidade de utilização dos equipamentos, de fácil manuseio e pouca complexibilidade, que são de grande importância para os estudos de campo.

No exterior, várias equações, incluindo idosos, foram desenvolvidas para as mais diversas populações<sup>18,19,20,21</sup>. Entretanto, quando utilizadas em outras populações tendem a causar erros na avaliação da composição corporal<sup>22</sup>.

No Brasil, são escassas as equações para a população nacional, principalmente para grupos específicos como crianças, obesos, idosos e negros, que possuem distribuições de gordura corporal diferenciada do restante da população<sup>23</sup>.

Com isso, este estudo tem como objetivo desenvolver e validar equações antropométricas específicas para predição da gordura corporal, a partir das medidas de perímetros corporais e espessura de dobras cutâneas, em mulheres com idade entre 50 e 75 anos, da região central do estado do Rio Grande do Sul, utilizando como método padrão de referência a absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa do tipo descritivo correlacional<sup>24</sup>. A amostra foi constituída por 75 mulheres com idade entre 50 e 75 anos, sendo dividida em dois grupos: um chamado

de Grupo de Regressão (GR), composto por 60 mulheres, com o objetivo de desenvolver as equações; e outro chamado de Grupo de Validação (GV), composto por 15 mulheres, com a finalidade de validar as equações desenvolvidas.

A seleção da amostra seguiu o modelo não probabilístico, realizada de forma acidental. Todas as mulheres participaram voluntariamente e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, obedecendo às normas para realização de pesquisa em seres humanos, resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

### Medidas Antropométricas

Foram mensuradas as variáveis de massa corporal e estatura, seguindo os procedimentos de Álvares e Pavan<sup>25</sup>, utilizando uma balança Filizola, com resolução de 100 gramas. A medida da espessura de dobras cutâneas tricipital (TR), bicipital (BI), subescapular (SE), axilar média (AX), supra-ílica (SI), abdominal vertical (ABv), abdominal horizontal (ABh), peitoral (PT), coxa média (CX) e panturrilha (PN), seguiram os procedimentos de Benedetti, et al.<sup>26</sup>, utilizando um adipômetro CESCORF científico, fabricado em Porto Alegre, RS, Brasil.

Os perímetros corporais do antebraço (PANT), braço relaxado (PBR), tórax (PTX) cintura (PC), abdômen (PABD), quadril (PQ), coxa média (PCX) e perna (PP), foram mensurados seguindo os procedimentos de Martins e Lopes<sup>27</sup>, utilizando uma fita métrica, com resolução de 0,1 cm.

Todas as medidas foram realizadas no hemisfério direito dos avaliados, por um único avaliador, durante o período da manhã. Foram realizadas três medidas em sistema rotacional e adotou-se a média aritmética como valor final.

### Medida da Absortometria Radiológica de Dupla Energia

A medida do percentual de gordura via DEXA foi obtida por meio de um aparelho HOLOGIC QDR 4500 Fan Beam X-Ray Bone Densitometer (Waltham, MA 02154 – USA)<sup>28</sup>, no Instituto de Densitometria Óssea de Santa Maria – RS (OSTEOLAB). Este aparelho foi calibrado e submetido a um controle diário, conforme especificações do fabricante. O exame foi realizado por uma mesma técnica em radiologia. Utilizou-se as recomendações e padronizações do fabricante, sendo que os avaliados deveriam estar usando apenas um avental e não puderam utilizar nenhum tipo de metal (anel, brinco, prótese) durante a avaliação.

### Tratamento Estatístico

Para o tratamento estatístico, foram realizados procedimentos de regressão múltipla, seleção Stepwise com opção forward, sendo utilizado para a análise das equações os procedimentos ou critérios:

coeficiente de correlação múltiplo (R), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), erro padrão de estimativa (EPE) e a significância das equações determinadas através da análise de variância.

Onde:

$$EC = \frac{V_{mens.} - V_{estim.}}{n}$$

$$ET = \sqrt{\sum (V_{estim.} - V_{mens.})^2} \quad EPE = s\sqrt{1 - R^2}$$

Vmens. = Valor Mensurado (Critério) Vestim. = Valor Estimado  
n = Número De Sujeitos  
EC = erro constante  
ET = erro total  
EPE = erro padrão de estimativa  
s = desvio-padrão  
R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação

A análise da validação cruzada das equações foi realizada através da utilização de uma amostra de 15 mulheres selecionadas randomicamente e que não participaram do GR. Adotando os seguintes critérios<sup>22</sup>: coeficiente de correlação linear de Pearson (r) > 0,80; análise das diferenças entre as médias (teste t de Student); erro padrão de estimativa; erro total e erro constante entre os valores mensurados e estimados, também foram observadas as diferenças entre médias através da análise gráfica sugerida por Bland e Altman<sup>29</sup>. Para análise dos dados, utilizou-se o pacote SPSS® for Windows versão 11.0, adotando-se um nível de significância de 5% para a realização do estudo.

