

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

FACULDADE DE NUTRIÇÃO

MESTRADO EM NUTRIÇÃO

**EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA ESTIMATIVA DA MASSA
MUSCULAR ESQUELÉTICA APENDICULAR DE IDOSAS**

PIETTRA MOURA GALVÃO PEREIRA

MACEIÓ

2012

PIETTRA MOURA GALVÃO PEREIRA

**EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA ESTIMATIVA DA MASSA
MUSCULAR ESQUELÉTICA APENDICULAR DE IDOSAS**

Dissertação apresentada à Faculdade
de Nutrição da Universidade Federal de
Alagoas como requisito à obtenção do
título de Mestre em Nutrição. Sob
orientação do Prof. Dr. Amandio
Aristides Rihan Geraldes

MACEIÓ

2012

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos

P436e Pereira, Piettra Moura Galvão.
Equações antropométricas para estimativa da massa muscular esquelética
apendicular de idosas / Piettra Moura Galvão Pereira. – 2012.
80 f. : il.

Orientador: Amandio Aristides Rihan Geraldês.
Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Alagoas.
Faculdade de Nutrição. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Maceió, 2012.

Bibliografia: f. 66-68.
Anexos: f. 69-80.

1. Envelhecimento. 2. Idosos - Composição corporal. 3. Validação
antropométrica. 4. Antropometria. 5. Sarcopenia. I. Título.

CDU: 612.39:616.74-053.88

MESTRADO EM NUTRIÇÃO
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Campus A. C. Simões
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins
Maceió-AL 57072-970
Fone/fax: 81 3214-1160

PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

**EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA ESTIMATIVA DA MASSA MUSCULAR
ESQUELÉTICA APENDICULAR DE IDOSAS**

por

Piettra Moura Galvão Pereira

A Banca Examinadora, reunida aos 23 dias do mês de Março do ano de 2012,
considera o(a) candidato(a) **APROVADO(A)**.



Prof. Dr. Amandio Aristides Riahn Geraldes
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas
(Orientador)



Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas
(Examinador)



Prof. Dr. Edio Luiz Petroski
Faculdade de Educação Física
Universidade Federal de Santa Catarina
(Examinador)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha avó Julita Moura Galvão (em memória) e minha a Mãe Maria Lúcia Moura Galvão que sempre acreditaram na educação e no poder transformador do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todos os acontecimentos da minha vida, os bons ou ruins, pois ambos foram responsáveis por eu ser quem sou estar onde estou e, principalmente, pelas pessoas que estão comigo nessa jornada da vida.

A minha família, por todo amor, compreensão e apoio dado a mim, especialmente ao meu esposo, companheiro e amigo, Ricardo e a nossa amada filha, Clara.

Aos amigos, sejam eles presentes ou ausentes, pelas palavras, apoio, paciência, e confiança.

Ao meu orientador e amigo Amandio Geraldês que com toda paciência, carinho e dedicação, ofereceu-me a oportunidade de atingir meus objetivos, há alguns anos atrás num desses encontros da vida quando achamos que foi um desencontro, mas no decorrer do caminho percebemos que foi o melhor que poderia ter nos acontecido.

Aos professores Adriano e Édio, pela composição da banca e valiosas contribuições a esse estudo.

A turma do mestrado pelo período de convivência onde pudemos consolidar novas amizades.

A Universidade Federal de Alagoas e a Faculdade de Nutrição, pela oportunidade de cursar o mestrado acadêmico.

Ao Laboratório de Aptidão Física e Desempenho (LAFIDES) da Universidade Federal de Alagoas e a todos os colegas do grupo de pesquisa que foram

imprescindíveis para a realização deste trabalho. Em especial a Giselda pela colaboração com as revisões e sugestões durante a construção desse estudo.

A valiosa colaboração dos proprietários da Clínica Diagnose, pela disponibilização das avaliações realizadas com a Absortometria Radiológica de Dupla Energia.

As idosas que aceitaram participar como voluntárias nesse estudo.

A fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas, pelo apoio financeiro durante todas as fases dessa pesquisa.

RESUMO

A sarcopenia apresenta-se como fator de risco para surgimento de doenças, incapacidades funcionais e mortalidade por todas as causas. Visando contribuir para uma melhor compreensão deste problema, esta dissertação é apresentada em dois artigos. O primeiro trata-se de uma revisão narrativa da literatura com a descrição dos métodos de medição da massa muscular esquelética, considerando-se as discussões acerca das alterações verificadas nos componentes corporais, relacionados ao envelhecimento. O segundo artigo, além de discutir a validação cruzada de duas equações antropométricas: Baumgartner *et al.* e Tankó *et al.*, comumente utilizadas para estimativa da massa muscular apendicular, destinou-se ao desenvolvimento e validação cruzada de equações antropométricas para estimativa da massa muscular apendicular em idosos. Em resumo, nos dois artigos aqui apresentados, pode-se verificar que existem diferentes métodos e técnicas disponíveis para mensuração da massa muscular esquelética total ou apendicular em idosos, a escolha entre eles dependerá dos custos, disponibilidade, praticidade, acurácia e sensibilidade para identificar as mudanças que ocorrem durante o processo de envelhecimento. No que se refere à validação cruzada das equações de Baumgartner *et al.* (2002) e Tankó *et al.* (1998), ambas, não apresentaram-se válidas para utilização em idosos com características semelhantes a nossa amostra. Na presente pesquisa foram desenvolvidas dez equações antropométricas com auxílio de análises de regressão linear múltipla, dentre essas, três equações atenderam a todos os critérios de validação cruzada, utilizando como variável dependente a massa muscular apendicular obtida pela absorptometria radiológica de dupla energia e podem ser utilizadas intercambiavelmente de acordo com a conveniência dos envolvidos nas pesquisas ou aplicações clínicas.

