

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Nutrição

Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos



Dissertação

**Validação de diferentes equações para predição da massa livre de gordura
através da bioimpedância elétrica em idosos do sul do Brasil**

Natalia Rodrigues Cardozo

Pelotas, 2019

Natalia Rodrigues Cardozo

**Validação de diferentes equações para predição da massa livre de gordura
através da bioimpedância elétrica em idosos do sul do Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Nutrição e Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Gonzalez

Coorientadora: Profa. Dra. Silvana Paiva Orlandi

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Gonzalez Barbosa-Silva

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

C268v Cardozo, Natalia Rodrigues

Validação de diferentes equações para predição de massa livre de gordura através da bioimpedância elétrica de idosos do sul do Brasil / Natalia Rodrigues Cardozo ; Maria Cristina Gonzalez, orientadora ; Silvana Paiva Orlandi, Thiago Gonzalez Barbosa e Silva, coorientadores. — Pelotas, 2019.

79 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Bioimpedância elétrica. 2. Massa livre de gordura. 3. Idosos. 4. Composição corporal. 5. Estudos de validação. I. Gonzalez, Maria Cristina, orient. II. Orlandi, Silvana Paiva, coorient. III. Silva, Thiago Gonzalez Barbosa e, coorient. IV. Título.

CDD : 641.1

Natalia Rodrigues Cardozo

**Validação de diferentes equações para predição da massa livre de gordura
através da bioimpedância elétrica em idosos do sul do Brasil**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Nutrição e Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 26 de agosto de 2019.

Banca examinadora:

Dra. Maria Cristina Gonzalez (Orientador)

Doutora em Epidemiologia pela Universidade Federal de Pelotas.

Dra. Renata Moraes Bielemann

Doutora em Epidemiologia pela Universidade Federal de Pelotas.

Dra. Romina Buffarini

Doutora em Epidemiologia pela Universidade Federal de Pelotas.

Dedico este trabalho aos meus pais e minha avó.
Son mi motivo para salir adelante.

Agradecimentos

Breve agradecimento a todos que contribuíram nesta trajetória de dois anos que iniciou até mesmo antes de concluir a graduação.

Gostaria de agradecer a Dra. Maria Cristina, minha orientadora, por descomplicar tanto o assunto bioimpedância elétrica, já que é difícil achar alguém que domine tanto quanto ela esse tema.

Ao Dr. Thiago que trabalhou tão duro para coletar seus dados e ainda me concedeu o banco para poder realizar meu trabalho. Além disso, também agradeço pelas atribuições na escrita desta dissertação.

À minha coorientadora Dra. Silvana, com a qual construí uma trajetória desde a graduação. Muito obrigada por sempre estar, ensinar, aconselhar, enfim por toda a contribuição.

Os meus sinceros agradecimentos a todas as professoras e amigos que contribuíram para meu crescimento pessoal e acadêmico.

Gostaria de agradecer as pessoas especiais que me rodeiam sempre. Sem dúvida sem elas eu não teria forças para continuar. Sem drama, o mal da pós-graduação (ansiedade, pânico, medo) me atingiu. Quem bem me conhece sabe que gosto de fazer várias coisas ao mesmo tempo e essas pessoas sempre estiveram para me desopilar de alguma forma e dar um ombro amigo. Obrigada Andressa, Andriele, Larissa, Leia, Mariele e Veridiana, vocês são iluminadas. Estou com vocês!

As novas amigas que o mestrado me proporcionou: Clédia, Leony, Raissa e Riceli. Levarei vocês para a vida. Agradeço imensamente por estarem sempre presentes e contribuirmos tanto uma para o trabalho da outra.

Um abraço apertado as minhas amigas/irmãs de longa data do Chuí que mesmo estando longe, sempre tentaram me compreender. Verão com longas caminhadas pela praia no final da tarde para respirar fundo e continuar trabalhando no dia seguinte.

Claro que devo agradecer aos seres que estão diariamente comigo, John e nossa gata Bebel. John sempre lembrando que devo comer, parar um pouco e assistir uma série. Sempre ao meu lado, me auxiliando nos estudos com um mate ou um chá de hortelã ou tilo. E minha gata? Carinhosa e tirando qualquer estresse de mim.

Por fim, um agradecimento mais do que especial à minha família! Pais e vó vocês foram e sempre serão essenciais para mim. Cada ida para o Chuí e estar ao lado de vocês é muito bom. Ligações para ver se vocês estão bem ou se eu já me alimentei. Nesses dois anos de mestrado passamos por poucas e boas surpresas da

vida, mas sempre nos reerguemos e continuamos. Obrigada por contribuírem para conquistar meus sonhos! Serei eternamente grata.

Gracias a todos por esta dissertação ser uma realidade!

Boa leitura.

**“Ao fim do dia, podemos aguentar muito mais do
que pensamos que podemos.”**

(Frida Kahlo)

Resumo

CARDOZO, Natalia Rodrigues. **Validação de diferentes equações para predição da massa livre de gordura através da bioimpedância elétrica em idosos do sul do Brasil**. 2019. 79 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

A bioimpedância elétrica (BE) é um dos métodos para estimativa da composição corporal mais utilizado, por ser relativamente barato, de fácil manuseio, portátil e não invasivo, se comparado com outros métodos de referência. Ela é um método duplamente indireto, isso significa que a massa livre de gordura (MLG) e a massa gorda (MG) são estimadas a partir de um método de referência, como a absorciometria por dupla emissão de raio-X (DXA) ou ressonância magnética, por uma equação preditiva que utiliza dados da BE. O método é afetado por diversas situações fisiológicas, tais como concentração de eletrólitos, comprimento dos membros e distribuição da água corporal. Isto faz com que sejam necessárias equações específicas, principalmente para o sexo e etnia. A BE seria o método de avaliação da composição corporal ideal para ser utilizado em idosos, pois esta população sofre uma mudança nos seus compartimentos corporais. Estas alterações podem estar associadas ao aparecimento de doenças crônicas, devido ao aumento da massa gorda, além da sarcopenia, por perda de força e massa muscular. Isto motivou o desenvolvimento de equações de BE específicas para idosos nos últimos anos. Com isso, o objetivo deste estudo foi testar a validade da equação recentemente desenvolvida para população adulta brasileira para prever a MLG em uma população de idosos da cidade de Pelotas - RS. Para isto, foram utilizados dados secundários de uma subamostra com idosos de 60 anos ou mais (N=192), coletados de março a outubro de 2014, em um estudo transversal. Para o presente estudo foram utilizados os dados de sexo, idade, etnia, peso, altura, índice de massa corporal, resistência e reatância obtidas a partir de aparelho unifrequencial de BE. Logo estes valores foram aplicados na equação brasileira preditiva de MLG específicas para cada sexo. A MLG dos idosos derivada da DXA foi utilizada como referência para a validação da equação brasileira de BE e estes valores foram comparados com equações desenvolvidas para outras etnias específicas para idosos. Os dados foram analisados no pacote estatístico STATA 14.2. A comparação dos valores de MLG (em quilogramas) encontrados a partir da equação brasileira e as equações de Deurenberg e Roubenoff foram realizadas através do test-t pareado, além de avaliação da precisão e acurácia, tendo como método de referência os valores obtidos a partir do DXA. Também foi avaliado o coeficiente de correlação de concordância de Lin, além de estimativas de limites de concordância a partir dos gráficos de Bland-Altman. Os resultados mostraram uma boa acurácia quanto ao uso da equação brasileira aplicada na sua população, já que houve adequada representatividade populacional da amostra avaliada, quando comparada às outras equações. Sendo assim, ela pode ser utilizada como predição de MLG nos idosos brasileiros, colaborando com o prognóstico desses indivíduos.

Palavras-chave: Bioimpedância elétrica. Massa livre de gordura. Idosos. Composição corporal. Estudos de validação.

Abstract

CARDOZO, Natalia Rodrigues. **Validation of different equations for fat free mass prediction by bioelectrical impedance in elderly from southern Brazil.** 2019. 79 f. Dissertation (Master in Nutrition and Food) – Post-Graduate Program in Nutrition and Food, Nutrition College, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

Bioelectrical impedance analysis (BIA) is one of the most used methods for estimating body composition because it is relatively inexpensive, easy to use, portable and noninvasive compared to other reference methods. It is a doubly indirect method, this means that fat free mass (FFM) and fat mass (FM) are estimated from a reference method, such as dual energy X-ray absorptiometry (DXA) or resonance, by a predictive equation that uses BIA data. The method is affected by several physiological situations, such as electrolyte concentration, limb length and body water distribution. This requires specific equations, especially for gender and ethnicity. BIA would be the ideal method for evaluating body composition for use in the elderly, as this population undergoes a change in their body compartments. These changes may be associated with the onset of chronic diseases due to increased fat mass, in addition to sarcopenia, loss of strength and muscle mass. This has motivated the development of elderly-specific BIA equations in recent years. Thus, the objective of this study was to test the validity of the recently developed equation for the Brazilian adult population to predict FFM in an elderly population of the city of Pelotas - RS. For this, we used secondary data from a subsample with elderly aged 60 years or older (N = 192), collected from March to October 2014, in a cross-sectional study. For the present study we used data on gender, age, ethnicity, weight, height, body mass index, resistance and reactance obtained from a single-frequency BIA device. These values were then applied to the gender-specific predictive Brazilian equation of FFM. The DXA derived FFM of the elderly was used as a reference for the validation of the Brazilian BIA equation and these values were compared with equations developed for other specific ethnicities for the elderly. Data were analyzed in the STATA 14.2 statistical package. The comparison of the FFM values (in kilograms) found from the Brazilian equation and the Deurenberg and Roubenoff equations were performed using the paired t-test, as well as evaluation of precision and accuracy, having as reference method the values obtained from DXA. Lin's correlation coefficient was also evaluated, as well as estimates of agreement limits from the Bland-Altman plots. The results showed a good accuracy regarding the use of the Brazilian equation applied to its population, since there was adequate population representativeness of the evaluated sample, when compared to the other equations. Thus, it can be used as a prediction of FFM in the Brazilian elderly, contributing to the prognosis of these individuals.

Key-Words: Bioelectrical impedance analysis. Fat free mass. Elderly. Body composition. Validation studies.

Sumário

PROJETO DE PESQUISA.....	11
1 Introdução	13
2 Justificativa.....	14
3 Marco teórico	14
3.1 História da bioimpedância elétrica	14
3.2 Princípios da bioimpedância elétrica.....	15
4 Revisão	16
4.1 Metodologia da revisão	16
4.2 Revisão da literatura	27
5 Objetivos	31
5.1 Objetivo geral	31
5.2 Objetivos específicos	31
6 Hipóteses	32
7 Metodologia.....	32
7.1 Delineamento do estudo	32
7.2 Amostra.....	33
7.3 Fatores de inclusão e exclusão.....	33
7.4 Cálculo do tamanho da amostra	33
7.5 Instrumentos e Variáveis Coletadas.....	33
7.5.1 Dados sociodemográficos	34
7.5.2 Peso e altura	34
7.5.3 Bioimpedância elétrica	34
7.5.4 Absorciometria por dupla emissão de raio-X.....	35
7.6 Logística.....	36
7.7 Análise e processamento dos dados.....	36
7.8 Aspectos éticos	37
8 Cronograma	38
9 Orçamento	38
Referências	39
APÊNDICE.....	43
RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO DO SUBESTUDO.....	44
ALTERAÇÕES REFERENTES AO PROJETO DE PESQUISA.....	60
ARTIGO	62

PROJETO DE PESQUISA

Lista de abreviaturas e siglas

A	Altura
BE	Bioimpedância elétrica
CCC	Coeficiente de correlação de concordância
DXA	Absorciometria por dupla emissão de raios-X
IMC	Índice de massa corporal
MG	Massa gorda
MLG	Massa livre de gordura
NHANES III	Third National Health and Nutrition Examination Survey
PDA	Pletismografia de deslocamento de ar
R	Coeficiente de correlação
R	Resistência
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
Xc	Reactância
Z	Impedância

1 Introdução

Nas últimas décadas a bioimpedância elétrica (BE) passou a ser um dos métodos mais amplamente utilizado para estimativa da composição corporal, tanto em indivíduos saudáveis como em diferentes situações clínicas (KYLE *et al.*, 2004). Métodos mais sofisticados, como a absorciometria por dupla emissão de raios-X (DXA), hidrodensitometria e pletismografia, entre outros, têm seu uso limitado pelo custo elevado e a complexidade de utilização (BAUMGARTNER *et al.*, 1990). Por ser um método relativamente barato, portátil, fácil operação, e por não ser invasivo, a BE acaba sendo o método de composição corporal mais utilizado.

Pela simplicidade das suas diversas apresentações, inclusive como balanças portáteis que incorporam o método, a BE é encontrada em diferentes cenários, sejam consultórios clínicos, academias e até mesmo de uso doméstico. No entanto, ela não mede os componentes da composição corporal diretamente como sugere, pois trata-se de um método de composição corporal descritivo duplamente indireto. Isto significa que a massa livre de gordura (MLG) e a massa gorda (MG) são estimadas a partir da avaliação da água corporal total ou outro método considerado método de referência, como o DXA, a partir de uma equação de regressão linear (WANG *et al.*, 2013).

Existem diversas equações na literatura para estimativa da composição corporal através da BE (KYLE *et al.*, 2004). Isso porque a acurácia do método é afetada por diversas situações fisiológicas como concentração de eletrólitos, comprimento dos membros, distribuição da água corporal, que podem variar de acordo com idade, sexo e etnia (SNIJDER *et al.*, 1999). Desta forma, a escolha da equação a ser utilizada no método pode interferir nos seus resultados, sendo de extrema importância considerar as características da população em que a equação foi desenvolvida e validada (SERGI *et al.*, 2017; HORIE *et al.*, 2011). Além disso, as equações também são específicas para o aparelho para o qual foi desenvolvido a equação.

Por ser um método de fácil aplicabilidade, o seu uso torna-se interessante na população idosa, a qual tem diferenças no estilo de vida e composição corporal. Com o envelhecimento, existe um aumento da massa gorda e concomitante diminuição da massa muscular. Isto pode levar ao aparecimento de doenças

crônicas, além da sarcopenia por perda de força e massa muscular (PRADO & HEYNSFIELD, 2014). Além disso, existe uma maior ocorrência de fraturas devido à fragilidade, assim como a variação de hidratação corporal, devido à diminuição fisiológica de porcentagem de água e ingestão de líquidos (JR MOON *et al.*, 2013).