## RESULTADOS

Para o desenvolvimento deste estudo foram avaliadas 75 mulheres da cidade de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul/Brasil, aparentemente saudáveis e participantes do grupo de atividades físicas da Universidade Federal de Santa Maria, divididas em dois grupos: o de regressão (n=60) e o de validação (n=15).

Os valores descritivos de idade, massa corporal (MC), estatura (EST), e percentual de gordura mensurado via DEXA (%G<sub>DEXA</sub>) são apresentados na tabela 1.

Pode-se observar que ambos os grupos de regressão e validação apresentaram valores de gordura corporal acima do recomendado para a saúde<sup>16</sup>, que preconiza um valor entre 28% e 32% de gordura corporal para mulheres acima dos 60 anos de idade. A média de %G foi superior no grupo de regressão em relação ao grupo de validação, isso também ocorreu em relação às medidas de idade e estatura. Demonstrando que apesar do grupo de validação ser proveniente da mesma população do grupo de regressão, há uma variação entre as duas amostras.

A Tabela 2 apresenta os valores descritivos para as variáveis de perímetros corporais e espessura de dobras cutâneas dos grupos de regressão e de validação do estudo. Na verificação das medidas de perímetros corporais, observou-se que apenas os perímetros do quadril e da coxa média apresentaram

**Tabela 1.** Valores descritivos para os grupos de regressão e de validação do estudo.

Variáveis	Grupo de Regressão (n=60)			Grupo de Validação (n=15)		
	$\bar{X} \pm s$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm s$	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	62,9±7,6	50,0	75,0	59,3±4,40	56,0	68,0
Massa corporal (kg)	70,1±10,8	50,4	97,5	71,8±12,5	55,0	87,5
Estatura (m)	1,55±0,05*	1,44	1,72	1,58±0,06*	1,47	1,70
%G <sub>DEXA</sub>	38,4±5,60	24,3	52,1	36,9±8,04	23,6	51,5

\* diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Valores antropométricos do grupo de regressão e de validação do estudo.

Variáveis	Grupo de Regressão (n= 60)			Grupo de Validação (n= 15)		
	$\bar{X} \pm s$	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm s$	Mínimo	Máximo
<b>Perímetros Corporais (cm)</b>						
Antebraço	25,8±1,7	22,5	30,5	25,8±1,5	23	27,5
Braço relaxado	31,9±3,1	26	38,5	32,5±4,0	27,5	39
Tórax	95,9±7,1	83,5	113	96,8±8,3	84	108,8
Abdômen	97,7±9,5	76	119	97,4±12,1	77	110,4
Cintura	86,7±9,3	59	103,5	86,4±10,0	74,5	105,7
Quadril	102,2±7,2*	90,5	116	104,1±9,1*	94	120
Coxa Média	55,1±4,8*	47,5	67	56,9±5,0*	50	66
Perna	36,3±2,6	30,5	43	37,3±3,4	33	44
<b>Espessura de Dobras Cutâneas (mm)</b>						
Subescapular	33,4±12,8*	7,20	59,0	31,8±8,7*	19,5	44,5
Tricipital	28,3±8,60	14,6	52,2	27,5±8,2	416,1	41,3
Bicipital	16,1±7,60	4,00	36,5	15,9±8,3	6,3	32,4
Peitoral	25,1±8,90*	5,60	46,6	23,1±8,6*	10,4	32,3
Axilar média	26,1±9,90	7,60	46,0	25,8±11,4	12,5	47,5
Supra-íliaca	32,6±11,4*	12,4	58,3	30,0±10,0*	11,3	43,5
Abdominal vertical	47,3±12,5	20,3	69,9	46,6±16,6	20,3	68,3
Abdominal horizontal	49,3±12,1	21,5	73,5	49,0±12,4	28,9	70,7
Coxa média	41,1±12,1	21,3	70,2	40,3±9,1	26	59,1
Panturrilha	24,0±7,10	9,00	45,6	24,9±7,5	12,5	40

\* diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

valores que diferiram significativamente entre o grupo de regressão e o grupo de validação, os demais não apresentaram diferenças significativas.