Palavras-chave: Envelhecimento. Composição corporal. Sarcopenia. Validação. Antropometria.

ABSTRACT

Sarcopenia is presented as a risk factor for onset of disease, functional disability and mortality from all causes. To contribute towards a better understanding of this problem, this dissertation is presented in two articles. First it is a narrative review with the description of methods of measurement of skeletal muscle mass, considering the discussions about changes in the components of the body related to aging. The second article, besides discussing the cross-validation of two anthropometric equations: Baumgartner et al. and Tanko et al. commonly used to estimate appendicular muscle mass, was devoted to the development and cross validation of anthropometric equations for estimation of appendicular muscle mass in elderly women. In summary, the collection of articles presented here can be seen that there are different methods and techniques available for measuring total or appendicular MME in the elderly, the choice between them depends on the cost, availability, convenience, accuracy and sensitivity to identify the changes that occur during the aging process. As regards cross-validation of equations Baumgartner et al. (2002) and Tanko et al. (1998), both not shown to be valid for use in older women with similar characteristics to our sample. In the present study ten anthropometric equations were developed with the aid of multiple linear regression analyzes, among these three equations met all criteria for cross-validation using MMADXA as the dependent variable and can be used interchangeably according to the convenience of those involved in research or clinical applications.

Keywords: Aging. Body composition. Sarcopenia. Validation. Anthropometry.

LISTA DE FIGURAS

2º artigo: artigo de resultados

Figura 1 – Regressão linear entre a massa muscular apendicular medida (MMA_{DXA}) e estimada para: A) MMA_{DXA} e Equação 03 (E3), B) MMA_{DXA} e Equação 06 (E6) e C) MMA_{DXA} e Equação 08 (E8). 53

Figura 2 – Análise da concordância entre massa muscular apendicular medida pela absorptometria radiológica de dupla energia (MMA_{DXA}) e as equações desenvolvidas no estudo: A) Equação 03 (E3), B) Equação 06 (E6) e C) Equação 08 (E8). 54

LISTA DE TABELAS

2º artigo: artigo de resultados

Tabela 01 – Características descritivas da amostra, correlações observadas e comparação entre os grupos de estimativa e validação 02 (n=101).49

Tabela 02 – Validação cruzada entre equações de Baumgartner *et al.*, (1998), Tankó *et al* (2002) e DXA.50

Tabela 03 – Modelos de equações desenvolvidas para estimava da massa muscular apendicular com respectivos coeficientes de correlação (R), determinação (R^2) determinação ajustado (R^2_a) e erro padrão de estimativa (EPE) (n=61).51

Tabela 04 – Validação cruzada das equações antropométricas desenvolvidas.....52

LISTA DE QUADROS

2º artigo: artigo de resultados

Quadro 01 – Equações preditivas de massa muscular apendicular e respectivos coeficientes de determinação, erro padrão de estimativa e métodos utilizados pelos autores.	46
--	----

Lista de abreviaturas

BIA = Impedância bioelétrica

CC = Composição corporal

Circ = Circunferência corporal

DC = Dobra cutânea

DXA = Absortometria radiológica de dupla energia

E3 = Equação 03

E6 = Equação 06

E8 = Equação 08

EC = Erro constante

EPE = Erro padrão de estimativa

ET = Erro total

FPM = Força de preensão manual

GE = Grupo de estimativa

GV₁ = Grupo de validação 01

GV₂ = Grupo de validação 02

IMMA = Índice de massa muscular apendicular

IRM = Imagem de ressonância magnética

MMA = Massa muscular esquelética

MMA_{DXA} = Massa muscular apendicular estimada pela absortometria radiológica de dupla energia

MME = Massa muscular esquelética

MMT = Massa muscular total

TC = Tomografia computadorizada

Sumário

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2 COLETÂNEA DE ARTIGOS.....	17
1º artigo: artigo de revisão	18
1 INTRODUÇÃO	21
2 MÉTODOS	22
3 TÉCNICAS DE MENSURAÇÃO.....	23
3.1 Tomografia computadorizada.....	23
3.2 Imagens de ressonância nuclear magnética	24
3.3 Absortometria radiológica de dupla energia	26
3.4 Ultrassonografia	27
3.5 Excreção urinária de creatinina	28
3.6 Bioimpedância	29
3.7 Antropometria.....	30
4 CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
2º artigo: artigo de resultados.....	39
RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41
1 INTRODUÇÃO	42
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
2.1 População e Amostra	43
2.2 Medidas Antropométricas.....	44
2.3 Avaliação da Composição Corporal	45
2.4 Equações antropométricas.....	46
2.5 Medida da força de preensão manual	47
2.6 Tratamento estatístico.....	47
3 RESULTADOS	48
4 DISCUSSÃO	55
5 CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
4 REFERÊNCIAS.....	66

A população de idosos é crescente no mundo. No Brasil, o percentual de idosos (com 65 ou mais anos) passou de 4,8% para 5,9% entre os anos de 1991 a 2000, chegando a 7,4% em 2010. Na região Nordeste, a proporção de idosos passou de 5,1% em 1991, para 5,8% em 2000, chegando a 7,2% em 2010. Em outras palavras, tal aumento significa mais de 14 milhões de pessoas (IBGE, 2011).

Com o aumento da idade os componentes corporais sofrem constantes modificações, como por exemplo, o aumento e redistribuição da gordura corporal e diminuição da massa óssea e muscular (VISSER E SCHAAP, 2011; ROUBENOFF, 2001), dentre outras. Em relação ao componente muscular, o declínio gradativo e natural decorrente do processo de envelhecimento, a infiltração de gordura e consequentemente a diminuição na força e qualidade da contração muscular, são fatores que podem influenciar, sobremaneira, a independência funcional e a mobilidade dos idosos (MARCUS *et al.*, 2012). A diminuição da massa muscular esquelética (MME) e consequentemente da força e qualidade muscular, decorrente do envelhecimento, tem sido denominada de sarcopenia (CLARK e MANINI, 2010; DOERTHY *et al* 2003).