Diante do exposto, o objetivo deste projeto é testar a validade da equação recentemente desenvolvida para população adulta brasileira para ser usada na BE unifrequencial para prever a massa livre de gordura em uma população de idosos brasileiros da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

2 Justificativa

A avaliação da composição corporal torna-se cada vez mais imprescindível na população idosa, diante da constatação da importância de compartimentos corporais como a MLG no prognóstico desses indivíduos. Para definições de sarcopenia, obesidade sarcopênica, caquexia, e miopenia, entre outras, a estimativa da composição corporal torna-se fundamental para uma adequada avaliação do indivíduo, possibilitando uma intervenção precoce nutricional e estímulo à prática de atividade física, melhorando a qualidade de vida.

A partir desta constatação a BE passa a ser um método de preferência pela fácil aplicabilidade e custo. Porém a atenção deve ser dada à correta utilização do método, através do uso de equações que contemplem as características dessa população.

3 Marco teórico

3.1 História da bioimpedância elétrica

Desde 1871 a propriedade elétrica dos tecidos humanos tem sido estudada. Os primeiros estudos com BE ocorreram nas décadas de 1930 e 1940, relacionando a impedância com o fluxo sanguíneo (EICKEMBERG *et al.*, 2011).

Em alguns estudos, a impedância era medida nos braços submersos em solução salina pela qual uma corrente alternada era passada. Já outros estudos,

realizaram correntes diretas e alternadas utilizando dois ou mais eletrodos colocados através ou sobre a pele (BAUMGARTNER *et al.*, 1990).

Horton e Ravenswaay (HORTON, 1935) foram os primeiros a utilizar um sistema de quatro eletrodos similar a técnica utilizada atualmente para análise de composição corporal. Porém o método “tetrapolar” foi desenvolvido e melhorado posteriormente por Nyboer (NYBOER *et al.*, 1959) para estudar o fluxo sanguíneo, além de estimar a massa livre de gordura e porcentagem de gordura corporal. Estes estudos apresentaram problemas com a acurácia da medida da impedância em tecidos. A tecnologia para estimar a bioimpedância elétrica com acurácia é um desenvolvimento recente (BAUMGARTNER *et al.*, 1990).

Somente nas décadas de 60 e 70 os fundamentos da BE foram estabelecidos, incluindo aqueles que sustentaram as relações entre a impedância e o teor de água corporal do corpo (KYLE *et al.*, 2004) e Thomass e colaboradores estudaram a relação da impedância com a água corporal total e fluído extracelular utilizando uma técnica de eletrodo de duas agulhas (EICKEMBERG *et al.*, 2011). Possivelmente essa abordagem não se difundiu pelos problemas com a aceitação das pessoas. Então, Hoffer e associados adotaram o método de eletrodos em quatro superfícies utilizado em estudos de fluxo sanguíneo para estimar a água corporal total (BAUMGARTNER *et al.*, 1990).

Analísadores de BE de frequência única tornaram-se comercialmente disponíveis, e na década de 1990, foram incluídos os de multifrequência. A BE atualmente é um equipamento portátil, o procedimento é simples e não invasivo, custo relativamente baixo, e os resultados são rapidamente obtidos, motivos pelos quais a sua utilização tem aumentado (KYLE *et al.*, 2004).

3.2 Princípios da bioimpedância elétrica

Há mais de mil anos que a capacidade de conduzir corrente elétrica dos tecidos corporais é reconhecida, sendo os tecidos aquosos os principais condutores graças aos eletrólitos de dissolução, enquanto outros apresentam uma condutância mais fraca, como a gordura corporal e ossos (ELLIS *et al.*, 2000).

As medições geralmente são feitas com dois eletrodos presos ao pulso e mão e dois presos ao tornozelo e pé, com o indivíduo em posição supina para distribuição dos fluidos corporais (EARTHMAN, 2015). Em uma medição de frequência única,

uma fraca corrente alternada, geralmente de 50 kHz, é passada através do par externo de eletrodos. Nesta frequência a impedância corporal apresenta componentes reativos e resistivos, e é derivada dos eletrodos internos, que medem a queda da tensão em todo o corpo. Dois princípios básicos são utilizados para converter a informação para um volume estimado: a de que o corpo pode ser modelado como um condutor cilíndrico isotópico e que a resistência (R) pode ser considerada equivalente à impedância do corpo (Z), já que a contribuição da reatância (X_c) para a mesma é pequena. Estes dois princípios quando combinados mostram que o volume de condução é proporcional ao termo A^2/R , chamado de índice de impedância (ELLIS *et al.*, 2000).

Em sistemas biológicos, a condução elétrica está relacionada à distribuição hídrica e iônica do condutor. Para a utilização da BE para estimar a composição corporal, pressupõe-se que o corpo tem formato praticamente cilíndrico, com uma condutividade elétrica uniforme. Além disto, pressupõe-se também que a MLG contem praticamente toda a água (73%) inclui músculo esquelético, músculo não esquelético, órgãos, tecido conjuntivo, água corporal total e osso (EARTHMAN, 2015), e conduz eletrólitos no corpo, tendo condutividade muito maior do que MG, e de que a estatura é convencionalmente considerada como o comprimento do condutor. Com base nisso, o método BE permite a estimativa de compartimentos não gordurosos (SERGI *et al.*, 2017).

4 Revisão

4.1 Metodologia da revisão

A revisão de literatura foi realizada em duas bases de dados: PubMed e LILACS. A combinação dos termos e o número de trabalhos localizados nas bases de dados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Descritores utilizados na pesquisa nas bases de dados e número de trabalhos localizados.

Termos	Base de dados	Artigos identificados
<i>Bioimpedance OR bioelectrical impedance OR impedance AND equation OR equations</i>	PubMed	1980
<i>Bioimpedance bioeletrical AND validation AND equation</i>	LILACS	8
Total de artigos disponíveis		1988

Na plataforma do Pubmed foi utilizada a seguinte combinação de termos: “((bioimpedance OR bioelectrical impedance OR impedance)) AND (equation OR equations)”, gerando um total de 1980 títulos. Após a utilização dos filtros “validation studies + humans + Adults (19+)”, obteve-se um total de 88 títulos para serem analisados. Foram descartados da pesquisa os artigos que se referiam a crianças, e incluímos os estudos realizados com indivíduos doentes. Após análise do título e posteriormente do resumo, foram selecionados 26 artigos para leitura na íntegra, sendo 15 desses selecionados para inclusão nesta revisão (Figura 1).

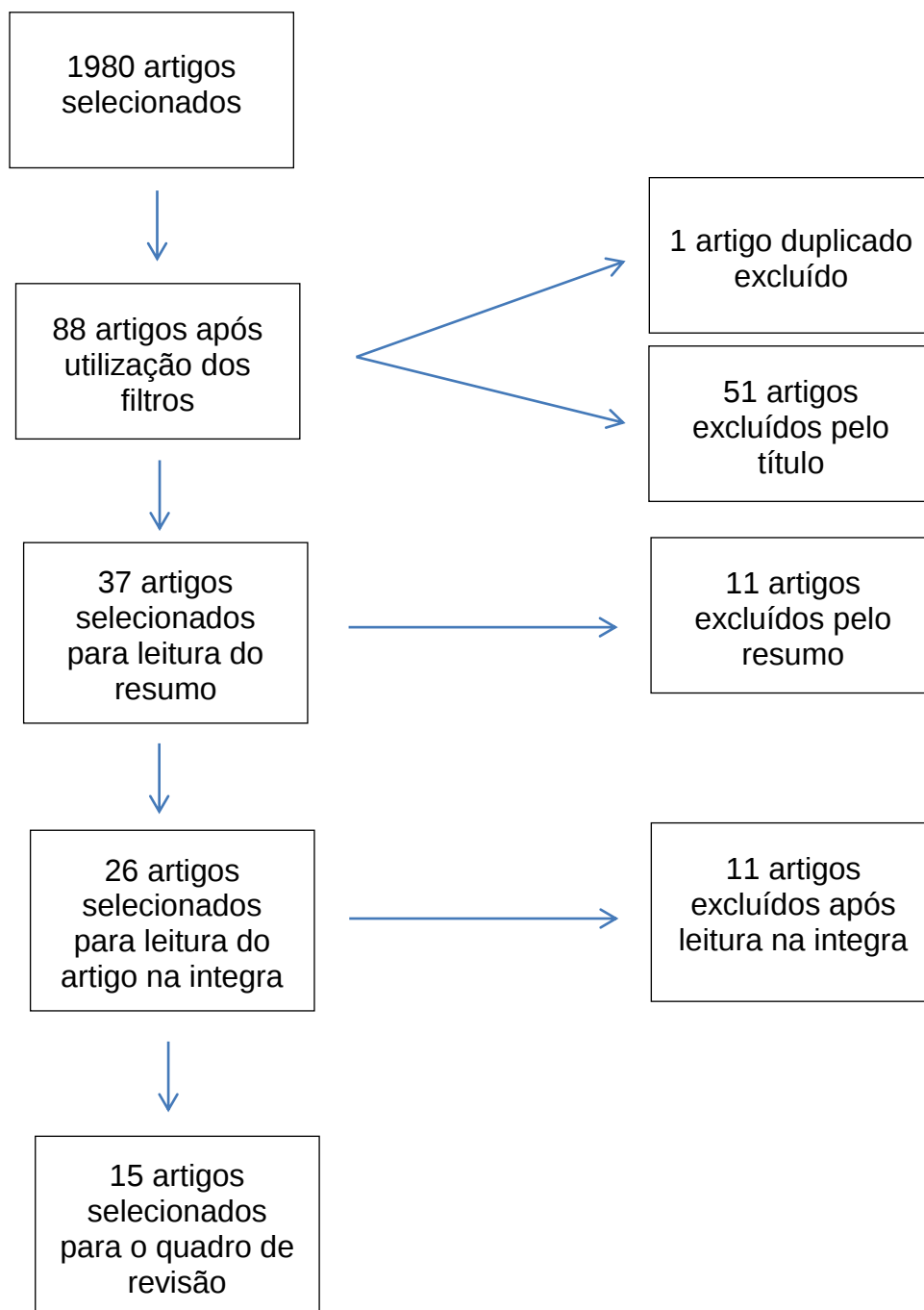


Figura 1. Fluxograma de identificação e seleção dos artigos na base de dados PubMed para revisão de literatura.

Na base de dados LILACS foram utilizadas as combinações de termos: bioimpedância, impedância bioelétrica, validação e equação, onde foram obtidos oito títulos relacionados ao tema. Após análise do título e resumos, foram selecionados quatro artigos para leitura na íntegra (Figura 2).

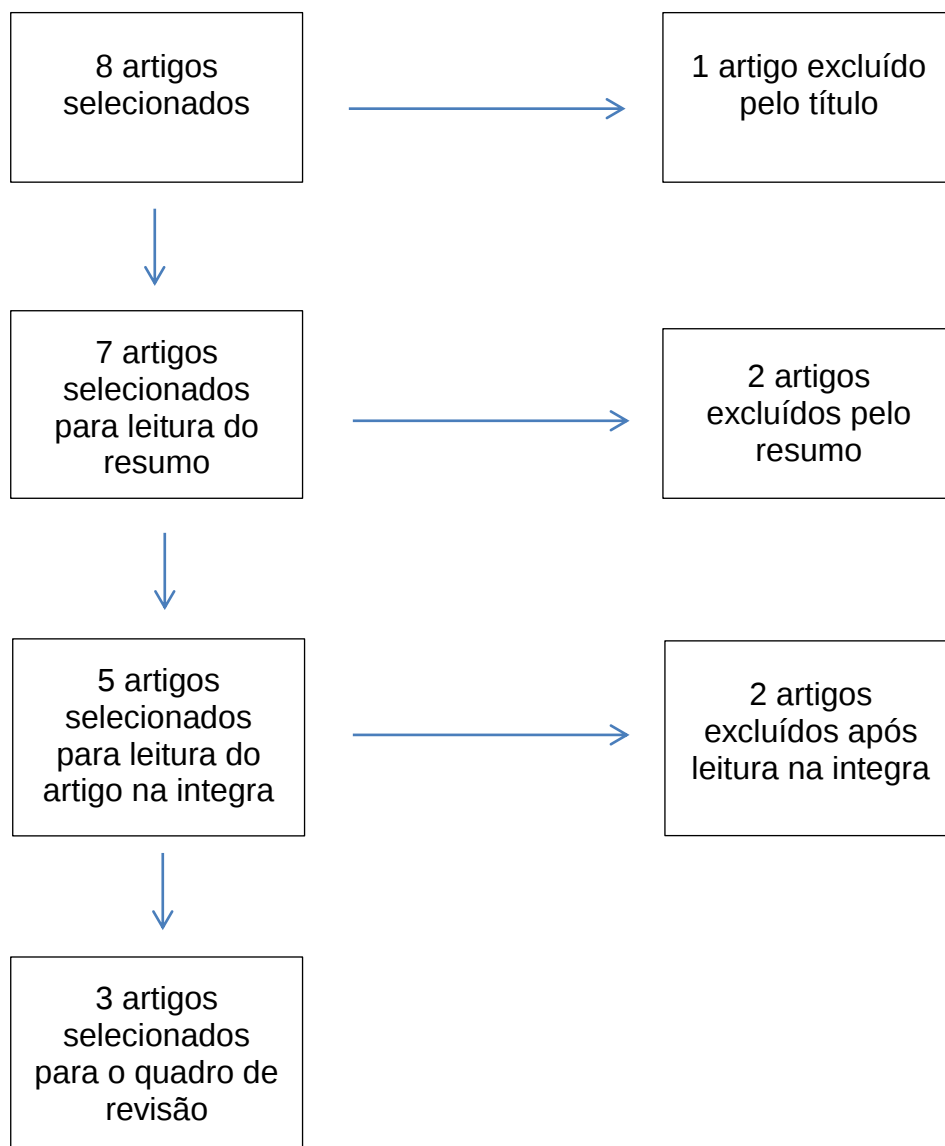


Figura 2. Fluxograma de identificação e seleção dos artigos na base de dados LILACS para revisão de literatura.