Em relação à medida de espessura de dobras cutâneas, as variações foram maiores, foram observadas diferenças entre as dobras subescapular, peitoral e supra-íliaca. As demais espessuras de dobras cutâneas não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

A fim de determinar o grau de predição das variáveis independentes (medidas antropométricas, idade), foi utilizado o modelo estatístico de regressão múltipla seleção stepwise (passa a passo) para predição da variável dependente (%G<sub>DEXA</sub>). Deste modo, foram desenvolvidas sete equações de regressão baseadas em medidas antropométricas, idade, estatura e massa corporal.

Primeiramente, foram testados os perímetros corporais isoladamente e depois em conjunto com as variáveis de idade, massa corporal e estatura, por entender que se tratam de variáveis mais fáceis de serem aplicadas em grupo de mais idade. Posteriormente, foram inseridos os valores de

espessura de dobras cutâneas e, por fim, a análise de desenvolvimento de modelos quadráticos.

A tabela 3 apresenta as equações de regressão desenvolvidas para mulheres entre 50 e 75 anos de idade, a partir do grupo de regressão (n=60), e também os valores de correlação, do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o erro padrão de estimativa (EPE) para cada equação.

Foram desenvolvidas sete equações na análise de regressão, tendo o EPE variado de 3,23% a 3,58%. A equação (E5), foi a que apresentou o melhor valor de coeficiente de determinação ( $R^2=0,715$ ), demonstrando que no grupo analisado as variáveis de massa corporal, estatura e espessura da dobra cutânea da coxa média explicam em 71% da variância do %G<sub>DEXA</sub>. Essa equação também apresentou um valor de EPE considerado como aceitável para a avaliação da gordura corporal<sup>22</sup>.

As equações que utilizaram as variáveis de perímetro do quadril e estatura (E1, E2, E4), apresentaram altos valores de coeficiente de determinação, porém os valores de EPE são considerados como moderados para a avaliação da

**Tabela 3.** Equações Antropométricas desenvolvidas para mulheres entre 50-75 anos de idade.

Nº	Equação	R	R <sup>2</sup>	EPE
E1	%G= 37,6105 + 0,3909 * (PQ) – 34,1397 * (EST)	0,82	0,682	3,33
E2	%G= 63,2311 + 0,5895 * (PQ) + 1,0619 * (PBR) – 40,9426 * (EST) – 1,0709 * (PANT)	0,83	0,692	3,38
E3	%G= 35,058 + 0,150 * (DC SE) + 0,453 * (PQ) – 31,201 * (EST)	0,80	0,645	3,58
E4	%G= 32,279 + 0,436 * (PQ) + 0,133 * (DC ABDh) – 30,899 * (EST)	0,83	0,694	3,39
E5	%G= 52,2372 + 0,1378 * (DC CX) + 0,1511 * (ID) + 0,174 5 * (MC) – 30,7868 * (EST)	0,84	0,715	3,25
E6	%G= 1,024197 + 0,18457 * (X <sub>1</sub> ) – 0,000239 * (X <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> + 0,148583 * (ID)	0,83	0,694	3,23
E7	%G= 10,927073 + 0,368352 * (X <sub>2</sub> ) – 0,001153 * (X <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> + 0,153198 * (ID)	0,80	0,643	3,49

Onde: ID: Idade (anos); EST: Estatura (m); MC: Massa Corporal (kg); PQ: Perímetro do quadril (cm); PANT: Perímetro do Antebraço (cm); PBR: Perímetro do Braço relaxado (cm); DC SE: Dobra Cutânea Subescapular (mm); DC ABDh: Dobra Cutânea Abdominal horizontal (mm); DC CXm: Dobra Cutânea Coxa média (mm); DC PT: Dobra Cutânea Peitoral (mm); DC TR: Tricipital; DC BI: Bicipital; DC Axm: Axilar média; DC PP: Panturrilha média; X<sub>1</sub>: Soma das DC (TR + SE + BI + Axm + ABDv + PT + CXm) ; X<sub>2</sub>: Soma das DC (SI + PT + CXm).

gordura corporal.

Os maiores valores de erros associados às estimativas da gordura corporal (E3 e E7), 3,58% e 3,49% respectivamente, demonstraram um erro maior associado às medidas da espessura de dobra cutânea subescapular e ao somatório da espessura de três dobras cutâneas (tricipital, peitoral e coxa média).

Após a análise dos resultados da regressão no desenvolvimento das equações, foi utilizada a validade cruzada em um grupo de validação (n=15). Ressalta-se que, mesmo que o grupo de validação tenha sido selecionado da população de regressão, algumas características diferiram em relação ao grupo de regressão (tabela 1).