A capacidade de manter uma vida fisicamente independentemente é fundamental para a boa qualidade de vida, em todas as idades. Entretanto, durante o envelhecimento, essa condição é ameaçada por processos degenerativos, associados à sarcopenia. Dessa forma, a sarcopenia tem sido considerada um fator de risco independente para o surgimento de impedimentos funcionais, deficiência física, fragilidade, incidência de morbidades, diminuição da qualidade de vida, isolamento social e mortalidade por todas as causas (JANSSEN *et al.*, 2004; VAN KAN *et al.*, 2011; VISSER *et al.*, 2005), fazendo com que a monitoração da MME seja incluída nas estratégias de manutenção da funcionalidade e saúde (ROLLAND e VELLAS, 2011).

A avaliação da MME pode ser realizada com auxílio de diferentes métodos e técnicas, entretanto, as alterações nos componentes corporais relacionadas à idade, podem ocasionar erros de medida, dependendo da técnica escolhida (WOODROW, 2009; LEE, WANG, HEYMSFIELD, 2001).

Diante do exposto, compreende-se como necessárias técnicas apropriadas para a estimativa da MME em idosos, sobretudo e preferencialmente, de forma inócua, acessível, operacionalmente simples e acurada, possibilitando

um melhor e adequado desenvolvimento de estratégias para manutenção ou melhora da capacidade funcional devido a sua importância para saúde e qualidade de vida em idosos (LUSTGARTEN e FIELDING, 2011).

Em decorrência do exposto, o presente estudo foi realizado com os seguintes objetivos: 1) realizar revisão narrativa sobre as técnicas disponíveis para medição da MME em idosos; 2) testar a validade cruzada das equações antropométricas propostas por Baumgartner *et al.*, (1998) e Tankó *et al.*, (2002) para estimativa da massa muscular apendicular (MMA) e, desenvolver e validar equações antropométricas para estimativa da MMA em idosos.

1º artigo: artigo de revisão

Piettra Moura Galvão Pereira, Amandio Aristides Rihan Geraldês. Métodos de medida da massa muscular esquelética em idosos

RESUMO

O objetivo dessa revisão narrativa foi descrever as principais técnicas utilizadas para a estimativa da massa muscular esquelética em idosos. Dentre as técnicas existentes para estimativa da massa muscular esquelética, foram selecionadas e discutidas: a tomografia computadorizada; as imagens de ressonância magnética; a absorptometria radiológica de dupla energia; a ultrassonografia; a excreção urinária de creatinina; a bioimpedância e a antropometria. Para tal fim, realizou-se uma busca nas bases de dados: PubMed e em bases de dados disponíveis no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Os descritores utilizados foram: *Evaluation; Muscle; Ageing; Magnetic Resonance Imaging; Computed Tomography; Creatinine; Ultrasonography; Electric Bioimpedance e Anthropometry*. O operador Booleano *and* foi utilizado para realizar a combinação entre os termos na procura por publicações. Foram incluídos nesta revisão, estudos sobre mensuração da massa muscular esquelética e validade dessas técnicas. A estratégia de busca rendeu 2.367 resumos, entretanto, somente 47 artigos preencheram os critérios de inclusão pré-definidos. Os achados indicam que dentre essas técnicas as imagens de ressonância magnética são consideradas o padrão ouro para avaliação da massa muscular esquelética. A absorptometria radiológica de dupla energia vem sendo considerada como novo padrão ouro para avaliação da composição corporal, e a técnica antropométrica pode oferecer medidas válidas e acuradas para estimativa do componente muscular em idosos.

Palavras Chave: Envelhecimento, Sarcopenia, Composição Corporal.

ABSTRACT

The purpose of this narrative review was to describe the main techniques used to estimate skeletal muscle mass in the elderly. Among the existing techniques for estimating skeletal muscle mass were selected and discussed: computed tomography, magnetic resonance images, the dual-energy radiographic absorptiometry, ultrasonography, urinary excretion of creatinine; bioimpedance and anthropometry. To this end, we carried out a search in the databases PubMed and the databases available on the website of the Coordination of Improvement of Higher Education. The descriptors used were: Evaluation; Muscle; Ageing; Magnetic Resonance Imaging), Computed Tomography, Creatinine; Ultrasonography; Electric Biimpedance and Anthropometry. The Boolean operator and was used for the combination of the terms in the search for publications. Were included in this review, studies on the measurement of skeletal muscle mass and validity of these techniques. The search strategy yielded 2367 abstracts, however, only 47 articles met the inclusion criteria pre-defined. The findings indicate that among these techniques, magnetic resonance imaging are considered the gold standard for assessment of skeletal muscle mass. The dual-energy X-ray absorptiometry has been considered as a new gold standard for assessment of body composition and anthropometric technique can provide accurate and valid measures to estimate the muscle component in the elderly.

Keywords: Aging, Sarcopenia, Body Composition.

1 INTRODUÇÃO

Importantes mudanças na composição corporal (CC) ocorrem durante o processo natural de envelhecimento. Com o avanço da idade são verificados: aumento da gordura visceral e intramuscular, diminuição do conteúdo e densidade mineral óssea, bem como, diminuições na massa muscular (MARCUS *et al.*, 2012). O declínio da massa muscular esquelética (MME) e, conseqüentemente da força, relacionado à idade é comumente denominado sarcopenia (CLARK e MANINI, 2010; DOERTHY *et al* 2003).