Os artigos de interesse ao presente trabalho (N=18) encontram-se resumidos no Quadro 2 e 3.

Quadro 2. Descrição dos artigos encontrados na revisão da literatura sobre estudos que validaram equações derivadas da BE já publicadas.

Autor, ano País	Amostra N/idade/sexo	Métodos de composição corporal para validação	Equações utilizadas na comparação	Principais resultados
Balas-Nakash <i>et al.</i> , 2010 México	86 mulheres com idade de 42 a 72 anos	BE e DXA	-NHANES III 2005; -Macias 2007.	A equação que apresenta a maior correlação ($r=0,80$) e obteve menor limite de concordância com o padrão-ouro é a equação NHANES III, em ambos os grupos etários (<55 anos e> ou = 55 anos).
Forrester <i>et al.</i> , 2008 Porto Rico	-97 homens soropositivos; -70 homens HIV negativos; -38 mulheres HIV- positivas; -14 mulheres HIV- negativas com idade superior a 18 anos	BE e DXA	-Lukaski 1987	A equação utilizada para verificar MLG em HIV-positivos e negativos em ambos os sexos, mostrou-se válida de acordo com o DXA. Sendo seu coeficiente de correlação de Pearson $r>0,89$. Já a acurácia foi afetada pela variação de MG em ambos os sexos.
Glaner, 2005 Brasil	44 homens militares com idade 20 a 33 anos	BE e DXA	- Carvalho e Pires Neto 1988; -Risinget 1981; -Oppliger 1991; -Segal 1988.	A equação de Segal 1988 obteve uma correlação de Pearson $r=0,981$. A equação de Segal 1988 atendeu a todos os critérios de validação.

Jager-Wittenaar <i>et al.</i> , 2014 Holanda	24 pacientes com câncer de cabeça e pescoço com mais de 18 anos	BE e DXA	Kyle 2001	Os coeficientes de correlação de concordância foram de 0,98 em todos os pontos de tempo pós-tratamento. A correlação entre a média MLG maior no tempo zero ($r=0,48$) e menor no tempo 2.
Lupoli <i>et al.</i> , 2004 Itália	27 homens e 30 mulheres de 80 anos ou mais, hospitalizados	BE e DXA	-Lukaski 1987; -Segal 1988; -RJL 1988; -Deurenberg 1990; -Rising 1991; -Kushner 1992; -Roubenoff 1997; -Kyle 2001.	O coeficiente de correlação de Pearson mostrou-se elevado nos homens nas equações de Kyle 2001 e RJL 1988 ($r=0,96$) ao comparar com a MLG do DXA. Já a concordância por Bland-Altman variou com o sexo, sendo RJL ($\pm 1,0\text{Kg}$) mais adequada para os homens e Segal ($\pm 1,1\text{Kg}$) para as mulheres.
Marques <i>et al.</i> , 2000 Brasil	44 mulheres com idade de 20 a 40 anos	BE e DXA	-Lohman 1992; -Gray 1989; -Segal - modificada por Stolarczyk 1997; -Loy 1998	Segal com sua equação modificada por Stolarczyk 1997 encontrou um coeficiente de correlação de Pearson de $r=0,92$ e concordância de 93% quando comparada com o DXA. Mostrando ser uma equação válida para obter a MLG.

Melo <i>et al.</i> , 2015 Brasil	34 mulheres com idade 60 a 71 anos	BE e DXA	- Gray 1989, - Fabricante Valhalla 1992	O melhor coeficiente de correlação de Pearson foi encontrado entre a MLG da equação de Gray 1989 ($r=0,86$) e o DXA no grupo de menor % de gordura corporal, já na análise de concordância mostrou que a equação de Valhalla 1992 obteve 82% de acurácia. Sendo esta válida para a população analisada.
Pfimer <i>et al.</i> , 2012 Brasil	9 homens e 12 mulheres com mais de 65 anos	BE e Diluição de Óxido de Deutério	-Deuremberg 1980 -Lukaski 1986 -Valência 2003	As equações mostraram alta correlação com o método diluição de óxido de deutério ($r=0,96$). Porém a equação de Valência 2003 teve uma melhor concordância com o método padrão ouro.
Spanjer <i>et al.</i> , 2017 Amsterdã	51 mulheres e 21 homens com média de idade de 58 anos	BE e DXA	Kyle 2001	Estudo com pacientes com esclerose sistêmica. A equação de Genebra (Kyle 2001) obteve um coeficiente de correlação de 0,97, sendo esta considerada adequada pelos autores para estimar a MLG em nível de grupo.
Rech <i>et al.</i> , 2008 Brasil	60 homens e 120 mulheres entre 60 e 81 anos	BE e DXA	-Deurenberg 1990; -Kyle 2001; -Dey 2003; -Sun 2003.	Nos homens, as equações de Kyle 2001 e Sun 2003 atenderam os critérios de validação por coeficiente de correlação ($r=0,90$) e Sun para mulheres ($r=0,92$). Porém a equação de Kyle foi a que obteve maior concordância em ambos os sexos. Sendo esta mais adequada para avaliar a MLG.

Steihaug <i>et al.</i> , 2016 Noruega	162 pacientes entre homens e mulheres com 65 anos ou mais	BE e DXA	-Kyle 2003; -Janssen 2006; -Tengvall 2009; -Sergi 2014.	Kyle em mulheres e Sergi para homens foram as equações com maior acurácia, 0,80 e 0,89 respectivamente, para verificar baixa a normal MMA.
--	---	----------	--	--

Quadro 3. Descrição dos artigos encontrados na revisão da literatura sobre estudos de validação de equações derivadas da BE já publicadas e equações desenvolvidas pelos autores.

Autor, ano País	Amostra N/idade/sexo	Métodos de composição corporal para validação	Equação desenvolvida	Equações utilizadas na comparação	Principais resultados
Kanellakis <i>et al.</i> , 2010 Grécia	65 mulheres com idade de 50 a 76 anos	BE e DXA	$MLG = 38.475 + 0.207 \times \text{peso} - 0.092 \times \frac{Rz}{A^2} + 0.291 \times \frac{Xc}{A^2}$	-Segal 1988; -Gray 1989; -Deurenberg1990; -Heitmann 1990; -Svendsen 1991; -Lohman 1992; -Roubenof 1997; - Piers 2000; -Kyle 2001; -Haapala 2002; -Kontogisnni 2005.	A equação derivada de BE criada, obteve uma não estatisticamente significativa correlação por Bland-Altman entre média e diferença ($p = 0,340$, $r = 0,110$) quando comparada ao DXA. Tendo esta mais acurácia do que as demais equações encontradas na literatura quando aplicada a esta população especificamente.
Kyle <i>et al.</i> , 2001 Suiça	202 homens e 141 mulheres saudáveis de 22 a 94 anos	BE e DXA	$MLG = - 4.104 + (0.518 \times A^2/R) + (0.231 \times \text{peso}) + (0.130 \times Xc) + (4.229 \times \text{sexo: homem} = 1, \text{mulher} = 0)$		O coeficiente de correlação $r = 0,986$, erro padrão da estimativa = 1,72 kg, erro técnico = 1,74 kg. Mostrando que a equação criada é adequada para a população estudada.

Kyle <i>et al.</i> , 2003 Suiça	246 homens 198 mulheres voluntários de 22 a 94 anos 213 homens 113 mulheres pacientes hospitalizados de 18 a 70 anos	BE e DXA	$MLG = -4.211 + (0.267 \times A^2/R) + (0.095 \times \text{peso}) + (1.909 \times \text{sexo}) + (-0.012 \times \text{idade}) + (0.058 \times X_c)$ (homem = 1, mulher = 0)		A correlação foi de $r = 0,977$ e $0,976$ para saudáveis e pacientes respectivamente. O erro foi levemente maior nos pacientes. Sendo assim as equações foram válidas para ambas as populações.
Langer <i>et al.</i> , 2016 Brasil	396 homens militares de 17 a 24 anos	BE e DXA	$MLG = 0.508 \times \text{peso (Kg)} + 39.234 \times (A^2/R)^{\log_{10}} - 48.263$	-Lukaski 1987; -Chumlea 1988; -Segal 1988; -Deurenberg 1990; -Deurenberg 1991; -Lohman 1992; -Kotler 1996; -Sun 2003.	As equações preditivas de MLG por BE demonstraram CCC acima de 0,80. Porém a equação desenvolvida mostrou CCC de 0,92, Foram observados amplos limites de concordância, sendo esta mais adequada para a população alvo.
Macias <i>et al.</i> , 2007 México	155 homens e mulheres de 20 a 50 anos de idade	BE e PDA (pletismografia de deslocamento de ar)	$MLG (kg) = 0.7374 \times (A^2/R) + 0.1763 \times (\text{peso Kg}) - 0.1773 \times (\text{Idade}) + 0.1198 \times (X_c) - 2.4658$		Não foi realizado o coeficiente de correlação de Pearson. Pela análise de Bland-Altman $-0.87 \pm 2.84\text{Kg}$ para MLG. Não houve diferença significativa entre a MLG estimada pela nova equação e a por PDA.
Peniche <i>et al.</i> , 2015 México	213 homens e mulheres de 60 anos ou mais	BE e DXA	$MLG = -0.05376 + (0.2394 \times A^2 (cm) / R (\Omega)) + (2.708 \times \text{sexo}) + (0.065 \times \text{peso (Kg)})$ Homem:1 Mulher:0	-Kyle 2003; -Sergi 2014.	A nova equação da BE mostrou um erro puro de 1,17, menor do que as outras equações quando comparadas ao DXA. Mostrando que a equação criada é válida para esta população.
Rush <i>et al.</i> , 2006	110 homens e 101 mulheres	BE e DXA	$MLG \text{ Homens} = 0.382 A^2/R + 0.167 \text{ peso}$	-Lukaski 1986; -Segal 1988;	O coeficiente de correlação de concordância da equação de Lukaski foi de $r = 0,88$ para homens

Nova Zelândia	indianos de 20 a 60 anos ou mais		$\text{Kg} + 0.320 A - 36.382$ $\text{MLG Mulheres} = 0.456 A^2/R + 0.127$ $\text{peso Kg} + 0.0746 X_c + 5.959$	-Rising 1991; -Kushner 1992; -Kuriyan 1998; -Kyle 2001; -Sun 2003; -Deurenberg 2003; -Bhat 2005.	e $r=0,79$ para mulheres. As equações desenvolvidas no estudo obtiveram uma predição de MLG mais adequada do que as já publicadas.
---------------	----------------------------------	--	--	--	--

4.2 Revisão da literatura

Ao longo dos anos, a literatura tem mostrado a relevância do uso da bioimpedância elétrica na população para verificação da massa livre de gordura e massa gorda, por ser um método de fácil aplicabilidade e de confiabilidade.

Foram incluídos nesta revisão 18 artigos que contemplaram os propósitos semelhantes ao presente estudo, tendo sido publicados entre 2000 a 2017, com amostras com idade entre 18 e 94 anos.

Com relação ao método de referência para análise da composição corporal, 16 autores utilizaram o DXA (Marques 2000, Kyle 2001, Kyle 2003, Lupoli 2004, Glaner 2005, Rush 2006, Forrester 2008, Rech 2008, Kanellakis 2010, Balas-Nakash 2010, Jager-Wittenaar 2014, Melo 2015, Peniche 2015, Langer 2016, Steihaug 2016, Spanjer 2017), um utilizou diluição do óxido de deutério (Pfrimer 2012) e um pletismografia por deslocamento de ar (Macias 2007). Dos artigos incluídos, sete desenvolveram equações preditivas para sua população e onze validaram equações já disponíveis na literatura.

Nos trabalhos onde foram desenvolvidas novas equações os parâmetros utilizados incluíram: R, Xc, peso, altura, idade e sexo.

Para realizar a validação entre a MLG obtida pelas equações e o DXA ou outro padrão de referência, dez estudos usaram correlação de Pearson, todos os artigos utilizaram Bland-Altman para verificar a concordância, a maior parte dos estudos realizaram a análise de validação com ambos os métodos estatísticos. Outros usaram além dos dois métodos, o teste-t para avaliar a média entre os valores das equações e o padrão ouro, e o erro puro para avaliar a acurácia entre as novas equações e as já publicadas. Três estudos utilizaram a análise do coeficiente de correlação de concordância de Lin (LIN, 1989) e outros artigos utilizaram outras análises de coeficiente de correlação.

Melo e colaboradores realizaram um estudo de comparação dos resultados da (MLG_{BE}) obtidos pelas equações de Gray *et al.*, e do fabricante Valhalla, com os valores de MLG obtidos pelo DXA (MLG_{DXA}), em uma amostra de mulheres idosas de 60 a 71 anos, divididas em dois grupos: MG% $\leq 41\%$ e MG% $> 41\%$. Os resultados da MLG_{DXA} não diferiram significativamente da obtida pela equação do fabricante Valhalla ($p > 0,01$) no grupo de mulheres com maior percentual de gordura. Quando foi utilizada a equação de Gray *et al.*, específica para idade, a MLG_{BE} diferiu significativamente ($p < 0,01$) da MLG_{DXA}, nos dois grupos. Pela

equação de Gray *et al.*, somente 9% obteve a MLG estimada dentro de um erro aceitável, inferior a 1,8kg enquanto que, pela equação Valhalla, 82% sendo uma excelente acurácia. Esta equação apresentou validade concorrente para as idosas com sobrepeso e obesidade (MELO *et al.*, 2015).

Outro estudo com mulheres, porém de idade mais jovem, realizado por Marques e colaboradores, mostrou que a equação de Segal, obteve um coeficiente de regressão ($r = 0,92$) quando comparado aos valores de MLG do DXA e um erro padrão de estimativa (EPE) de 1,61Kg de MLG, ao comparar com as outras equações utilizadas no estudo: Lohman 1992, Gray *et al.* 1989, Loy *et al.* 1998. (MARQUES *et al.*, 2000).

Já um estudo abrangendo homens saudáveis, com idade de 20 a 33 anos, comparando seis equações aplicadas a BE, observou que os valores de MLG obtidos com o uso da equação de Segal *et al.*, alcançou um coeficiente de correlação de Pearson de 0,98, sendo a equação que apresentou melhor validade concorrente, quando seus valores de MLG foram comparados ao DXA (GLANER, 2005).