A tabela 4 apresenta os valores de validação cruzada, sugeridos por Lohman<sup>22</sup>. Foram analisados os coeficientes de correlação linear de Pearson (r), a análise do teste “t” pareado, análise do desvio padrão, o erro padrão de estimativa (EPE), o erro total (ET) e o erro constante (EC) entre os valores estimados pelas equações e os mensurados pela medida critério (DEXA).

O grupo de validação apresentou um valor médio %G mensurado pela DEXA de 36,9%, esse valor foi comparado com os escores médios de cada uma das equações desenvolvidas pelo grupo de regressão.

As equações desenvolvidas com medidas de perímetros corporais e estatura (E1 e E2) apresentaram médias diferentes, estatisticamente, em relação à medida critério (DEXA), tendo a E1 subestimado em 12,6% e a E2 superestimado em 12,5% os valores de gordura corporal (%G<sub>DEXA</sub>).

Além disso, a correlação entre a DEXA e a E1 (r=0,79) não é considerada válida para a predição da gordura corporal<sup>22</sup>, assim como os valores de EPE da E2 são considerados como muito alto na análise dos critérios de validação.

Outra equação que apresentou diferença significativa em relação à medida critério foi a E5,

substituindo a gordura corporal em 6,3%. Apesar da mesma equação ter apresentado valores significativos de correlação (r=0,95) e um baixo EPE (1,9%) a mesma não se mostrou válida para predição da gordura corporal.

As equações E3, E4, E6 e E7 não apresentaram diferenças significativas em relação à média do %G<sub>DEXA</sub>. A E4 e E7 apresentaram uma subestimativa no percentual de gordura de 1,6% e 3%, respectivamente, já as equações E3 e E6 superestimaram em 0,7% e 0,5% a gordura corporal. As correlações e os erros associados às equações E3, E4, E6 e E7 foram considerados como baixos para a predição da gordura corporal nas mulheres.

Entretanto, apesar dos critérios sugeridos por Lohman<sup>22</sup> identificarem quatro equações como válidas, a análise proposta por Bland e Altman<sup>29</sup>, sugere através da visualização gráfica dos resíduos que apenas três equações são válidas. Assim, o gráfico (figura 1) apresenta as diferenças entre os escores estimados pelas equações E3, E4, E6, E7 e os valores mensurados pela DEXA. Foi adotado um erro aceitável de ±3,5% de diferença entre os valores estimados pelas equações e mensurados pela DEXA<sup>22</sup>.

Pode-se notar que apesar da equação E3 apresentar um alto valor para a correlação (tabela 4) entre os valores mensurados (DEXA) e estimados (E3) na análise proposta por Bland e Altman<sup>29</sup>, apresentou apenas 13,3% dos sujeitos da amostra com um erro entre ±3,5% de gordura corporal. Demonstrando que a mesma tende a apresentar variações que a descredenciam para avaliação da gordura corporal em mulheres entre 50 e 75 anos de idade.

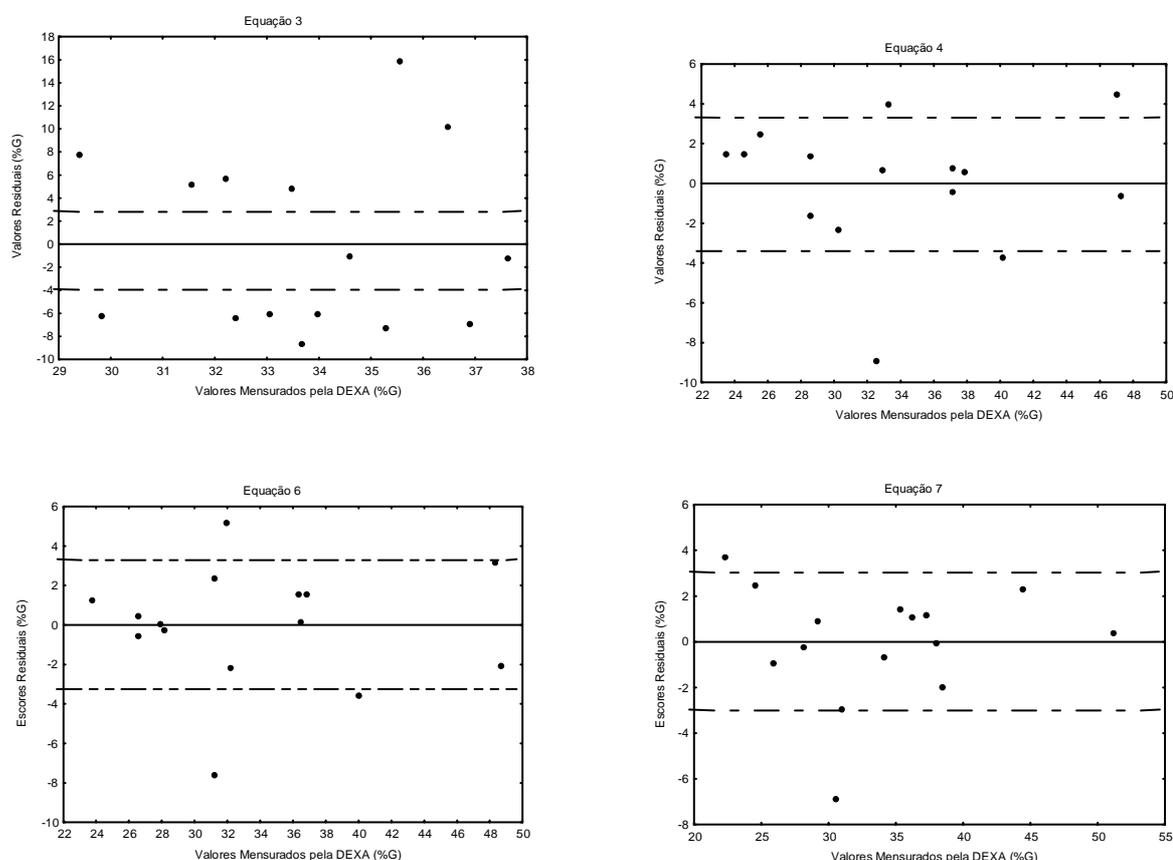
Contudo as equações E4, E6 e E7 apresentaram escores residuais que identificaram 73,3%, 80% e 86,6% respectivamente, dos indivíduos com erros entre ±3,5% da medida da DEXA, demonstrando uma boa concordância entre os escores.