Devido a sua associação com o surgimento de impedimentos funcionais (VAN KAN *et al.*, 2011), fragilidade (JANSSEN, HEYMSFIELD e ROSS, 2002), incidência de quedas (VISSER *et al.*, 2005), aumento da admissão de cuidados domiciliares (VAN KAN *et al.*, 2009), maiores riscos para surgimento de morbimortalidade (VISSER e SCHAAP, 2011) e ao aumento populacional de idosos (TOMMY *et al.*, 2011), a sarcopenia torna-se um significativo problema de saúde pública (JANSSEN *et al.*, 2004). Dessa forma, a monitoração da MME desempenha importante papel nas estratégias e intervenções relacionadas à saúde dos idosos (GOBBO *et al.*, 2008; GOBBO *et al.*, 2012; RECH *et al.*, 2012).

Para minimizar os erros que poderiam ser causados devido às mudanças observadas nos componentes corporais durante o envelhecimento, a avaliação da MME deve ser realizada com técnicas de elevada validade e acurácia. Tais técnicas abrangem desde medidas antropométricas requerendo equipamentos simples, portáteis, que podem ser utilizados em locais clínicos e de campo até as medidas de imagens, realizadas com auxílio de instrumentos sofisticados e de elevado custo, portanto, restritos aos ambientes laboratoriais (WOODROW, 2009; LEE, WANG, HEYMSFIELD, 2001). Dentre as técnicas existentes, as mais utilizadas são: tomografia computadorizada, imagens de ressonância magnética, absorptometria radiológica de dupla energia, ultrassonografia, excreção urinária de creatinina, bioimpedância e a antropometria.

Com o objetivo de possibilitar aos profissionais da saúde uma revisão sobre as técnicas existentes, discutindo suas respectivas vantagens e desvantagens, quanto à utilização em idosos para quantificar o componente muscular, o objetivo desta revisão foi descrever e discutir, os métodos de medição

da MME, considerando-se as alterações nos componentes corporais, relacionados ao envelhecimento.

2 MÉTODOS

O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados: PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), em bases de dados disponíveis no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>). Os termos utilizados para a busca de artigos foram selecionados a partir de uma consulta aos Descritores em Ciências da Saúde: *Evaluation; Muscle; Aging; Magnetic Resonance imaging; Computed Tomography; Creatinine; Ultrasonography; Electric impedance; Anthropometry*. O operador Booleano *and* foi utilizado para realizar a combinação dos termos na procura das publicações. A pesquisa teve como limites os estudos sobre as técnicas: Tomografia computadorizada; Imagens de ressonância magnética; Absortometria radiológica de dupla energia; Ultrassonografia; Excreção urinária de creatinina; Bioimpedância e a Antropometria expressos na língua inglesa e portuguesa, publicados até Fevereiro de 2012.

Os critérios de inclusão pré-definidos foram: estudos sobre as técnicas pré-estabelecidas; se tratarem de validações das técnicas para mensuração da massa muscular esquelética. Foram excluídos os resumos de estudos que não tenham envolvido seres humanos e idosos. Adicionalmente foi realizada uma busca nas listas de referências dos artigos selecionados a fim de identificar publicações relevantes para esta revisão.

Foram encontrados 2367 artigos, 36 preencheram os critérios de inclusão, 11 foram selecionados pela consulta das listas das referências, finalmente, 47 estudos foram incluídos nesta revisão.

3 TÉCNICAS DE MENSURAÇÃO

3.1 Tomografia computadorizada

O desenvolvimento das teorias da tomografia computadorizada (TC) iniciou-se desde 1960 com o desenvolvimento da tecnologia (KALENDER, 2006) e em 1972 foi introduzida na prática clínica pelo inglês Godfrey Hounsfield e pelo Norte-americano Comark, no Hospital Atkinson Morley em Londres com objetivo de *scannear* somente a cabeça do paciente (HOUNSFIELD, 1973).

A TC foi recebida com entusiasmo pela comunidade médica e referenciada como a invenção mais importante em diagnósticos radiológicos desde a descoberta dos raios-X, tornando-se o principal fator para identificação de tumores cerebrais (KALENDER, 2006), o que em 1979 proporcionou a Hounsfield e Comarc o prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia (GARIB *et al.*, 2007; KALENDER, 2005).

Durante a escala temporal desde sua criação a TC passou por diversas inovações que resultaram na evolução dessa tecnologia, o tempo para realização do exame foi reduzido (KALENDER, 2006), atualmente a reprodução das imagens ocorre quase que imediata em até 0,1 segundo (KALENDER, 2005); houve uma diminuição na dose de radiação direcionada ao indivíduo durante a medição (DELMONICO *et al.*, 2009). A aquisição de dados de imagens, além de melhorar em qualidade, possibilitou a reprodução das imagens em volume com a resolução espacial 3D (KALENDER, 2005). O espectro de aplicação clínica da TC foi ampliado, sobretudo, pelo desenvolvimento dos aparelhos atuais que acomodam todo o corpo do sujeito avaliado (GARIB *et al.*, 2007). No final da década de 70 a TC sofreu poucas inovações em relação aos anos anteriores, nesta época, o objetivo foi identificar novas aplicações e refinar a técnica como, por exemplo, a utilização da TC dinâmica e TC quantitativa, para medir os componentes corporais (KALENDER, 2005).

O princípio usado para medida da CC com auxílio da TC baseia-se no uso de uma varredura, produzida por uma fonte rotatória de feixes de raios-X que percorrem regiões corporais (NORGAN, 2005). Nesses equipamentos a

transmissão da intensidade de saída do raio-X é monitorada por uma série de detectores, os quais resultam em uma produção visual de fatias transversais de 10 mm de espessura. A transmissão da saída é, então, utilizada para calcular o coeficiente de atenuação ao longo do comprimento do feixe de raio-X (LUSTGARTEN e FIELDING, 2011). Os coeficientes de atenuação são registrados em termos de unidades de *Hounsfield* (UH), nos quais os componentes corporais possuem valores padronizados na literatura (ROSS, 2003).