Um estudo levou em consideração mulheres e homens de Porto Rico, com e sem infecção pelo vírus HIV. Foi utilizada apenas a equação de Lukaski *et al.*, 1987 na aplicação da BE. Os valores de MLG foram superestimados pela BE quando comparados com o DXA, tanto em mulheres e homens HIV-negativos ou positivos. Ao verificar o viés, encontrou-se que em homens não infectados pelo HIV e mulheres infectadas o aumento de 1Kg de MG leva a uma diminuição do viés de 0,10Kg e 0,12Kg respectivamente. Apesar de a massa gorda afetar a acurácia da estimativa de composição corporal, a equação utilizada foi considerada útil para a população do estudo (FORRESTER *et al.*, 2008).

Rangel e colaboradores realizaram um estudo com 213 idosos de ambos os sexos, saudáveis e mexicanos. Foi criada uma equação preditiva de massa muscular esquelética específica para esta população, derivada da BE. Esta nova equação teve uma média de massa muscular esquelética próxima à média do DXA, e as médias calculadas pelas equações de Kyle *et al.*, 2003 e Sergi *et al.*, 2014 foram superestimadas (1,23 e 0,79Kg). Com isso, a nova equação oferece uma melhor acurácia quando aplicada a população específica (PENICHE *et al.*, 2015).

Pfrimer e colaboradores analisaram a composição corporal de 21 idosos brasileiros. Neste estudo foram avaliadas três equações, sendo uma específica para

a população idosa brasileira. Onde foi demonstrado que a equação específica de Valência *et al.* derivada da BE tem uma alta correlação ($r= 0,97$) e melhor concordância com o método de diluição de óxido de deutério considerado o padrão-ouro para determinação de massa livre de gordura (PFRIMER *et al.*, 2012).

Um estudo com idosos hospitalizados e baixo peso, detectou que as equações, RJL 1988 e Kyle 2001 obtiveram um coeficiente de correlação de Pearson $>0,96$, sendo úteis para avaliar a composição corporal em homens idosos com baixo peso. Já a acurácia foi afetada pelo sexo, mas as equações de Segal *et al.* 1988 e RJL 1988 foram as que tiveram menor viés ao comparar a MLG com o DXA. Os autores concluem que a aplicação destas equações sugere cuidado (LUPOLI *et al.*, 2004).

Macias e colaboradores em estudo publicado em 2007 analisaram 155 adultos de 20 a 50 anos mexicanos. Nele foi criada uma equação específica derivada da BE e os resultados foram comparados com pletismografia de deslocamento de ar (PDA), mostrando que a nova equação não apresentou um viés significativo (MACIAS *et al.*, 2007).

Foi realizado um estudo com 196 mulheres obesas pós-menopáusicas para desenvolver e validar equações específicas derivadas da BE e comparadas com o DXA. Os autores concluíram que a equação criada para esta população não obteve uma correlação significativa Bland-Altman entre a média e diferença ($p = 0,340$, $r = 0,110$), quando comparada com o DXA, sendo mais confiável do que as já existentes e do que a antropométrica (KANELLAKIS *et al.*, 2010). No entanto outro estudo realizado no mesmo ano e com mulheres mexicanas, também pós-menopáusicas, concluiu que a equação de NHANES III tem maior correlação ($r=0,80$) e menor limite de concordância com o padrão-ouro DXA, quando comparada com a equação de Macias *et al.*, 2007 específica para mexicanos. (BALAS-NAKASH *et al.*, 2010).

Estudo realizado com 162 idosos com fratura de quadril, em dois hospitais noruegueses, identificou que as equações derivadas da BE elaboradas por Sergi e Kyle quando comparadas com DXA podem identificar baixa massa muscular em pacientes com fratura de quadril. Já que em homens a equação de Sergi obteve uma acurácia de 0,89 e a de Kyle em mulheres 0,80 (STEIHAUG *et al.*, 2016).

Um estudo aplicado numa população saudável indiana com 211 adultos de 19 a 74 anos, desenvolveu equações específicas por sexo e derivadas da BE. O estudo mostrou que a MLG expressa pela equação desenvolvida tem resultados

satisfatórios em homens, com viés não significativo, e pode ser aplicável às populações indianas. Porém, concluiu que nenhuma das equações publicadas na literatura, obteve resultados satisfatórios para mulheres (RUSH *et al.*, 2006).

Spanjer *et al.* analisaram 72 pacientes com esclerose sistêmica, para validação de equações de BE. No estudo foram utilizadas duas equações derivadas da BE para obter os valores de MLG, comparadas com DXA. A equação de Kyle *et al.*, 2001 obteve um coeficiente de correlação de 0,97, sendo esta considerada adequada pelos autores para estimar a MLG em nível de grupo, enquanto que em um nível individual a MLG pode variar em 4,6Kg (SPANJER *et al.*, 2017).

Kyle e colaboradores validaram a equação de Genebra numa população suíça com indivíduos de 20 a 94 anos. Ao incluírem a X_c nesta equação foi obtido uma correlação de 0,99 quando comparada com o DXA, considerada alta (KYLE *et al.*, 2001). O mesmo autor e seus colaboradores em 2003 realizaram um estudo com indivíduos saudáveis e pacientes hospitalizados, onde desenvolveram equações para prever a MLG pela BE e validar com o DXA. Mostrando que a correlação foi de 0,98 para a população saudável e um pouco menor para os pacientes, assim como o erro encontrado foi um pouco maior (7,6%), porém aceitável nos pacientes (KYLE *et al.*, 2003).

Outro estudo também utilizou a equação de Genebra para MLG, porém em pacientes maiores de 18 anos com câncer de cabeça e pescoço. Ao analisar a concordância entre BE e DXA em vários períodos após o tratamento do câncer, viu-se que os coeficientes de correlação de concordância foram de 0,98 em todos os pontos de tempo (JAGER-WITTENAAR *et al.*, 2013).

Já um estudo no Brasil, com 396 homens do exército, utilizou oito equações de BE para prever a MLG e uma criada especificamente para esta população, todas comparadas com o método padrão-ouro DXA. A equação específica de BE desenvolvida neste estudo demonstrou coeficiente de correlação de concordância de 0,92 para esta amostra, embora os autores concluam que devam ser usadas com precaução em populações com grande variedade de MLG (LANGER *et al.*, 2016).

Pesquisadores realizaram um estudo com idosos brasileiros, onde não foram criadas equações específicas, e sim usadas equações de BE encontradas na literatura. As equações foram validadas com DXA. Os resultados obtidos pelas equações de Kyle e Sun atenderam os critérios de validação por coeficiente de correlação para os homens ($r=0,90$) e Sun para mulheres ($r=0,92$). Porém a melhor

concordância para validação foi encontrada na equação de Kyle para ambos os sexos. Os autores concluem que o método de BE é válido para a predição de MLG desta população (RECH *et al.*, 2008).

Os estudos demonstraram como o coeficiente de correlação é de maior validade quando as equações de BE são criadas e validadas em uma população específica. Porém as equações não devem ser avaliadas principalmente com coeficiente de correlação, já que o coeficiente de correlação de concordância (CCC) produz um valor próximo de 1,0 apenas se houver viés mínimo e se medições emparelhadas estão de acordo. Com isso, o CCC não fornece apenas uma medida de associação entre variáveis de método, mas também indica como os valores próximos são da linha, considerando erros aleatórios e sistemáticos, sendo melhor do que o coeficiente de correlação de Pearson para validar equações (EARTHMAN, 2015).

Cabe ressaltar, que vários estudos concluíram que a variabilidade de idades, etnias e sexo a MLG na população podem alterar a acurácia dos resultados.

Portanto, convém realizar a validação da equação específica brasileira, na população de idosos. Assim auxiliando e facilitando essa avaliação na prática clínica.

5 Objetivos

5.1 Objetivo geral

Testar a validade de uma equação brasileira para ser usada na BE unifrequencial para predizer a MLG em uma população de idosos, usando como método de referência o DXA.

5.2 Objetivos específicos

- Estimar as distribuições de MLG e MG obtidas pelo DXA para uma amostra de idosos saudáveis;
- Avaliar as diferenças na composição corporal de acordo com o sexo e faixa etária;

- Determinar a validade da equação preditiva de MLG desenvolvida para população brasileira na população de idosos, através da avaliação da precisão, acurácia e erro médio da estimativa de MLG obtidas pela nova equação e compará-la com os resultados obtidos pelas equações suíça e americana;
- Avaliar a concordância e seus limites de 95% da estimativa de MLG obtidas pela nova equação e DXA utilizando o gráfico de Bland-Altman e compará-la com os resultados obtidos pelas equações suíça e americana.

6 Hipóteses

- A composição corporal diferirá significativamente entre os sexos;
- O conteúdo de MLG diminuirá com o aumento da idade em homens e mulheres;
- A equação preditiva para população brasileira apresentará valores aceitáveis de coeficiente de correlação de concordância (próximos a 1,0) com relação aos resultados do DXA;
- A equação preditiva brasileira apresentará menores resultados de erro médio (<3Kg para homens e <2,3Kg para mulheres) e menores limites de concordância pelo gráfico de Bland-Altman quando comparados aos resultados obtidos pelas equações suíça e americana.

7 Metodologia

7.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo transversal, onde serão utilizados dados secundários de uma subamostra de participantes do Consórcio de Pesquisa 2013/14 da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), denominado de COMO VAI? (Consórcio de Mestrado Orientado para a Valorização da Atenção ao Idoso). O estudo em questão avaliou idosos não institucionalizados habitantes da zona urbana de Pelotas

(RS). Detalhes do estudo principal podem ser obtidos em publicação específica (BARBOSA-SILVA *et al.*, 2016).

7.2 Amostra

Estudo transversal baseado em dados de um subestudo que ocorreu de março a outubro de 2014. Este subestudo faz parte de um estudo maior chamado “COMO VAI?” (Consórcio de Mestrado Orientado para a Valorização da Atenção ao Idoso), que avaliou idosos (60 anos ou mais) não-institucionalizados e aparentemente saudáveis habitantes da zona urbana de Pelotas (RS).

7.3 Fatores de inclusão e exclusão

Foram excluídos idosos incapazes de realizarem os testes solicitados, seja por incapacidade mental ou física. Por incapacidade física, definiu-se não possuir no mínimo uma mão; não possuir no mínimo uma perna para medida antropométrica de circunferência da panturrilha; ou incapacidade de realizar o teste da marcha, mesmo com auxílio de bengalas, muletas ou similares.

7.4 Cálculo do tamanho da amostra

O subestudo de composição corporal teve como base a amostra previamente definida para o estudo principal, e, deste, estimou-se a necessidade de convidar 266 idosos (estimativa propositalmente superestimada, visando contornar eventuais perdas e recusas).

7.5 Instrumentos e Variáveis Coletadas

Foram elaborados manuais de instruções específicos para o estudo e para o subestudo, com o objetivo de padronizar a coleta dos dados.

Realizaram-se treinamentos específicos de métodos de obtenção de dados antropométricos com todos os profissionais envolvidos na coleta de dados.

7.5.1 Dados sociodemográficos

Durante a realização do subestudo uma pessoa da equipe treinada coletou os dados de idade e sexo dos idosos na Clínica do Centro de Pesquisas Dr. Amílcar Gigante.

7.5.2 Peso e altura

O peso considerado foi aferido durante o subestudo. Para tal, foi utilizada balança digital (Tanita UM-080; Tanita, Japão) com capacidade de 150kg e precisão de 100g, aferido na Clínica.

. A altura considerada foi aferida durante o subestudo. Para tal, foi utilizado um estadiômetro metálico fixo (CMS Weighting Equipment; Reino Unido) com 200cm de extensão e precisão de 1mm, aferido na Clínica.

O IMC foi calculado pela fórmula $\text{peso}/\text{altura}^2$ (kg/m^2), com base em aferidos durante a realização do subestudo, na Clínica do Centro de Pesquisas em Saúde Dr. Amílcar Gigante. Os indivíduos foram categorizados quanto à presença de baixo peso ($\text{IMC} < 22 \text{kg}/\text{m}^2$) ou não de acordo com os pontos de corte estabelecidos por Lipschitz (Lipschitz, 1994) para idosos.

7.5.3 Bioimpedância elétrica

Para análise de composição corporal por BE foi utilizado a BE unifrequencial (Quantum BIA-101Q; RJL Systems, Estados Unidos).

Os testes foram realizados através de metodologia adequada (KYLE *et al.*, 2004), com repouso em posição supina por pelo menos 10 minutos antes da realização dos testes. Os eletrodos foram colocados nas mãos e nos pés, após limpeza da pele, conforme padronização pelo National Institute of Health Technology. Foram obtidas 3 medidas de R e Xc e utilizada a menor entre elas.

Os valores de R e Xc obtidos na amostra de idosos serão aplicados a equação descrita abaixo, desenvolvida para a população brasileira por Gonzalez *et al.* (Artigo submetido para publicação).

Homens: % para MLG = $-145.7735 - [0.0947 \times \text{resistência } (\Omega)] + [0.2014 \times \text{reactância } (\Omega)] + [0.6995 \times \text{altura (cm)}] + \left(\frac{1159.3860}{\sqrt{\text{peso (Kg)}}} \right)$

Mulheres: % para MLG = $-118.1866 - [0.0556 \times \text{resistência } (\Omega)] + [0.1378 \times \text{reactância } (\Omega)] + \left(\frac{847.0996}{\sqrt{\text{peso (Kg)}}} \right) + [0.6153 \times \text{altura (cm)}]$

7.5.4 Absorciometria por dupla emissão de raio-X

O método de avaliação da composição corporal adotado como padrão-ouro no presente estudo foi o DXA, (Lunar Prodigy; GE Healthcare, Reino Unido), e sua utilização deu-se durante o subestudo, na ocasião da visita à Clínica.