**Tabela 4.** Critérios de validação de equações antropométricas para mulheres entre 50-75 anos.

Equação	$\bar{X} \pm s$	r	t	EC (%)	ET (%)	EPE (%)
%G <sub>DEXA</sub>	36,9±8,0	-	-	-	-	-
E1	24,3±3,8	0,79	7,25*	- 12,6	3,65	3,01
E2	49,4±7,9	0,90	-26,8*	12,5	8,36	6,81
E3	37,6±5,3	0,80	-0,52	0,7	3,35	3,32
E4	35,3±4,9	0,88	1,20	-1,6	3,10	3,51
E5	30,6±2,8	0,95	3,70*	- 6,3	4,20	1,97
E6	37,4±4,7	0,90	-0,33	0,5	3,12	3,81
E7	33,9±3,2	0,86	1,76	- 3,0	3,25	2,40

\* apresentaram diferenças significativas  $p < 0,05$ .

r: coeficiente de correlação de Pearson; t: valor da estatística teste "t"; EC: erro constante; ET: erro total; EPE: erro padrão de estimativa.



**Figura 1.** Análise dos escores residuais de percentual de gordura (%G) obtida por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) e pelas equações desenvolvidas neste estudo. Para o cálculo residual foi realizada a diferença dos escores entre as equações e a medida da DEXA ( $\%G_{DEXA} - \%G_{EQUAÇÃO}$ ). O eixo "X" representa a média entre os valores mensurados pela DEXA e pela equação de regressão. As linhas pontilhadas, superior e inferior representam o limite para a validação (erro padrão de estimativa entre  $\pm 3,5\%G$ ).

## DISCUSSÃO

O presente estudo procurou desenvolver e validar equações antropométricas para predição da gordura corporal em mulheres entre 50 e 75 anos de idade, reconhecendo que com o aumento da população de idosos no Brasil, evidencia-se uma necessidade em desenvolver e validar métodos simples e aplicáveis para um melhor acompanhamento das

alterações na composição corporal desta população.

Nesse sentido, as medidas antropométricas têm sido de grande importância, pois representam métodos não invasivos, de baixo custo e fácil operacionalidade que contribuem para estudos de campo<sup>16</sup>.

A utilização de equações de regressão tem sido proposta na literatura há vários anos, tendo uma

aceitabilidade considerável. Porém, nos últimos anos, a técnica de referência no desenvolvimento e validação destas equações tem apresentado mudanças. Com o avanço tecnológico, outras técnicas além da pesagem hidrostática (PH) têm sido introduzidas no âmbito da pesquisa, auxiliando a medida dos componentes corporais.

A DEXA tem sido nesse sentido muito explorada, tem-se demonstrado que os resultados fornecidos por esta técnica, além da precisão, têm contribuído em grupos com mais idade nos quais a técnica da PH tem apresentado algumas limitações<sup>4</sup>.