Historicamente, a TC foi o primeiro método de imagens utilizado para a análise da CC (LEE, WANG, HEYMSFIELD, 2001). Mitsiopoulos *et al.* (1998) realizaram a validação cruzada dos valores transversais de membros superiores e inferiores, estimados por TC com os verificados em dissecação de cadáveres. Naquele estudo, verificaram-se excelentes correlações ($R^2=0,98$, $EPE=3,8\text{cm}^2$) entre as duas técnicas, indicando que a TC é uma ferramenta acurada para a estimativa da massa muscular esquelética apendicular.

Uma grande vantagem do uso da TC em relação às outras técnicas utilizadas para a mensuração da MME refere-se à possibilidade da técnica permitir a mensuração da infiltração de gordura (ou outros tecidos não musculares) dentro do músculo (OVEREND *et al.* 1992). Destaca-se que o aumento do tecido adiposo intramuscular tem um efeito lipotóxico, identificado como contribuidor potencial para declínio na força (DELMONICO *et al.*, 2009), qualidade muscular (GOODPASTER, THAETE, KELLEY, 2000), associando-se, portanto, com limitações de mobilidade em idosos (MARKUS *et al.*, 2012).

Entretanto, a utilização da TC para a estimativa da MME apresenta alguns fatores limitantes, como por exemplo, a elevada exposição à radiação, além da necessidade por locais especializados, restringindo seu uso ao ambiente laboratorial.

3.2 Imagens de ressonância nuclear magnética

Os primeiros estudos envolvendo Imagens de Ressonância Magnética (IRM) foram desenvolvidos na década de 1940 (EDELMAN e WARACH, 1993). A

técnica de IRM é baseada na interação entre os prótons de átomos de hidrogênio abundantes em tecidos contendo água, proteínas lipídios e outras macromoléculas e o campo magnético (ROSS, 2003).

A técnica é baseada na interação entre núcleos de átomos de hidrogênio e o campo magnético gerado e controlado pelo instrumento (HEYMSFIELD *et al.*, 2000). O princípio adjacente ao uso de IRM envolve um imã com um amplo diâmetro interno, suficiente para cercar o corpo humano, permitindo desse modo, a produção de um campo magnético externo (MAZZOLA, 2009).

Quando o avaliado é colocado dentro do imã, o momento magnético dos prótons tende a alinhar-se com o campo magnético externo (LEE, WANG, HEYMSFIELD, 2001). Quando aplicado um campo de rádiofrequência aos tecidos corporais, os prótons do hidrogênio absorvem energia e ao se desligar o campo de radio frequência, os prótons gradualmente retornam para seus estados anteriores e liberam a energia absorvida na forma de outro sinal de radio frequência (LUKASKI, 1997) e então “relaxam” para o alinhamento original no ritmo determinado pelos tempos de relaxamento T1 e T2 (EDELMAN e WARACH, 1993). Os tempos de relaxamento dependem de um caminho complexo de acordo com as características químicas e físicas do tecido (MAZZOLA, 2009). Devido às variações em T1 e T2 serem muito maiores do que as variações na densidade dos tecidos corporais, a técnica de IRM fornece melhor qualidade de imagens quando comparada a radiografia plana ou TC para análises da CC (EDELMAN e WARACH, 1993).

A técnica de IRM pode avaliar a CC sob os aspectos da imagem e químico (LUKASKI, 1997) e pode ser utilizada para avaliar a CC regional e/ou do corpo todo. As estimativas de MME apresentam boa concordância com aquelas obtidas através da dissecação de cadáveres (MITSIOPOULOS *et al.*, 1998; BENEKE, NEUERBERG, BOHNDORF; 1991) sendo considerada padrão ouro para avaliação desse componente (VAN KAN *et al.*, 2011; MARCUS *et al.*, 2012). Para melhorar a acurácia de medidas de IRM utilizam-se técnicas de múltiplas fatias, de forma que, geralmente, dez ou mais fatias são adquiridas cobrindo uma área do corpo de aproximadamente 40 cm (LUSTGARTEN e FIELDING, 2011) Essa técnica pode durar de 30 segundos até 15 minutos, assim, a necessidade de colaboração do sujeito para ficar imóvel é essencial (ROSS, 2003).

A fim de melhorar a resolução das imagens, as técnicas de IRM e TC necessitam da administração intravenosa de agentes de contrastes. A TC necessita do uso de densos materiais baseados em iodo e a IRM utiliza o gadolínio por conter substância magneticamente ativa. O Gadolínio oferece uma maior margem de segurança e ausência de nefrotoxicidade em pacientes com impedimentos funcionais quando comparado com agentes de contraste radiográficos (EDELMAN e WARACH, 1993).

A técnica de IRM apresenta uma grande vantagem sobre a TC, visto que, não utiliza radiação ionizante (MAZZOLA, 2009), desta forma, pode ser utilizada em idosos, crianças e gestantes, especialmente quando for necessário realizar repetidas avaliações. Entretanto, IRM necessitam de locais especializados para realização das medidas, o que a torna indisponível para utilização em estudos de campo.

3.3 Absortometria radiológica de dupla energia

Originalmente, a Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA) foi desenvolvida para estimar o conteúdo e densidade mineral óssea. Entretanto, foi comprovada sua validade para estimativa dos tecidos moles do corpo humano (PLANK, 2005).

O princípio do uso da DXA é baseado na propriedade de atenuação dos raios-X provocada por cada um dos diferentes componentes corporais e espessura do tecido (LASKEY e PHIL, 1996). A fonte do *scanner* da DXA situa-se abaixo do sujeito, os raios-X são emitidos em duas diferentes energias de forma que, a energia emitida será atenuada pelos diferentes tecidos que compõem o corpo do sujeito (PACCINI e GLANER, 2008). Com o passar dos anos foi comprovada sua validade para estimativa dos tecidos moles do corpo humano (PLANK, 2005).