O DXA pode ser utilizado em indivíduos de qualquer idade e sexo devido à baixa exposição à radiação, exceto em mulheres grávidas. A exposição durante um exame de corpo inteiro varia de 0,02 a 1,5 mRem. Para a realização da avaliação dos componentes de MLG e MG não são necessários preparos especiais. Porém existem limitações relativas ao tamanho da cama. Indivíduos com altura, peso e largura superior a 1,93m, 100kg e 65cm, respectivamente, não podem ser medidos com acurácia. Além disso, o correto posicionamento do indivíduo é imprescindível para a obtenção de um resultado preciso (Figura 1). Outro cuidado é o uso de materiais metálicos no momento do exame, os quais precisam ser retirados para evitar erros nas estimativas.

Os valores de MLG (em kg) foram obtidos como a somatória dos valores de tecidos moles e componente ósseo dos membros e tronco.

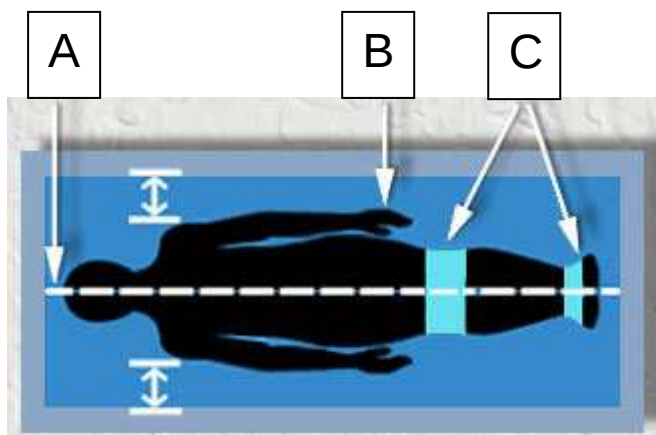


Figura 1 - Posicionamento do paciente para o exame de corpo inteiro.

A: indivíduo centralizado na mesa, use a linha central da mesa como referência; B: mãos viradas para lado com os polegares para cima, com as palmas direcionadas para as pernas e os braços esticados ao longo do corpo; C: utilize as faixas de velcro para unir os joelhos e tornozelos do indivíduo.

7.6 Logística

O subestudo de composição corporal transcorreu de março a outubro de 2014, e a logística do referido estudo pode ser acessada no relatório de trabalho de campo, o qual se encontra no apêndice deste volume.

No presente estudo a equação específica desenvolvida para população brasileira será aplicada à amostra de idosos que compareceu a Clínica (N=192), utilizando os parâmetros coletados: peso, altura, R e Xc. As equações são específicas por sexo. Os valores de MLG obtidos pelo DXA servirão de referência para os dados de composição corporal, permitindo a validação da equação proposta para esta população.

7.7 Análise e processamento dos dados

Os dados coletados no subestudo de composição corporal foram preenchidos manualmente pelos componentes da equipe durante a realização dos exames. Posteriormente foi gerado um banco de dados através de dupla digitação e avaliação dos discordantes.

Os dados serão analisados no pacote estatístico STATA 14.0 (Stata Corp., College Station, Texas, USA). As variáveis categóricas serão descritas usando frequências absolutas e relativas, e as contínuas serão descritas como média e desvio padrão (mediana e intervalo interquartil no caso de variáveis assimétricas).

A comparação dos valores de % MLG encontrados a partir da equação brasileira e as equações de Genebra (Kyle 2001) e NHANES III serão realizadas através do test-t pareado, além de avaliação da precisão e acurácia, tendo como método de referência os valores obtidos a partir do DXA. Também será avaliado o coeficiente de correlação de concordância, além de estimativas de limites de concordância a partir dos gráficos de Bland-Altman. As análises serão estratificadas por sexo.

7.8 Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da UFPel. A participação no subestudo foi voluntária, e todos os participantes receberam em suas residências uma carta-convite/Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e subsequentemente houve o contato telefônico. Os indivíduos que aceitaram participar foram até a Clínica do Centro de Pesquisas Epidemiológicas Dr. Amílcar Gigante e preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido fornecido pelos organizadores do estudo. Os idosos ficaram com uma das cópias, e a outra foi guardada, sob responsabilidade da equipe.

Os entrevistados tinham o direito de recusa à participação tanto no estudo principal quanto no subestudo. Eles também podiam optar pela interrupção da pesquisa em qualquer momento e da manutenção de sigilo dos dados informados.

8 Cronograma

Tabela 1. Cronograma

Etapa prevista	Período
Elaboração do projeto	Outubro/2017 – Julho/2018
Revisão de literatura	Outubro/2017 – Fevereiro/2019
Qualificação do projeto	Agosto/2018
Análise e processamento dos dados	Setembro e Outubro/2018
Redação do artigo	Novembro/Dezembro/2018
Entrega e defesa da dissertação	Fevereiro/2019

9 Orçamento

Não haverá custo para o desenvolvimento do estudo uma vez que se trata da análise de dados coletados previamente.

Referências

BALAS-NAKASH, M. et al. Validation of body composition estimation equations by bioelectric impedance in postmenopausal women with metabolic syndrome. **Rev Invest Clin**, v. 62, n. 6, p. 538-45, Nov-Dec 2010.

BARBOSA-SILVA, T. G.; BIELEMANN, R. M.; GONZALEZ, M. C.; MENEZES, A. M. B. Prevalence of sarcopenia among community-dwelling elderly of a medium-sized South American city: results of the COMO VAI? study. **J Cachexia Sarcopenia Muscle**, v. 7, n. 2, p. 136-43, May 2016.

BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. M. C.; ROCHE, A. F. Bioelectric Impedance for Body Composition. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 18, p. 193-224, 1990.

Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. **Am J Clin Nutr**, v. 64, n. (3 Suppl), p. 524S-532S, Sep 1996.

EARTHMAN, C. P. Body Composition Tools for Assessment of Adult Malnutrition at the Bedside: A Tutorial on Research Considerations and Clinical Applications. **JPEN J Parenter Enteral Nutr**, v. 39, n. 7, p. 787-822, Sep 2015.

EICKEMBERG, M.; DE OLIVEIRA, C. C.; RORIZ, A. K. C.; SAMPAIO, L. R. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. **Rev. Nutr.** v. 24, n. 6, Nov-Dec 2011.

ELLIS, K. J. Human body composition: in vivo methods. **Physiol Rev**, v. 80, n. 2, p. 649-80, Apr 2000.

FORRESTER, J. E.; SHEEHAN, H. M.; JOFFE, T. H. A Validation study of body composition by bioelectrical impedance analysis in human immune deficiency virus (HIV)-positive and HIV-negative Hispanic men and women. **J Am Diet Assoc**, v. 108, n. 3, p. 534-8, Mar 2008.

GLANER, M. F. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. **Rev. Bras. Cine. Des. Hum**, v. 7, n. 1, p. 5-11, May 2005.

HORI, L. M.; GONZALEZ, M. C.; TORRINHAS, R. S.; CECCONELLO, I.; WAITZBERG, D. L. New Specific Equation to Estimate Resting Energy Expenditure in Severely Obese Patients. **Obesity**, v. 19, n. 5, p. 1090-1094, May 2011.

HORTON, J. W.; VAN RAVENSWAAY, A.C. Electrical impedance of the human body. **J Franklin Inst**, v. 20, p. 557-572, 1935.

JAGER-WITTENAAR, H. et al.; Validity of bioelectrical impedance analysis to assess fat-free mass in patients with head and neck cancer: an exploratory study. **Head Neck**, v. 36, n. 4, p. 585-91, Apr 2014.

KANELLAKIS, S.; KOURLABA, G.; MOSCHONIS, G.; VANDOROU, A.; MANIOS, Y. Development and validation of two equations estimating body composition for overweight and obese postmenopausal women. **Maturitas**, v. 65, n. 1, p. 64-8, Jan 2010.

KYLE, U. G. et al. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. **Nutrition**, v. 17, n. 3, p. 248-53, Mar 2001.

KYLE, U.G.; GENTON, L.; HANS, D.; PICHARD, C. Validation of a bioelectrical impedance analysis equation to predict appendicular skeletal muscle mass (ASMM). **Clinical Nutrition**, v. 22, n. 6, p. 537-543, Dec 2003.

KYLE, U.G. et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. **Clinical Nutrition**, v. 23, n. 6, p. 1430-53, Dec 2004.

LANGER R. D.; BORGES, J. H.; PASCOA, M. A.; CIROLINI, V. X.; GUERRA-JÚNIOR, G.; GONÇALVES, E. M. Validity of Bioelectrical Impedance Analysis to Estimation Fat-Free Mass in the Army Cadets. **Nutrients**, v. 8, n. 3, p. 121, Mar 2016.

LIPSCHITZ, D. A. Screening for nutritional status in the elderly. **Primary care**, v. 21, n. 1, p. 55-67, 1994.

LUPOLI, L. et al. Body composition in underweight elderly subjects: reliability of bioelectrical impedance analysis. **Clin Nutr**, v. 23, n. 6, p. 1371-80, Dec 2004.

MACIAS, N.; ALEMÁN-MATEO, H.; ESPARZA-ROMERO, J.; VALENCIA, M. E. Body fat measurement by bioelectrical impedance and air displacement plethysmography: a cross-validation study to design bioelectrical impedance equations in Mexican adults. **Nutr J**, n. 6, p. 18, Aug 2007.

MARQUES, M. B.; HEYWARD, V.; PAIVA, C. E. Validação cruzada de equações de bio-impedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). **Rev. bras. ciênc. mov**, v. 8, n. 4, p. 14-20, Set 2000.

MELO, G. F.; AMÉRICO, D. R.; GLANER, M. F. Fat-free mass in overweight and obese older women: analysis of concurrent validity of bioelectrical impedance equations. **Rev. Bras. Cine. Des. Hum**, v. 17, n. 5, p. 583-591, Sept.-Oct 2015.

MOON, J. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. **Eur. J. Clin. Nutr**, 67, p. S54–S59, 2013.

NYBOER, J. et al. Electrical Impedance Plethysmography. p. 243, 1959.

PENICHE, D. B. R.; RAYA, G. G.; ALEMAN-MATEO, H. Accuracy of a predictive bioelectrical impedance analysis equation for estimating appendicular skeletal muscle mass in a non-Caucasian sample of older people. **Arch Gerontol Geriatr**, v. 6, n. 1, p. 39-43, Jul-Ago 2015.

PFRIMER, K.; MORIGUTI, J. C.; LIMA, N. K.; MARCHINI, J.S.; FERRIOLLI, E. Bioelectrical impedance with different equations versus deuterium oxide dilution method for the inference of body composition in healthy older persons. **J Nutr Health Aging**, v. 6, n. 2, p. 124-7, Feb 2012.

PRADO, C. M. M.; HEYMSFIELD, S. B. Lean tissue imaging: a new era for nutritional assessment and intervention. **JPEN J Parenter Enteral Nutr**, v. 38, n. 8, p. 940-953, Nov 2014.

RECH, C. R.; CORDEIRO, B. A.; PETROSKI, E. L.; VASCONCELOS, F. A. Validation of bioelectrical impedance for the prediction of fat-free mass in Brazilian elderly subjects. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v. 52, n. 7, p. 1163-71, Oct 2008.

RUSH, E. C.; CHANDU, V.; PLANK, L. D. Prediction of fat-free mass by bioimpedance analysis in migrant Asian Indian men and women: a cross validation study. **Int J Obes (Lond)**, v. 30, n. 7, p. 1125-31, Jul 2006.

SERGI, G.; DE RUI, M.; STUBBS, B.; VERONESE, N.; MANZATO, E. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. **Aging Clin Exp Res**, v. 29, n. 4, p. 591–597, Aug 2017.

SNIJDER, M. B.; KUYF, B. E.; DEURENBERG, P. Effect of body build on the validity of predicted body fat from body mass index and bioelectrical impedance. **Ann Nutr Metab**, v. 43, n. 5, p. 277–285, 1999.

SPANJER, M. J.; BULTINK, I. E. M.; DE VAN DER SCHUEREN, M. A. E.; VOSKUYL, A. E. Prevalence of malnutrition and validation of bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in patients with systemic sclerosis. **Rheumatology (Oxford)**, v. 56, n. 6, p. 1008-1012, Jun 2017.

STEIHAUG, O. M.; GJESDAL, C. G.; BOGEN, B.; RANHOF, A. H. Identifying Low Muscle Mass in Patients with Hip Fracture: Validation of Bioelectrical Impedance Analysis and Anthropometry Compared to Dual Energy X-ray Absorptiometry. **J Nutr Health Aging**, v. 20, n. 7, p. 685-90, 2016.

WANG, J.G. et al. Comparison of two bioelectrical impedance analysis devices with dual energy X-ray absorptiometry and magnetic resonance imaging in the estimation of body composition. **J Strength Cond Res**, v. 27, n. 1, p. 236-43, Jan 2013.

APÊNDICE

RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO DO SUBESTUDO

Thiago Gonzalez Barbosa-Silva

Pelotas, 2014

INTRODUÇÃO

O Consórcio de Pesquisa 2013/14 da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), apelidado de *COMO VAI?* (Consórcio de Mestrado Orientado para a Valorização da Atenção ao Idoso), teve como foco a avaliação de indivíduos de 60 anos ou mais habitantes da área urbana de Pelotas, Brasil, em variados aspectos. Tal avaliação, de modo geral, se deu por meio de entrevistas domiciliares e da aplicação de testes e questionários. Porém, questões mais específicas, referentes à composição corporal desses idosos, não puderam ser devidamente estudadas nesse contexto, dadas as peculiaridades dos métodos de avaliação pretendidos: instrumentos não-portáteis, de aplicação demorada e que requerem manuseio por profissionais treinados.

Portanto, para resolver tal problema, alguns mestrandos e orientadores juntaram esforços para a realização de um subestudo voltado especificamente para a avaliação da composição corporal, de logística diferente do estudo principal a que está aninhado, utilizando uma subamostra da população desse. Foi o surgimento do presente estudo, aqui descrito.

Com base nos objetivos específicos dos mestrandos interessados no tema, foram elaborados projetos individuais, anexados ao projeto do estudo principal, e concomitantemente submetidos ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Medicina (FAMED) da UFPel através da Plataforma Brasil no dia 19 de novembro, sob o número de protocolo 201324538513.1.0000.5317. No dia posterior ao envio, o projeto foi aprovado pelo CEP.