As equações desenvolvidas neste estudo foram derivadas de uma população de mulheres ativas que praticavam atividades físicas duas vezes por semana. Entretanto, o percentual de gordura apresentado pela amostra foi acima dos níveis recomendados para a saúde<sup>16</sup>. O fato da média de %G estar acima da média pode trazer uma limitação quanto à aplicação das equações desenvolvidas neste estudo, uma vez que em mulheres com valores de gordura corporal muito baixo poderá haver uma superestimação da gordura corporal.

Dentre as sete equações desenvolvidas, somente três se mostraram válidas para estimativa da gordura corporal, com erros aceitáveis. As equações desenvolvidas a partir de perímetros corporais apresentam grande atrativo pela aplicabilidade em grandes populações, porém seus erros tendem a ser maior<sup>30</sup>. Duas equações (E1 e E2) baseadas nas medidas de perímetros corporais foram desenvolvidas, mas ambas não foram válidas, tendo erros altos associados. As diferenças apresentadas entre os grupos de regressão e de validação podem ter contribuído para a não validação das equações E1 e E2, pois as mesmas são baseadas em medidas de PQ e EST que apresentaram diferenças entre os grupos de regressão e validação.

Salém et al.<sup>30</sup> desenvolveram equações antropométricas específicas para mulheres militares jovens, entre 18 e 45 anos de idade. Os autores relatam que as medidas de perímetro pescoço, perímetro antebraço, coxa e cintura predizem a densidade corporal com um erro padrão de 0,00652g/ml. Tran e Weltman<sup>20</sup> também através das medidas de perímetros corporais desenvolveram equações específicas a partir da medida da hidrodensitometria para prever a densidade corporal em mulheres entre 15 e 79 anos de idade. Os achados desses autores remetem a um erro entre de 3,6%, na validação cruzada dessa equação, em uma amostra de 82 mulheres. Nesse sentido, Lean et al.<sup>21</sup> também desenvolveram equações antropométricas baseadas em medidas antropométricas, encontrando erros de 4% para mulheres.

Os resultados apresentados neste estudo diferem dos encontrados por Gonçalves<sup>31</sup>, no qual foi validada uma equação específica para mulheres idosas

a partir das medidas de perímetros corporais. Como descrito anteriormente, o fato do grupo de validação ter apresentado características diferentes do grupo de regressão pode explicar em parte esse fato.

As equações E3, E4 e E5 foram desenvolvidas com a utilização das variáveis de perímetros corporais e espessura de dobras cutâneas, tendo o coeficiente de determinação variado de 0,64 a 0,61, ou seja, essas equações explicam entre 64 a 71% da predição da gordura corporal mensurada pela DEXA.

Contudo, na análise da validação cruzada, E5 apresentou diferença significativa entre a média mensurada e a estimada. A utilização da espessura de dobras cutâneas tem apresentado um maior erro associado, em comparação com as medidas de perímetros corporais<sup>4</sup>.

Alguns fatores como a experiência do avaliador, equipamento, padronização, localização do ponto anatômico e pinçamento da espessura da dobra cutânea, representam erros consideráveis na avaliação da composição corporal por meio deste método<sup>18</sup>.

Além disto, em pessoas com mais idade, devido ao envelhecimento e a redistribuição da gordura corporal, evidencia-se uma tendência de maior acúmulo da gordura interna em relação à gordura subcutânea, assim como ocorre uma migração dos depósitos de gordura dos membros para o tronco, isso auxilia para que a relação entre as medidas subcutâneas não represente de forma real a medida de gordura corporal total<sup>32</sup>.

Também a diminuição da compressibilidade da espessura da dobra cutânea pode interferir significativamente na medida<sup>18</sup>. Esses fatores podem contribuir para erros na avaliação da composição corporal de pessoas com mais idade.

As equações E6 e E7, desenvolvidas a partir das medidas de EDC, apresentaram altos valores de correlação com a medida critério, tendo ambas demonstrado valores aceitáveis para a validação cruzada. As mesmas apresentaram valores de concordância altos na análise de Bland e Altman<sup>29</sup>.

O modelo quadrático E7 apresentou bons valores de correlação múltipla com a medida da DEXA, concordando com as colocações de Jackson et al.<sup>19</sup>, que consideram o modelo quadrático com um melhor preditor da gordura corporal uma vez que o mesmo é curvilíneo e não linear como anteriormente se considerava em função da idade.

As variações entre indivíduos parecem limitar a utilização das variáveis de espessura de dobras cutâneas em amostra de pessoas com mais idade<sup>33,34</sup>. Barbosa et al.<sup>35</sup>, analisando equações de predição da densidade corporal em mulheres idosas do Brasil, encontraram erros sistemáticos na utilização de equações baseadas nas medidas de espessura de dobras cutâneas. Nesse estudo, apesar de três equações serem válidas, os erros associados à predição da gordura corporal podem ser considerados

altos.