Acima do sujeito situa-se o detector de *photons*, que receberá a energia que não foi absorvida pelo organismo, e, através da diferença entre a energia enviada pela fonte e a resultante no detector de *photons*, a quantidade dos componentes corporais (mineral ósseo e tecidos moles magros) é determinada

(SLOMAN *et al.*, 1992). *Pixels* de tecidos moles podem ser posteriormente separados em gordura e tecido mole magro. Isto deriva um modelo de tri-compartimental de CC (LUKASKI, 2009).

O tecido mole magro calculado pela DXA inclui os músculos esqueléticos, pele, órgãos, tecidos conectivos e água. Por não diferenciar a água de tecidos moles magros, a DXA pode superestimar medidas da MME em idosos (WOODROW, 2009; PROCTOR *et al.*, 1999). Apesar dessa limitação, a técnica fornece estimativas válidas e correlações significativas com a massa muscular esquelética apendicular e massa muscular esquelética total, quando resultados são comparados com outras técnicas como o nitrogênio corporal total (HEYMSFIELD, 1990), IRM (CHEN *et al.*, 2007) e a TC (HANSEN *et al.*, 2007).

A DXA apresenta vantagens importantes quando comparada a TC e a IRM. Por exemplo, na DXA, a velocidade das medidas (<20 min) e a exposição à dose de radiação são menores que na TC. Por outro lado, na DXA, a capacidade de realizar medidas regionais e o custo é menor, quando comparados às outras duas técnicas: IRM e TC (LASKEY e PHIL, 1996; PLANK, 2005).

Devido ao exposto, a DXA tem sido citada na literatura como o novo padrão ouro para medida da CC (SHAW *et al.*, 2007).

3.4 Ultrassonografia

A ultrassonografia utiliza uma técnica de varredura composta, podendo ser utilizada para estimativa da espessura muscular regional ou áreas transversais de grupamentos musculares (SIPILA e SUOMINEN, 1991). Esta técnica utiliza ondas de sons em altas frequências que são produzidas por cristais piezoelétricos formados por um transdutor.

As ondas de som são dirigidas pela superfície da pele e refletem as estruturas anatômicas. Estas ondas, refletidas, retornam para a sonda como ecos (ESFORMES, NARICI e MAGANARIS, 2002). Dois tipos de sistemas de ultrassom são os mais utilizados: Modo-A e Modo-B.

Com o sistema Modo-A podem ser estimadas espessuras musculares regionais. Essa técnica, no entanto, não é de qualidade suficiente para permitir

delineamento de músculos individuais. Por outro lado, o Modo-B produz imagens de alta qualidade, e tem sido usado para delinear pequenos músculos, devido ao tamanho limitado da janela do *scanner* (REEVES *et al.*, 2004).

O escaneamento realizado pela ultrassonografia, com o Modo-B em idosos, foi validado através de medidas de IRM, demonstrando elevados coeficientes de correlação intraclass, tanto para a validação cruzada (CCI=0,99) como para a confiabilidade (CCI=0,99). Dessa forma, a técnica da ultrassonografia tem sido utilizada para a avaliação de áreas transversais em grandes músculos humanos individuais (REEVES *et al.*, 2004).

Entretanto, para a obtenção de uma boa qualidade de imagem com esta técnica, é necessário que o avaliador tenha uma prática considerável com o uso do instrumento (SIPILA e SUOMINEN, 1991).

3.5 Excreção urinária de creatinina

Os componentes metabólicos endógenos do metabolismo do músculo esquelético podem ser utilizados como índices de massa muscular (LUKASKI, 1997; OTERDOOM *et al.*, 2009). Esta hipótese assume que: os marcadores químicos são encontrados somente no músculo esquelético; o tamanho da reserva do marcador é constante; o ritmo de produção é relativamente constante, e, por fim, a composição do marcador não muda depois de ter sido liberado do tecido muscular esquelético (WANG *et al.* 1996).

A creatinina endógena é um componente metabólico, constituída pela hidrólise não enzimática da creatina. É formada nos rins e no fígado e, encontrada nos músculos esqueléticos, como creatina fosfato (OTERDOOM *et al.*, 2008; OTERDOOM *et al.*, 2009). O produto final desse metabólito é excretado na urina e, em menor extensão, no trato gastrointestinal (SHENKIN *et al.*, 1995).

A estimativa da MME supõe uma constante relação entre essas variáveis, baseada na hipótese de que excreção diária de creatinina na urina é diretamente proporcional a MME total. A relação pode ser expressa matematicamente como: $MME = k \times Cr$, onde k é a proporção constante de equivalência da creatinina e Cr é a quantidade de creatinina excretada na urina.

Evidências experimentais em modelos humanos indicam valores de equivalência da creatinina, onde 1g de creatinina tem uma amplitude de 16,2 a 20 kg de massa muscular (LUKASKI, 1997). Variações na constante de excreção de creatinina por unidade de massa muscular poderiam refletir diferenças na quantidade de massa muscular e variações metodológicas entre estudos (SHENKIN *et al.*, 1995). As variações nos valores da constante poderiam ser atribuídas a fatores dietéticos tais como: fontes exógenas de creatina, nível de atividade física, maturidade, estado metabólico e sexo. Wang *et al.* (1996) avaliaram doze homens saudáveis, com dieta livre de carne durante sete dias e encontram altas correlações ($R^2=0,85$, EPE=1,89Kg) entre excreção de creatinina e MME medida pela TC.

Todavia, o uso prático dessa técnica pode ser limitado por dois motivos: 1) a necessidade por uma dieta livre de carne durante sete dias para eliminar fontes exógenas de creatina e creatinina; e 2) o cuidado necessário durante as coletas para acurada estimativa da MME (LUKASKI, 1997). Diante da impossibilidade de um controle efetivo sobre a dieta dos sujeitos, os resultados obtidos pelo uso da excreção urinária de creatinina podem apresentar vieses consideráveis. Assim, a utilização dessa técnica apresenta como desvantagem a elevada necessidade de colaboração do avaliado.