INTEGRANTES DO SUBESTUDO

O subestudo aqui apresentado foi coordenado pelo mestrando Thiago Gonzalez Barbosa e Silva, sob orientação das Dras. Ana Maria Baptista Menezes, Maria Cristina Gonzalez e Renata Moraes Bielemann. Ainda,

contou com a colaboração da mestranda Caroline dos Santos Costa, sob orientação do Dr. Juraci Almeida Cesar e da Doutoranda Bruna Celestino Schneider. Por fim, integraram a equipe o técnico em radiologia contratado Éder Silva Gonçalves, a estagiária de pós-graduação em nutrição Deise Cristina Veleda Modesto e estagiárias do curso de nutrição da UFPel vinculadas ao Centro de Pesquisas Epidemiológicas (CPE).

INSTRUMENTOS

Os idosos participantes do subestudo eram submetidos aos seguintes exames: entrevista referentes a dados sociodemográficos; aferição de peso em balança digital (Tanita UM-080; Tanita, Japão); aferição de altura em estadiômetro metálico fixo (CMS Weighting Equipment; Reino Unido); aferição de circunferência e comprimento dos braços e das coxas (com marcação do ponto médio das mesmas) por fita métrica metálica não-distensível (Cescorf; Brasil); medida do músculo adutor do polegar (MAP) com plicômetro (Lange Skinfold Caliper; Estados Unidos); bioimpedância elétrica (BIA) unifrequencial (Quantum BIA-101Q; RJL Systems, Estados Unidos) e multifrequencial (Quadscan 4000; Bodystat Limited, Reino Unido); absorciometria de duplo feixe – DXA (Lunar Prodigy; GE Healthcare, Reino Unido); aplicação do questionário de triagem de sarcopenia SARC-F (Malmstrom e Morley, 2013); mensuração da espessura braquial e da coxa bilateral através de ultrassom convencional (Xario SSA-660A, com transdutor de 8MHz; Toshiba, Japão) e ultrassom de modo A (Bodymetrix; IntelaMetrix, Estados Unidos).

MANUAL DE INSTRUÇÕES

Foi elaborado um manual de instruções geral do subestudo, visando padronizar a aplicação dos exames através de um protocolo previamente

definido e melhor estabelecer a logística de andamento da visita. O mesmo encontra-se anexado ao projeto de pesquisa dos mestrandos envolvidos.

TREINAMENTO

Cada profissional envolvido recebeu um treinamento específico para os exames pelos quais seria responsável. A antropometrista (mestranda Caroline) havia sido previamente padronizada em todas as medidas envolvidas, tendo ficado responsável pela coleta de peso, altura, circunferências e comprimentos de membros e MAP. O técnico em radiologia (Éder Gonçalves) possui ampla experiência prévia com o DXA e recebeu treinamento específico para aplicação das duas modalidades de BIA. O mestrando Thiago foi um dos responsáveis pelo processo de tradução do questionário SARC-F para o português (em validação nesse subestudo), em trabalho conjunto com o autor do instrumento; passou por treinamentos presenciais para ultrassonografia antropométrica convencional em centros de pesquisa que já possuem experiência com o assunto [departamento de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e departamento de radiologia do Hospital Nossa Senhora da Conceição (HNSC – POA)]; e recebeu treinamento intensivo para utilização da ultrassonografia de modo A pelos próprios fabricantes do instrumento, por videoconferência, além de manter contato frequente com os mesmos para esclarecimento de dúvidas ao longo do subestudo.

AMOSTRA E PROCESSO DE AMOSTRAGEM

O processo de amostragem para o subestudo teve como base a amostra previamente definida para o estudo principal. Com base na população total de idosos estudados, adotou-se a estratégia de amostragem determinística, através do estabelecimento de dois meses de nascimento (a

saber: março e setembro) para selecionar os idosos convidados a participarem do subestudo.

Tendo em mente o número aproximado de 1.600 idosos a serem entrevistados no estudo principal, imaginou-se que, deterministicamente, a distribuição de mês de nascimento dos mesmos se daria de forma relativamente homogênea ($1.600/12 =$ aproximadamente 133 idosos nascidos em cada mês do ano).

O número amostral do subestudo foi determinada em reuniões com coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia (PPGE). Inicialmente, optou-se por calcular a amostra pelos métodos convencionais, o que resultaria em um número impraticável de idosos a serem convidados a participar do subestudo (em torno de 400). Em um segundo momento, após extensa revisão bibliográfica, adotou-se um modelo empírico de definição de número amostral de subestudos de desfechos múltiplos, por sugestão do Dr. César Gomes Victora, estimado em 200 participantes. Por se tratar de um estudo voluntário e presencial, que envolvia deslocamento de pessoas de idade e, até certo ponto, fragilizadas, flexibilizou-se a margem de perdas e recusas para um total de 20%, gerando um N necessário de convidados de 240 idosos.

Ao optar pelos meses de março e setembro, teoricamente teríamos um total de 266 idosos convidados a participar do subestudo, o que seria adequado para nossas necessidades amostrais. Além disso, a escolha dos meses foi baseada no projeto de pesquisa do mestrando Fernando Pires Hartwig, que, ao se propor a coletar material genético de idosas nascidas em janeiro, março, maio, junho, agosto, setembro, outubro e dezembro, permitiu aos mestrandos envolvidos cogitar a realização de estudos futuros no mesmo universo subamostral (relações entre composição corporal e genética). Portanto, a coordenação do subestudo escolheu dois meses entre os seis já selecionados pelo mestrando Fernando, buscando o intervalo máximo entre eles (6 meses) para minimizar vieses de seleção.

ESTUDO-PILOTO

O estudo-piloto foi realizado no dia 12/03/14, com dois idosos (um homem e uma mulher) captados através do estudo-piloto do estudo principal. Os mesmos não estavam incluídos na amostra do Consórcio, e não fizeram parte do universo amostral do subestudo.

LOGÍSTICA

Na ocasião da aplicação das entrevistas do estudo *COMO VAI?*, pessoas de 60 anos ou mais entrevistadas nascidas nos meses de março ou setembro recebiam a carta-convite / termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) referente ao subestudo, para que pudessem familiarizar-se com o convite que lhes seria feito subsequentemente via contato telefônico. Dessa maneira, os autores acreditam que os idosos teriam maior autonomia para ler o TCLE sozinhos ou com a ajuda de familiares / amigos, podendo julgar se gostariam ou não de participar do subestudo sem sofrer influência, mesmo que não-intencional, das entrevistadoras.

Os idosos entrevistados no estudo *COMO VAI?* eram registrados em um banco de dados geral, que também dispunha de seus telefones de contato e endereço residencial. Então, semanalmente, os mestrandos envolvidos filtravam o banco de dados geral para selecionar os idosos nascidos nos meses objetivados, e alimentavam uma nova planilha – específica do subestudo.

Através de contato telefônico, os idosos eram convidados a participar do estudo. Nesse contato era feito o esclarecimento de dúvidas, o agendamento da visita dos idosos à clínica, e verificada a necessidade ou não de auxílio para o deslocamento até a clínica onde foram realizados os exames (inserida no CPE). A participação era voluntária, e os idosos tinham total liberdade de optar por não participar do subestudo. Quando a negativa era informada à secretária de agendamento, o coordenador realizava uma segunda ligação, subsequentemente, para tentar esclarecer aspectos que possam ter influenciado a não-participação no subestudo – e, na maioria das

vezes, essas recusas iniciais eram revertidas com sucesso. Quando a negativa inicialmente era dada ao coordenador do estudo, ou quando era confirmada após a ligação da secretaria e do coordenador, ficava caracterizada uma recusa. “Perdas” foram caracterizadas como idosos que não foram encontrados via telefone no mínimo em 3 tentativas, em diferentes ocasiões, ou após subsequente visita ao domicílio sem sucesso pelo coordenador. Entre esses, também, se incluíam os idosos que mudaram de cidade entre a entrevista e a ocasião do convite para o subestudo; idosos que mudaram-se de domicílio e/ou telefone, sem deixar contato com vizinhos; ou idosos que faleceram entre os dois momentos de contato.

A equipe do subestudo trabalhou nos seguintes turnos: quartas-feiras pela manhã, quintas-feiras pela manhã e pela tarde, e eventuais turnos extras quando necessário. Era oferecido aos idosos participantes o transporte domiciliar, realizado pelo próprio coordenador (que se disponibilizava a buscar e levar em casa idosos com dificuldades motoras, cognitivas, ou que não dispusessem de condições para se deslocar por conta própria até o CPE). Para os demais, era oferecido ressarcimento do deslocamento via vales-transporte (para o idoso e para o acompanhante, quando fosse o caso); porém, esse método de ressarcimento foi necessário apenas uma vez em todo o andamento do estudo, visto que os idosos de 60 anos ou mais não pagam passagem de ônibus, ou não sentiam a necessidade de ressarcimento pelo deslocamento – mesmo que oferecido.

Ao chegar na clínica, cada idoso era recepcionado por uma estagiária de plantão, que coletava dados sociodemográficos e começava o preenchimento dos prontuários impressos do subestudo. Essa estagiária também era responsável pela coleta do TCLE assinado (fornecendo outra cópia, que ficava em posse do idoso). Os idosos eram levados a um vestiário, onde colocavam roupas adequadas para a aplicação dos testes (camisetas sem mangas e bermudas, facilitando o acesso aos membros) e retiravam artefatos metálicos.

A primeira sala onde o idoso era encaminhado era a chamada Sala de Antropometria, onde eram aferidos o peso, a altura, circunferência e comprimento de braços e coxas e a medida do músculo adutor do polegar (Figura 1).



Figura 1 - Fotos ilustrativas dos procedimentos realizados na Sala de Antropometria, pela mestrande Caroline. Fotos obtidas e reproduzidas com consentimento da paciente.

A segunda sala para a qual o idoso era encaminhado era a chamada Sala do DXA, sob responsabilidade do técnico Éder e do mestrando Thiago. Nessa sala, eram realizados os exames de DXA e as duas modalidades de BIA (essas, após 10 minutos de repouso sobre a cama do DXA) (Figura 2).

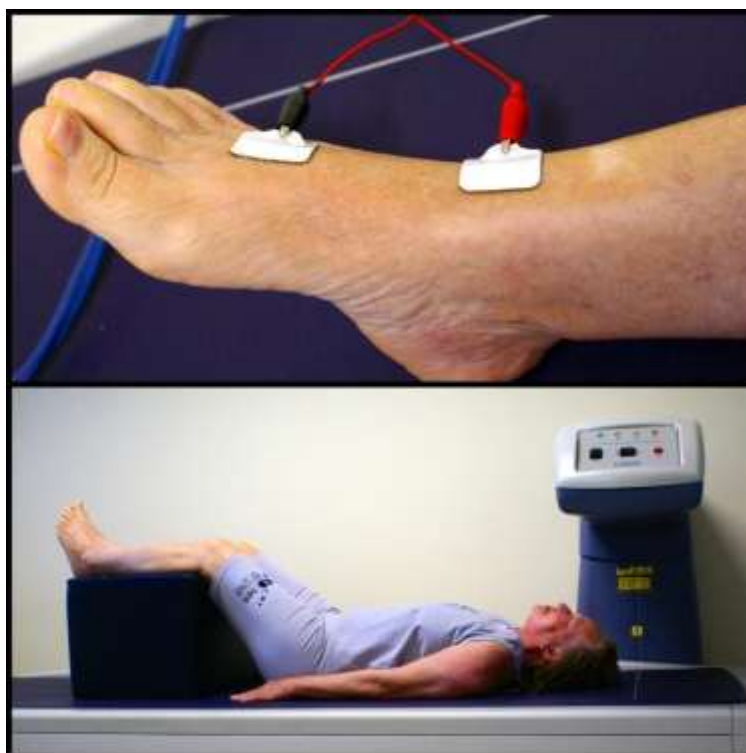


Figura 2 - Fotos ilustrativas dos procedimentos realizados na Sala do DXA. Fotos obtidas e reproduzidas com consentimento da paciente.

A terceira e última sala do subestudo era a chamada Sala do Ultrassom, sob responsabilidade do mestrando Thiago. Nessa sala, era aplicado o questionário SARC-F e realizados os exames de ultrassonografia convencional e de modo A (Figura 3). Ao final dos exames, o idoso era questionado quanto ao método de deslocamento para a clínica e quanto à necessidade de ressarcimento pelo transporte.



Figura 3 - Fotos ilustrativas dos procedimentos realizados na Sala do Ultrassom, pelo mestrando Thiago. Fotos obtidas e reproduzidas com consentimento da paciente.

Por fim, o idoso era encaminhado ao vestiário, para que pudesse trocar de roupa e devolver as roupas utilizadas durante o subestudo. Ainda, recebiam orientações quanto à subsequente entrega do resultado dos exames em seu próprio domicílio, por correio, após a análise completa dos dados do subestudo.

CONTROLE DE QUALIDADE

Numa tentativa de garantir a qualidade das informações coletadas, medidas foram tomadas em diferentes etapas do processo do subestudo.

Para confirmar o mês de nascimento dos participantes, e, assim, sua elegibilidade para o subestudo, a informação referente à data de nascimento era coletada novamente na primeira abordagem do idoso na clínica. Além disso, para conferir se idosos elegíveis não estavam deixando de ser captados e, subsequentemente, convidados a participar do estudo, a data de nascimento era uma das perguntas do controle de qualidade aplicado no estudo principal.

Entre a etapa de entrevistas e a etapa de comparecimento à clínica, buscava-se ter o menor intervalo de tempo possível (dependendo da disponibilidade dos idosos), visando evitar alterações físicas e comportamentais que poderiam ocorrer no período decorrido entre o estudo e o subestudo e, assim, afetar os resultados.

Os dados coletados no subestudo foram preenchidos manualmente pelos componentes da equipe durante a realização dos exames. Esses dados, posteriormente, foram digitados pelos mestrandos Caroline e Thiago independentemente (dupla digitação); quando havia discordância entre as informações, os formulários impressos (originais) e o banco de dados do estudo principal eram conferidos, até que houvesse consenso entre os mestrandos.

RESULTADOS GERAIS

A coleta de dados do subestudo transcorreu de 26 de março até o dia 1º de outubro de 2014, com alguns períodos de interrupção por problemas técnicos.