Uma alternativa não testada neste estudo foi à utilização do índice de massa corporal como variável independente. A literatura tem demonstrado que a utilização deste indicador antropométrico apresenta uma relação direta com a gordura corporal total, o que poderia facilitar a validade de equações antropométricas em idosos.

Outras limitações apresentadas nestes estudos referem-se à média de %G apresentado pela amostra que pode ser considerada alta, o número reduzido de sujeitos avaliados, principalmente em relação ao grupo de validação e a utilização do equipamento Hologic QDR-4500 que apesar de ter apresentado uma boa medida do %G, tem demonstrado em estudos diferenças com outras medidas de referência, em especial, quando utilizado um software diferente, esse resultados podem diferir significativamente<sup>36</sup>. Deste modo, cuidados devem ser tomados na aplicação desta equação em pessoas que apresentem características morfológicas diferentes das apresentadas neste estudo. Por fim, observa-se que o grupo de validação diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) em algumas medidas antropométricas, o que pode explicar o fato de algumas equações desenvolvidas não terem sido validadas neste estudo.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados e na literatura consultada, pode-se concluir que é possível desenvolver e validar equações antropométricas específicas para a determinação da gordura corporal em mulheres entre 50 e 75 anos de idade, baseadas na medida da DEXA.

As variáveis de perímetro do quadril, espessura de dobras cutâneas abdominal vertical, subescapular e a medida de estatura foram os melhores preditores de gordura corporal no grupo estudado.

As equações apresentadas E4, E6 e E7 são consideradas válidas para predição da gordura corporal em mulheres entre 50 e 75 anos de idade, que apresentem características morfológicas semelhantes às apresentadas neste estudo.

A utilização da DEXA como método critério para a avaliação da gordura corporal apresentou valores significativos com relação às medidas antropométricas, sendo um fator positivo a facilidade de execução da avaliação, que possibilita as pessoas sem adaptação ao meio líquido serem avaliadas sem maiores transtornos, ao contrário da técnica da hidrodensitometria.

Sugere-se outros estudos de validação cruzada com as equações aqui propostas em outras populações e também que sejam avaliadas pessoas com mais idade nos próximos estudos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Petroski EL. Desenvolvimento e validação e equações generalizadas para estimativa da densidade corporal em adultos. Tese de doutorado – programa de pós-graduação em ciência do movimento humano. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1995.
2. Heyward VH. ASEP Methods Recommendation: Body Composition Assessment. JEP on line 2001;4(4):1-12.
3. Wei M, Kampert JB, Barlow CE. Relationship between low cardiorespiratory and mortality in normal-weight, overweight and obese men. JAMA 1999;282(16):1547-1553.
4. Brodowicz GR, Mansfield RA, McClung MR, & Althoff SA. Measurement of body composition in Elderly: Dual Energy X-Ray absorptiometry, underwater weighing, bioelectrical impedance analysis, and anthropometric. Geront 1994;40(6):332-339.
5. Kohrt VM. Preliminary evidence that DEXA provides accurate assessment of body composition. J Appl Physiol 1998;84(1):372-377.
6. Visser M, Fuerst T, Lang T, Salamone L, Harris T. Validity of fan-beam dual-energy X-ray absorptiometry for measuring fat-free mass and leg muscle mass. J Appl Physiol 1999;87(4):1513-1520.
7. Salamone LM, Fuerst T, Visser M, Kern M, Dockrell M, et al. Measurement of fat mass using DEXA: a validation study in elderly adults. J Appl Physiol 2000;89(1):345-352.
8. Glaner MF. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. Rev Bras Cine Des Hum 2005;7(1):05-11.
9. Bottaro MF, Heyward VH, Becerra RFA, Wagner DR. Skinfold method vs dual-energy X-ray absorptometry to assess body composition in normal and obese women. JPE 2002;5(2):11-18.
10. Adms JE. Single and dual energy X-ray absorptiometry. Eur Radiol 1997;7(Suppl):20-31.
11. Lohman TG. Dual energy X-Ray absorptiometry. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. (Eds). Human Body Composition. Champaign, Illinois, Human Kinetics, 63-78, 1996.
12. Svendsen OL, Haarbo J, Heitmann BL, Gotfredsen A, Christiansen C. Measurement of body fat in elderly subjects by dual-energy x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance, and anthropometry. Am J Clin Nutr 1991;53(5):1117-1123.
13. Wang ZM. The five-level model: a new approach to organizing body composition research. Am J Clin Nutr 1996;56(19):156-160.
14. Hansen RD, Raja C, Aslani A, Smith RC, Allen BJ. Determination of skeletal muscle and fat-free mass by nuclear and dual-energy x-ray absorptiometry methods in men and women aged 51-84 years. Am J Clin Nutr 1999;70(2):228-233.
15. Albanse CV, Diessel E, Genant HK. Clinical applications of body composition measurements using DXA. Journal Clinical Densitometry 2003;6(2):75-85.
16. WHO, World Health Organization. Obesity status: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva, 1998.
17. Kalache A, Veras RP, Ramos LR. O envelhecimento da população mundial: um desafio novo. Rev Saúde Publica 1987;21(3):200-206

18. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women age from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974;32(1):77-97.
19. Jackson AS, Poolock ML, Ward A. Generalized equations for prediction body density of women. *Med Scien Sports Exerc* 1980;12(3):175-182.
20. Tran ZV, Weltman A. Generalized equation for predicting body density of women from girth measurements. *Med Scien Sports Exerc* 1989;21(1):101-104.
21. Lean MEJ, Han TS, Deurenberg P. Prediction body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am Clin Nutr* 1996;63(1):4-14.
22. Lohman TG. *Advances in body composition assessment*. Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois, 1992.
23. Petroski EL. *Antropometria: técnicas e padronizações*. 2ª ed. Porto Alegre: Palotti, 2003.
24. Thomas JR, Nelson JK. *Métodos de pesquisa em atividade física*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
25. Alvarez BR, Pavan AL. Alturas e Comprimentos. In: Petroski EL. editor. *Antropometria: técnicas e padronizações*. 2ª ed. Porto Alegre: Palotti, 2003.
26. Benedetti TRB, Pinho RA, Ramos VM. Dobras Cutâneas. In: Petroski EL. editor. *Antropometria: técnicas e padronizações*. 2ª ed. Porto Alegre: Palotti, 2003.
27. Martins MO, Lopes MA. Perímetros. In: Petroski EL. *Antropometria, técnicas e padronização*. 2ª ed. Porto Alegre: Pallotti, 2003.
28. Hologic Inc. Document Update. QDR – 4500 Fan Beam X-Ray Bone Densitometer User's Guide. Waltham: August, 1995.
29. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *The Lancet* 1986;12:307-310.
30. Salem M, Fernandes Filho J, Pires Neto CS. Desenvolvimento e validação de equações antropométricas específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do exército Brasileiro. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(3):141-146.
31. Gonçalves E. *Equação de regressão com a perimetria e o DEXA para a terceira idade*. Dissertação de Mestrado [Mestrado em Ciência da Motricidade]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Castelo Branco, 2004.
32. Micozzi MS, Harris TM. Age variations in the relation of body mass indices to estimates of body fat and muscle mass. *Am J Phys Anthropol* 1990;81(3):375-379.
33. Perissinoto E, Pisent C, Sergi G, Grigoletto F, Enzi G. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *Br J Nutr* 2002;87(2):177-186.
34. Gariballa SE, Sinclair AJ. Nutrition, ageing and ill health. *Br J Nutr* 1998;80(1):7-23.
35. Barbosa AL, Santarém JM, Jacob Filho W, Meirelles ES. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. *Archivos Latinoamericanos de Nutrição* 2001;51(1):125-135.
36. Schoeller DA, Tylavsky FA, Baer DJ, Chumlea WC, Earthman CP, Fuerst T, Harris TB, Heymsfield SB, Horlick M, Lohman TG, Lukaski HC, Shepherd J, Siervogel RM, Borrud LG. QDR 4500A dual-energy X-ray absorptiometer underestimates fat mass in comparison with criterion methods in adults. *Am J Clin Nutr*. 2005;81(5):1018-25.

#### Agradecimentos

Agradecemos à equipe técnica do Instituto de Densitometria Óssea de Santa Maria (OESTEOLAB) pela colaboração nas avaliações e apoio incondicional à realização deste estudo. Aos professores João Augusto Reis de Moura pela revisão dos componentes da estatística e à Professora Rosane Carla Rosendo pela revisão do conteúdo do estudo.

---

#### Endereço para correspondência

Rua Piauí, 126  
Parque Pinheiro Machado  
Santa Maria/RS  
Prof. Cassiano Ricardo Rech  
Fone: (48) 32141611  
crrceh@hotmail.com

Recebido em 22/09/05  
Revisado em 03/10/05  
Reapresentado em 24/10/05  
Aprovado em 26/10/05