3.6 Bioimpedância

A bioimpedância (BIA) produz informações quanto à resistência oferecida pelo corpo à condução de uma corrente elétrica, através dos diferentes níveis de condutibilidade elétrica dos tecidos biológicos expostos a várias frequências de corrente.

Tecidos que contém eletrólitos e grande quantidade de água, como a MME, são altamente condutores da corrente elétrica, enquanto a gordura e os ossos são resistentes ao fluxo elétrico (RECH, 2006).

A impedância (Z) é a oposição total que um circuito oferece ao fluxo de uma corrente elétrica transmitida ao corpo pelos eletrodos fixados na pele. A corrente elétrica deverá transpor a resistência (R), apresentada pelos próprios

tecidos à condução da corrente elétrica e a reactância (X_c), oposição adicional causada pela capacidade de isolamento à passagem da corrente elétrica apresentada pelas membranas celulares (LUKASKI, 2009). Assim, a impedância é dada pela fórmula: $Z = R^2 + X_c^2$.

Fórmulas estatísticas têm sido desenvolvidas para estimativa da massa muscular total ou apendicular utilizando informações observadas quanto à impedância elétrica ou de algum de seus parâmetros (NUNEZ *et al.*, 1999; JANSSEN, HEYMSFIELD e ROSS, 2002). Nunez *et al.* (1999) encontraram altas correlações entre a massa muscular apendicular estimada pela BIA e a medida pela DXA em amostra composta por 94 sujeitos. Dessa forma, estudos como o de Janssen, Heymsfield e Ross, (2002), por exemplo, utilizando amostra de 269 homens e mulheres com idades de 18 a 86 anos, desenvolveram e validaram modelos para estimar a MME, utilizando como medida critério a IRM, e observaram elevadas correlações entre os métodos ($r=0,93$, EPE=9%).

A BIA apresenta como principais vantagens: inocuidade, validade, facilidade e rapidez das medidas. Além disso, os instrumentos são portáteis e de baixo custo (LEE, WANG, HEYMSFIELD, 2001). Contudo, como qualquer outra técnica, a BIA apresenta limitações a serem consideradas ao se avaliar a MME em idosos.

Entretanto, diversos autores questionam a validade do uso da BIA para medida da MME em idosos. Baumgartner *et al.* (1998), por exemplo, afirmam que com o aumento do tecido adiposo em idosos, a condução da corrente elétrica seria mais fraca do que em sujeitos adultos. Por outro lado, Nunez *et al.* (1999) citam que as mudanças relacionadas a idade na quantidade e composição da massa magra, especialmente a MME dos braços e pernas, poderiam mudar a capacidade do músculo para conduzir a corrente elétrica.

3.7 Antropometria

Métodos duplamente indiretos como a técnica antropométrica, utilizam medidas corporais como espessuras de dobras cutâneas (DC) e circunferências corporais (Circ) para predição da MME total ou apendicular (HEYMSFIELD *et al.*,

2000). Geralmente, os locais utilizados para aferição das Circ são os mesmos para as DC (Lohman, 1988).

Essa abordagem requer a seleção de um grupamento muscular com a suposição de que medidas físicas locais e específicas refletem a massa daquele grupamento muscular, que é proporcional a massa muscular do corpo todo (LUKASKI, 1997).

Ao se utilizar a técnica antropométrica, assume-se que os membros são compostos por três cilindros: osso, músculo e tecido adiposo subcutâneo, dessa forma, pode-se calcular a circunferência muscular dos membros utilizando as medidas de Circ e DC do membro escolhido, como descrito pela fórmula:

$$\text{Circ}_{\text{muscular}} (\text{cm}) = \text{Circ}_{\text{membro}} - (\pi \times \text{DC}). \text{ Onde } \pi = 3,14.$$

A estimativa da MME através da técnica antropométrica baseia-se em modelos de predição específicos, para utilização em população alvo, desenvolvidos com auxílio de análises de regressão simples ou múltipla (LEE, WANG, HEYMSFIELD, 2001).

Doupe *et al.*, (1997) e Martin *et al.*, (1990) desenvolveram equações antropométricas utilizando a dissecação de cadáveres como critério de referencia, para homens idosos. Os resultados apontaram altas correlações entre os valores de MME, estimados e os medidos ($R^2=0,96$ e $R^2=0,93$) respectivamente. Com a mesma proposta, LEE *et al.*, (2000), utilizaram IRM como critério e desenvolveram uma equação para estimativa da MME, e, assim como as equações anteriores, apresentou elevadas correlações ($R^2=0,86$) entre os métodos.

Recentemente, Rech *et al.*, (2012) realizaram a validação cruzada das três equações descritas acima, em amostra de idosos com idades entre 60 e 81 anos, de ambos os sexos da região Sul do Brasil. Os resultados apresentados pelo uso das equações de Doupe *et al.*, (1997) e Martin *et al.*, (1990) para estimar a MME, foram estatisticamente diferentes quando testadas com o método critério utilizado no estudo: a DXA. Por outro lado, a equação de LEE *et al.*, (2000) não diferiu do método critério e apresentou elevadas correlações, tanto entre homens ($r=0,90$), quanto entre mulheres ($r=0,86$), demonstrando poder ser utilizada para outra população que não aquela utilizada originalmente. Além da simplicidade, rapidez e validade, a técnica antropométrica possibilita a avaliação da massa

muscular esquelética apendicular (BAUMGARTNER *et al.*, 1998; TANKÓ *et al.*, 2002), compartimento corporal diretamente envolvido na deambulação e realização de atividades básicas da vida diária (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010), correspondendo a aproximadamente a 75% da quantidade de massa muscular total (HEYMSFIELD *et al.*, 1990).