Ao final do trabalho de campo do estudo principal, o número de idosos encontrados nascidos em março e setembro foi de 241. Desses, dois encontravam-se em hospitalização domiciliar; um foi hospitalizado (paciente terminal, oncológico); e um faleceu entre no período entre a entrevista e o convite para o subestudo; sendo, portanto, excluídos da amostra.

Entre os 237 idosos restantes (N=237), 192 (81%) compareceram à clínica e foram devidamente avaliados; 17 (7,2%) foram considerados como

perdas, e 28 (11,8%), recusas. As perdas, basicamente, se deveram por motivo de mudança dos idosos para outros domicílios sem deixar contato com vizinhos; mudança de telefone, sem sucesso na tentativa de contato presencial subsequente; ou mudança de cidade. Já, entre as recusas, os principais motivos referidos foram a falta de tempo livre, a recusa em fazer novos exames (por considerar sua saúde adequada), ou, simplesmente, a falta de desejo em participar dessa nova etapa da pesquisa. Apenas um idoso referiu que não quis participar por condições precárias de saúde para deslocar-se ao CPE – o que era uma preocupação dos organizadores no início do estudo, capaz de enviesar de forma significativa os resultados, mas, aparentemente, não se confirmou.

As características descritivas referentes a sexo e faixa etária entre participantes e não-participantes são apresentadas na Tabela 1. Os grupos foram similares nos quesitos avaliados, com exceção da classe econômica, que atingiu o limite mínimo de significância estatística de $p < 0,05$; tal fato pode ser atribuído, talvez, à falta de informações referentes a essa variável coletada no estudo principal (9 entre participantes, e 4 entre não-participantes).

Tabela 1 - Dados comparativos entre participantes e não-participantes (perdas e recusas) do subestudo.

Variáveis	Participantes	Não-Participantes	<i>p</i>
Sexo			0,559*
Feminino	119 (80,9)	28 (19,1)	
Masculino	73 (81,1)	17 (18,9)	
<i>Total</i>	192	45	
Faixa Etária			0,562**
60-69	105 (83,3)	21 (16,7)	
70-79	62 (79,5)	16 (20,5)	
≥80	25 (75,8)	8 (24,2)	
<i>Total</i>	192	45	
Classe econômica^a			0,049**
A/B	71 (89,8)	8 (10,2)	
C	97 (78,2)	27 (21,78)	
D/E	15 (71,4)	6 (28,6)	
<i>Total</i>	183	41	
Fisicamente inativos^b			0,863*
Sim	120 (80,00)	30 (20,00)	
Não	66 (81,5)	15 (18,5)	
<i>Total</i>	186	45	

^aClasse econômica de acordo com critérios da Associação Brasileira de Estudos Populacionais (ABEP); ^b<150/min semanais de atividade física de lazer + deslocamento, segundo o International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)

*teste exato de Fisher; ** teste do chi-quadrado

ORÇAMENTO

O subestudo foi financiado, basicamente, por recursos próprios do mestrando Thiago. No total, foram gastos R\$ 8.235,50, conforme demonstrado na Tabela 2.

Entre os gastos apresentados, não foram contabilizados os gastos com impressões (domiciliares, ou cobertos pelo estudo principal, no caso dos TCLEs); os gastos com eletrodos para bioimpedância (estoque pessoal dos coordenadores do subestudo); e os gastos com deslocamento dos idosos

que necessitavam ser buscados em casa (recursos próprios do mestrando, não contabilizados) Os gastos com divulgação dos resultados individuais, a serem entregues para os participantes ao final da análise dos dados, ainda não tem valor definido até o presente momento; porém, posteriormente, serão cobertos pelo mestrando.

Tabela 2 - Gastos do subestudo.

Item	Quantidade	Custo total (R\$)
Vales-transporte	2	5,50
Álcool-gel	1 frasco	5,00
Café para a sala de Espera	1 pacote	5,00
Gel para ecografia	1 frasco	20,00
Despesas com Lavanderia	--	200,00
Pagamento do técnico em radiologia	8 meses	8.000,00
Total	--	8.235,50

REFERÊNCIAS

MALMSTROM, T. K.; MORLEY, J. E. SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. **J Am Med Dir Assoc**, v. 14, n. 8, p. 531-2, Aug 2013. ISSN 1538-9375 Disponível em:
< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23810110> >.

ALTERAÇÕES REFERENTES AO PROJETO DE PESQUISA

Em relação ao projeto original foram feitas as seguintes alterações:

- Foi realizada apenas a predição de MLG, como consta nos estudos de validação de equações;
- Para realizar a comparação dos valores de MLG foi necessário transformar os valores de %MLG da equação brasileira em quilogramas;
- O artigo de Gonzalez *et al.*, 2018 que gerou a equação brasileira foi publicado em setembro de 2018;
- Para a comparação dos valores de MLG de BE da equação brasileira foram utilizadas equações específicas para idosos europeus e norte-americanos (Derenberg *et al.*, 1990 e Roubenoff *et al.*, 1997 respectivamente). Não foram utilizadas as equações de Kyle *et al.*, 2001 e NHANES III;
- A população foi estratificada somente por sexo e não por faixa etária.

ARTIGO

Este artigo foi submetido na *Age and Ageing*.

Title: Validation of different equations for fat-free mass prediction by bioelectrical impedance analysis in older subjects from Southern Brazil.

AUTHORS' NAMES AND AFFILIATIONS

Natalia R. Cardozo, RD, MSc^a

Silvana P. Orlandi, RD, PhD^{a,b,f}

Thiago G. Barbosa-Silva, MD, PhD^{c,f}

Maria Cristina Gonzalez, MD, PhD^{a,d,e,f}

^aPostgraduate Program in Nutrition and Foods, Federal University of Pelotas (Pelotas, RS, Brazil).

^bNutrition College, Federal University of Pelotas (Pelotas, RS, Brazil).

^cDepartment of ObGyn, Faculty of Medicine, Catholic University of Pelotas, and Department of Surgery, Faculty of Medicine, Federal University of Pelotas (Pelotas, RS, Brazil).

^dPostgraduate Program in Health and Behavior, Catholic University of Pelotas (Pelotas, RS, Brazil).

^ePennington Biomedical Research Center, Louisiana State University (Baton Rouge, LA, USA).

^fBody Composition and Nutrition Study Group (COCONUT), Brazil.

Corresponding author:

M. Cristina Gonzalez

R. Ver. Ariano R. de Carvalho 304 – Pelotas, RS, Brazil. CEP 96055-800

cristinagbs@hotmail.com

+55 53 99982 - 1328.

Keywords: bioelectrical impedance; fat free mass; aging; body composition; validation studies.

Abstract

Objective: To determine the validity of different previously published Bioelectrical impedance analysis (BIA) equations for fat-free mass (FFM) prediction in a sample of older adults from Southern Brazil, using the X-ray dual-absorptiometry (DXA) as a reference method. **Methods:** A subsample of the older subjects from a population-based cross-sectional study, aged 60 years or older, was evaluated by DXA and BIA. FFM values were estimated using the Gonzalez equation (FFM_{BIAG}), developed for the Brazilian population (not specific for older subjects), the Deurenberg (FFM_{BIAD}), and the Roubenoff (FFM_{BIAR}) equations (specific for older adults) and compared with the FFM obtained from DXA (FFM_{DXA}) by evaluating the concordance correlation coefficient (CCC), and limits of agreement by the Bland-Altman plot. **Results:** The FFM_{BIAG} for women showed the best results when compared with the values obtained by DXA ($FFM_{BIAG} = 40.8 \pm 4.0\text{kg}$ X $FFM_{DXA} = 40.2 \pm 5.2\text{kg}$). For men, FFM_{BIAG} and FFM_{BIAD} had similar CCC values (0.805 and 0.815, respectively). Regarding women, FFM_{BIAG} and FFM_{BIAR} had similar CCC values (0.845 and 0.851, respectively), while FFM_{BIAD} had lower CCC values (0.763). **Conclusion:** The FFM_{BIAG} (Brazilian equation) presented the best FFM estimations in older South American men and women when compared with equations developed for other populations.

Keywords: bioelectrical impedance analysis; fat free mass; aging; body composition; validation studies.

Introduction

The aging process leads to changes in body composition, such as loss of muscle mass and increased body fat. Such changes have a meaningful impact on the lifestyle of the older population, favoring the emergence of chronic diseases, nutritional deficiencies, and, specifically, sarcopenia [1,2,3]. Thus, the periodic assessment of body composition is fundamental in the clinical and nutritional monitoring of these individuals [4].

In the last decades, bioelectrical impedance analysis (BIA) has become one of the most widely used methods for estimating body composition, both in healthy individuals and in different clinical situations [5,3]. The preference is justified by the low cost and practicality for large-scale use, once a more sophisticated body composition evaluation method such as X-ray absorptiometry (DXA) or magnetic resonance has its use limited by the high cost and complexity [6].

Equations are required for the estimation of body composition by BIA, as it is a doubly indirect method. The equations derived from the comparison of BIA with reference methods, such as DXA [7,3], and they should also be device and population-specific to obtain the best results.

However, the accuracy of the BIA method is affected by several physiological situations, such as electrolyte concentration, member length, and body water distribution, which may vary according to the clinical condition, age, gender, and specific populations. Thus, the choice of the equation to be used may interfere with its results, being extremely important to consider the characteristics of the population in which the equation was developed and validated [8,3]. For this, studies in several countries are being conducted to verify the applicability in the older population of several equations already published [9,10,2].

Thus, the objective of the present study was to validate different previously published equations of fat-free mass (FFM) prediction in a sample of older subjects from Southern Brazil, using X-ray absorptiometry as a reference method.

Methods

Study design and population

We conducted a cross-sectional study based on data collected from March to October 2014 in a subsample of a larger study called “COMO VAI?” (Consórcio de Mestrado Orientado para a Valorização da Atenção ao Idoso). This study evaluated non-institutionalized and apparently healthy older subjects (60 years or older) inhabitants of the urban area of Pelotas (RS). Details of the study in question are available in a prior publication and will be briefly summarized below [11].

The study was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Pelotas. Participation in the substudy was voluntary, and all participants received a letter of invitation / Informed Consent Form (ICF) at their homes, and subsequently, there was a telephone contact. The individuals who agreed to participate went to the Dr. Amílcar Gigante Epidemiologic Research Center and filled out the Informed Consent Form provided by the study organizers.

Sociodemographic and anthropometric data

The subjects were received by a trained team at the Dr. Amílcar Gigante Epidemiologic Research Center, and a sociodemographic questionnaire was applied. The weight was measured on a digital scale (Tanita UM-080; Tanita, Japan) with a capacity of 150kg and 100g precision, and the height with a fixed metal stadiometer (CMS Weighing Equipment; United Kingdom), with a length of 200cm and accuracy of 1mm.

Bioelectrical Impedance Analysis

During the body composition substudy, participants underwent BIA exams by a single frequency device (Quantum BIA-101Q; RJL Systems, USA). The tests were performed using the conventional methodology after resting at the supine position for at least 10 minutes before the exam. The electrodes

were placed on the hands and feet after skin cleansing as standardized by the *National Institute of Health Technology* [12]. Three alternate measurements of resistance (R) and reactance (Xc) were obtained and recorded, and subsequently, the largest of each was used.

The R and Xc values obtained in this sample were used to estimate participants' FFM using the equations described below, all developed using the same BIA device (Quantum BIA-101Q; RJL Systems, USA):

Brazilian Equation (Gonzalez et al) [3], developed in a population with the same ethnicity, but not specific for older adults:

Men: %FFM = $-145.77 - (0.09 \times \text{resistance}) + (0.20 \times \text{reactance}) + (0.70 \times \text{height}) + (1159.39/\sqrt{\text{weight}})$

Women: %FFM = $-118.19 - (0.06 \times \text{resistance}) + (0.14 \times \text{reactance}) + (0.62 \times \text{height}) + (847.10/\sqrt{\text{weight}})$

European Equation (Deurenberg et al) [13], developed in the Dutch population, for older subjects:

$$\text{FFM (kg)} = 0.671 \text{ height}^2/\text{weight} + 3.1 \text{ sex} + 3.9$$

USA Equation (Roubenoff et al) [14], developed for the American population, for the older subjects:

Men: FFM (kg) = $9.15 + 0.43 \text{ height}^2/\text{resistance} + 0.20 \text{ weight} + 0.07 \text{ reactance}$

Women: FFM (kg) = $7.74 + 0.45 \text{ height}^2/\text{resistance} + 0.12 \text{ weight} + 0.05 \text{ reactance}$

X-ray dual-absorptiometry

The FFM measured by whole-body scan by the DXA method (Lunar Prodigy; enCORE software, v15; GE Healthcare®, Little Chalfont, UK) during the visit of the older subjects to the Clinic was used as a reference measure. The FFM values (sum of soft tissue and limb and trunk bone component values in kg) were calculated from the exclusion of the body fat component. The BIA

and DXA examinations were conducted by a specialized technician and according to the manufacturer's guidelines, on the same day.

Data Analysis and Processing

Data were analyzed using the STATA 14.2 statistical pack (Stata Corp., College Station, Texas, USA). Categorical variables were described as absolute and relative frequencies, and continuous variables as mean and standard deviation, after verifying their normal distribution. The comparison of the averages between the sexes was made through the unpaired t-test. The other analyzes were stratified by sex.

The %FFM from Gonzalez's Equation (FFM_{BIAG}) [3] was transformed into kilograms before the data analysis. The agreement of the FFM values of the Gonzalez's equation, the Deurenberg's equations (FFM_{BIAD}) [13], and Roubenoff's (FFM_{BIAR}) [14] was evaluated using the Lin concordance correlation coefficient (CCC), having the values obtained by DXA as the reference method. The Bland-Altman plot was used to evaluate the mean difference between the FFM values predicted by the equations and the values measured by DXA, as well as their 95% limits of agreement.

Results

Data from 180 older subjects were analyzed, of which 61.7% were women. The mean values and standard deviation of weight, body mass index (BMI), and FFM stratified by sex are detailed in Table 1. The participants' mean age was 70 ± 7.5 years, and the mean BMI was $27.9 \pm 4.3\text{kg/m}^2$. Higher FFM was observed in men than in women, both by DXA measurement and by estimation through the three equations.

CCC was close to 1.00 for all equations evaluated (Table 2) when compared to DXA values. For men, the CCC values for FFM_{BIAG} and the FFM_{BIAD} were very similar (0.805 and 0.815, respectively), with a lower CCC for FFM_{BIAR} (0.783). Regarding women, the FFM_{BIAG} and FFM_{BIAR} had similar CCC values (0.845 and 0.851, respectively), while the FFM_{BIAD} resulted in a lower CCC (0.763). The comparison of the estimated mean FFM values from the

three equations with the FFM_{DXA} showed no significant difference. The FFM_{BIAD} was underestimated in both sexes ($1.0 \pm 3.8\text{kg}$ in men and $2.4 \pm 2.8\text{kg}$ in women) when compared to FFM_{DXA} . The FFM_{BIAR} was overestimated in both men ($-2.9 \pm 3.0\text{kg}$) and women ($-1.0 \pm 2.4\text{kg}$) when compared to FFM_{DXA} . The estimated FFM_{BIAG} for women ($-0.6 \pm 2.5\text{kg}$) was the closest to the values obtained by DXA, while in men, there was an overestimation similar to the results from the other equations ($-2.6 \pm 2.7\text{kg}$).

Figure 1 shows the Bland-Altman graphs comparing FFM_{DXA} with FFM_{BIAG} , FFM_{BIAD} , FFM_{BIAR} estimates, stratified by gender. As we can see, the limits of agreement were lower for Gonzalez's equation and Roubenoff's equation in women, followed by Deurenberg's equation in men.

Discussion

In this study we tried to compare the FFM estimations from a BIA equation developed for the same ethnicity, but not age-specific (Gonzalez's equation) with two other equations developed for different ethnicities, but specific for older adults (Deurenberg's and Roubenoff's equations). The results showed that the different equations had a similar performance in the assessment of the FFM of these individuals. The comparison of the FFM estimated from all the equations compared to DXA assessment resulted in CCC lower than 0.90, and the agreement could be considered only poor. However, Gonzalez's equation, showed better results only for women when compared with the other equations. These findings suggest that the best results for FFM estimation using BIA are obtained when both conditions are considered: specific to ethnicity and age.

The mean age observed in the studies that developed the older-specific equations applied in our study sample was 78.2 ± 4.3 years in men and 78.4 ± 4.5 years in women in the study by Roubenoff et al [14], and 70.4 ± 5.2 years for men and 68.0 ± 5.2 years for women in Deurenberg and his collaborators [13]. The mean age of men and women of the present study was 71.0 ± 7.7 years and 69.4 ± 7.3 years respectively, showing to be very close to Deurenberg's sample, but younger than those from Roubenoff's study.

Kyle et al [15] also reported how important was the introduction of reactance in the equations for a better prediction of FFM in the older subjects. These individuals suffer a decrease in body cell mass compared to young adults, and reactance is sensitive to these changes. In our study the equation developed by Gonzalez and his collaborators [3] included the reactance as variable in the equation.

The Deurenberg's equation was created specifically to estimate FFM using BIA in the older population of the Netherlands. However, it did not use DXA as its reference method, but underwater weighing. Roubenoff et al [14] and his collaborators developed an equation for older Americans, applying the equation also to Mexican older population. They also compared FFM with the generated by the equation of young American adults, applied in both populations, using DXA as the reference method. In applying the equation developed for American adults to older Mexican people, they found a good correlation as the characteristics of populations were close even though ages differed.

Relating to our study, Lupoli et al [16] found that when estimating the FFM with the Deurenberg et al [13] equation there was underestimation in both sexes ($5.2 \pm 2.5\text{kg}$ men and $6.0 \pm 2.2\text{kg}$ women), in contrast to our study by analyzing the same equation also underestimated FFM in relation to DXA, but lower ($1.0 \pm 3.8\text{kg}$ men and $2.4 \pm 2.8\text{kg}$ women).

Regarding the comparison of the average FFM values estimated by DXA, there was no significant difference. The FFM by the Brazilian equation of Gonzalez et al [3] estimated for women ($-0.6 \pm 2.5\text{kg}$) approached the values obtained by DXA, while in men there was an overestimation ($-2.6 \pm 2.7\text{kg}$). Corroborating the study by Rangel-Peniche et al [7] which showed that the mean difference in appendicular skeletal muscle between BIA methods and the specific equation for the Mexican older population and DXA were not statistically significant.

Luke et al [17] developed an FFM prediction equation using BIA and deuterium dilution rather than DXA as our reference method to estimate adult FFM from a Cohort of African American-resident descendants. This equation was compared with others developed for other populations, and it was found that the specific for African descendants of this Cohort obtained the average

FFM closest to the result of the reference method, as well as the CCC was also higher in this equation [17] When compared to DXA values, Lin's concordance correlation coefficient (CCC) was close to 1.00 in both sexes with the Brazilian equation of Gonzalez et al [3] in the present study. For men, the Brazilian equation presented CCC 0.805 and in women 0.845. In the Gonzalez study et al³ who developed the Brazilian equation for adults, it was found that CCC in both men and women was better when compared to DXA FFM and specific equations for other populations.

The European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) considers the combination of low muscle mass, usually assessed by total muscle mass or ASM by various methods, and low muscle function and performance for the diagnosis of sarcopenia [18,19,20]

Thus, it is noteworthy that the Gonzalez study et al [21] reviewed the literature showing that the agreement of the BIA equation for the assessment of body composition to diagnose sarcopenia depends on whether it was developed for the population studied, taking into consideration beyond sex, population, age of the individuals and the BIA apparatus. When applying the equation developed by Gonzalez and his collaborators to the individuals in our study, these variables were considered, in addition to using the same brand of the unifrequency BIA device used in the development of the Gonzalez et al [3] equation for adults.

These studies compared the results of equations for prediction of appendicular lean mass (ALM) in European sarcopenic older subjects and ASM in healthy Mexican older subjects, respectively, with the results of ALM and ASM obtained by the equations of Kyle et al [22] and Sergi et al [23] overestimation of ALM and ASM, even using the equation of Kyle et al [22], which considers age as an independent variable.

It is observed that currently the studies verify the ALM in the older subjects for diagnosis of sarcopenia, which does not exclude the relevance of the use of BIA to estimate the FFM, since it allows the distinction between FM and FFM, obtaining better agreement than the evaluation by BMI. The advantage of the study was to use DXA as a reference method, which is considered a good method for estimating body composition because the

overestimation of FFM is considered low, and it is a method that does not use radiation [3,24]

Conclusion

It was concluded that the results showed a good agreement when the Brazilian equation for adults was applied in this older population. Thus, it becomes an option for estimating the FFM in Brazilian older subjects, contributing to the nutritional assessment of these individuals and more specifically assists in the diagnosis of sarcopenia. Being able to use BIA with this equation in clinical application. Finally, in order to improve the prediction of FFM by the BIA equation, future validation studies should take into account the age and specific population of the region where the equation is developed.

Referências

1. Prado CMM, Heymsfield SB. Lean tissue imaging: a new era for nutritional assessment and intervention. *Journal Parenter Enteral Nutr* 2014;38:940-953.
2. Vermeiren S, Beckw D, Vella-Azzopardi R, et al. Evaluation of appendicular lean mass using bio impedance in persons aged 80+: A new equation based on the BUTTERFLY-study. *Clin Nutr* 2018;1-9.
3. Gonzalez MC, Orlandi SP, Santos LP, Barros AJD. Body composition using bioelectrical impedance: Development and validation of a predictive equation for fat-free mass in a middle-income country. *Clin Nutr Sep 19*. pii: S0261-5614(18)32450-6. doi: 10.1016/j.clnu.2018.09.012. [Epub ahead of print]
4. Prince KL, Earthman CP. Update on body composition tools in clinical settings: computed tomography, ultrasound, and bioimpedance applications for assessment and monitoring. *Eur J Clin Nutr* 2019;73:187-193.
5. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr* 2004;23:1430-53.
6. Reiter R, Iglseder B, Treschnitz W, et al. Quantifying appendicular muscle mass in geriatric inpatients: Performance of different single frequency BIA equations in comparison to dual X-ray absorptiometry. *Arch Gerontol Geriatr* 2019;80:98-103.
7. Ranchel Peniche DB, Raya Giorguli G, Aleman-Mateo H. Accuracy of a predictive bioelectrical impedance analysis equation for estimating appendicular skeletal muscle mass in a non-Caucasian sample of older people. *Arch Gerontol Geriatr* 2015;6:39-43.
8. Sergi G, De Rui M, Stubbs B, et al. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Aging Clin Exp Res* 2017;29:591-597.
9. Genton L, Karsegard VL, Kyle UG, Hans DB, Michel JP, Pichard C. Comparison of four bioelectrical impedance analysis formulas in healthy elderly subjects. *Gerontology* 2001;47:315-323.

10. Scafoglieri A, Clarys JP, Bauer JM, et al. Predicting appendicular lean and fat mass with bioelectrical impedance analysis in older adults with physical function decline - The PROVIDE study. *Clin Nutr*. 2017;36:869-875.
11. Barbosa-Silva TG, Bielemann RM, Gonzalez MC, Santos LP. Prevalence of sarcopenia among community-dwelling elderly of a medium-sized South American city: results of the COMO VAI? study. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2016;7:136-43.
12. Yanovski S, Hubbard V, Heymsfield S, Lukaski HC. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. NIH Technology Assessment Statement. *Am J Clin Nutr*. 1996;64:387S–532S.
13. Deurenberg P, Van Der Kooji K, Evers P, Hulshof T: Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged >60 years. *Am J Clin Nutr* 1990;51:3-6.
14. Roubenoff R, Baumgartner RN, Harris TB, et al. Application of bioelectrical impedance analysis to elderly population. *J Gerontol* 1997;52A:M129–M136.
15. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutr* 2001;17:248-53.
16. Lupoli L, Sergi G, Coin A et al. Body composition in underweight elderly subjects: reliability of bioelectrical impedance analysis. *Clin Nutr* 2004; 23:1371-1380.
17. Luke A, Bovet P, Forrester TE, et al. Prediction of Fat-Free Mass Using Bioelectrical Impedance Analysis in Young Adults from Five Populations of African Origin. *Eur J Clin Nutr* 2013;67: 956–960.
18. Barbosa-Silva TG et al. Think globally, act locally - The importance of specific bioelectrical impedance analysis prediction equations for muscle mass assessment in different populations. *Am J Clin Nutr* (Personal communication)
19. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48:16-31.

20. Earthman CP. Body composition tools for assessment of adult malnutrition at the bedside: a tutorial on research considerations and clinical applications. *J Parenter Enteral Nutr* 2015;39:787-822.
21. Gonzalez MC, Barbosa-Silva TG, Heymsfield SB. Bioelectrical impedance analysis in the assessment of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2018;21:366-374.
22. Kyle UG, Genton L, Hans D, Pichard C. Validation of a bioelectrical impedance analysis equation to predict appendicular skeletal muscle mass (ASMM). *Clin Nutr* 2003;22:537-43.
23. Sergi G, De Rui M, Veronese N, Bolzetta F, Berton L, Carraro S, et al. Assessing appendicular skeletal muscle mass with bioelectrical impedance analysis in free-living Caucasian older adults. *Clin Nutr* 2015;34:667-73.
24. Yamada Y, Nishizawa M, Uchiyama T, et al. Developing and validating an age independent equation using multi-frequency bioelectrical impedance analysis for estimation of appendicular skeletal muscle mass and establishing a cutoff for sarcopenia. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14:E809.

Table 1. Body composition analysis of the sample of participants.

Characteristic	Total sample (N=180)	Men (N=69)	Women (N=111)	p*
Weight (kg)	71,4 ± 12,5	75,2 ± 11,8	69,1 ± 12,3	0,002
BMI (kg/m ²)	28,1 ± 4,4	26,9 ± 3,6	28,9 ± 4,7	0,004
FFM _{DXA} (kg)	45,6 ± 8,8	54,3 ± 6,0	40,2 ± 5,2	<0,001
FFM _{BIAG} (kg)	46,9 ± 9,1	56,8 ± 5,4	40,8 ± 4,0	<0,001
FFM _{BIAD} (kg)	43,7 ± 9,4	53,4 ± 6,6	37,8 ± 4,8	<0,001
FFM _{BIAR} (kg)	47,3 ± 9,2	57,2 ± 6,0	41,2 ± 4,2	<0,001

*p: t-test value for comparison between sexes; BMI: body mass index; FFM_{DXA}: fat-free mass by X-ray dual absorptiometry; FFM_{BIAG}: fat free mass by the bioelectrical impedance analysis equation of Gonzalez et al. 2018 [3]; FFM_{BIAD}: fat free mass by the bioelectrical impedance analysis equation of Deurenberg et al [13]; FFM_{BIAR}: fat free mass by the bioelectrical impedance analysis equation of Roubenoff et al [14].

Table 2. Concordance correlation coefficients, and mean differences with limits of agreement of fat-free mass estimations using different equations compared to DXA assessment.

Equation	CCC	Difference (mean $\pm$ sd, kg)	95% Limits of agreement
Men			
Gonzalez [3]	0.805	-2.6 $\pm$ 2.7	-7.8;2.7
Deurenberg [13]	0.815	1.0 $\pm$ 3.8	-6.4;8.4
Roubenoff [14]	0.783	-2.9 $\pm$ 3.0	-8.8;3.0
Women			
Gonzalez [3]	0.845	-0.6 $\pm$ 2.5	-5.6;4.4
Deurenberg [13]	0.763	2.4 $\pm$ 2.8	-3.0;7.8
Roubenoff [14]	0.851	-1.0 $\pm$ 2.4	-5.7;3.7

CCC: Concordance correlation coefficient; sd: standard deviation

Men

Women

DXA VS GONZALEZ [3]

Women

— observed average agreement - - - - 95% limits of agreement

y=0 is line of perfect average agreement

Scatter plot showing the agreement between Mean of FFM DXA and FFM Deurenberg (kg). The x-axis ranges from 30 to 60 kg, and the y-axis ranges from -10 to 10 kg. A solid line represents the observed average agreement, and dashed lines represent the 95% limits of agreement. The y=0 line is the line of perfect average agreement.

Mean of FFM DXA and FFM Roubenoff (kg)

— observed average agreement - - - - 95% limits of agreement

y=0 is line of perfect average agreement