Entretanto, algumas limitações referentes ao uso da técnica antropométrica podem ser apontadas, como a impossibilidade de distinção entre músculo e gordura intramuscular e a possibilidade de aumento do erro inter e intra-avaliador.

4 CONCLUSÃO

Pode-se verificar que existem diferentes métodos e técnicas disponíveis para mensuração da MME, total ou apendicular em idosos. Entretanto, a escolha do método a ser utilizado dependerá de muitas variáveis, como por exemplo: custos, disponibilidade de tempo, riscos para o avaliado, praticidade, acurácia e sensibilidade para identificar as mudanças que ocorrem durante o processo de envelhecimento. Devido às elevadas validades apresentadas, as técnicas de imagem vêm sendo crescentemente utilizadas, servindo como medidas critério para desenvolvimento e validação das demais técnicas. As técnicas de TC e IRM são capazes de detectar mudanças ocorridas dentro do músculo esquelético como aumento da gordura ou tecidos conectivos. Infelizmente, ambas as técnicas citadas apresentam elevado custo operacional e a TC emite altas doses de radiação. Dessa forma, a DXA tem-se demonstrado um método apropriado e confiável para medida da massa livre de gordura e MME apendicular em idosos, visto que, além de necessitar de pouca colaboração do avaliado, emite baixa dose de radiação, apesar de não conseguir medir a infiltração de gordura no músculo. A excreção urinária de creatinina pode ser influenciada por fatores como o nível de atividade física, o sexo e a idade, além de necessitar controlar a ingestão de fatores exógenos de creatina, e tempo de coleta da urina pelos sujeitos avaliados. A BIA e antropometria são técnicas válidas, práticas e acessíveis de serem

aplicadas em clínicas e estudos de campo, apesar de apresentarem menor acurácia em relação ao método laboratorial. A BIA apresenta uma maior limitação para estimar a MME em relação a antropometria, devido as alterações relacionadas a idade na MME e no fator de hidratação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMGARTNER RN *et al.* Epidemiology of sarcopenia among the elderly in new mexico. **In: Am J Epidem.** Vol. 147, n 08: 755-763, 1998.

BENEKE, R; NEUERBERG J; BOHNDORF K. Muscle cross-section measurements by magnetic resonance imaging.**In: Eur. J. Appl. Physiol.** Vol.63: 424-429. 1991.

CHEN Z. *et al.* Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Is a Valid Tool for Assessing Skeletal Muscle Mass in Older Women. **In: J Nutr.** Vol.137: 2775–2780. 2007.

CLARK BC e MANINI TM. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. **In: Curr Opin Nutri Metab Care.** Vol 13: 271-276. 2010.

CRUZ-JENTOFT A. J. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. **In: Age and ageing.** Vol.39:412-423.2010.

DELMONICO M. J. *et al.* Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **In: Am J Clin Nutr.** Vol.90,nº6:1579-1585.2009.

DOERHTY TJ. Physiology of aging. Invited review: Aging and sarcopenia.**In: J appl Physiol.** Vol.95: 1717-1727. 2003.

DOUPE M. B. *et al.* A new formula for population-based estimation of whole body muscle-mass in males. **In: Can J Appl Physiol.** Vol.22:598-608.1997.

EDELMAN R. R. WARACH S. Magnetic resonance imaging. **In: The new England journal of medicine.** Vol. 328, nº10: 708-716. 1993.

ESFORMES J. I; NARICI M. V; MAGANARIS C. N. Measurement of human muscle volume using ultrasonography. In: **Eur J Appl Physiol**. Vol. 87:90–92. 2002.

GARIB D.G *et al*. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. In: **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**. Vol. 12, nº2: 139-156. 2007.

GOBBO L.A. *et al*. Massa muscular de idosos do município de São Paulo – Estudo SABE: Saúde, Bem-estar e Envelhecimento. In: **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**. Vol.14, nº01:1-10. 2012.

GOBBO L.A. *et al*. Validação de equações antropométricas para a estimativa da massa muscular por meio de absorptometria radiológica de dupla energia em universitários do sexo masculino. In: **Rev Bras Med Esporte**. Vol.14, nº04: 376-380. 2008.

GOODPASTER, B. H; THAETE F. L; KELLEY D. E. Composition of skeletal muscle evaluated with computed tomography. In: *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol. 904:18-24. 2000.

HANSEN R. D. *et al*. Estimation of thigh muscle cross-sectional area by dual-energy X-ray absorptiometry in frail elderly patients. In: **Am J Clin Nutr**. Vol.86:952– 958. 2007.

HEYMSFIELD S.B. *et al*. Anthropometry and methods of body composition measurement for research and field application in the elderly. In: **Eur J Clin Nutr**. Vol. 54,nº3:S26-S32. 2000.

HEYMSFIELD SB *et al*. Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. In: **Am J Clin Nutr**. Vol. 52: 214-218. 1990.

HOUNSFIELD G. N. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. In: **British Journal of radiology**. Vol. 46: 1016-1022. 1973.

JANSSEN I. *et al*. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. In: **Am J Epidemiol**. Vol.159:413-421.2004.

JANSSEN I; HEYMSFIELD S.B; ROSS R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. **In: J Am Geriatr Soc.** Vol.50:889-890.2002.

KALENDER W.A CT: the unexpected evolution of an imaging modality. **In: Eur Radiol Suppl.** Vol.15, nº 4:D21–D24. 2005.

KALENDER W.A. X-ray computed tomography. **In: Phys. Med. Biol.** Vol. 51: R29–R43. 2006.

LASKEY M. A. e PHIL D. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. **In: Nutrition.** Vol.12, Nº1:45-51. 1996.

LEE R. C; WANG Z; HEYMSFIELD S. B. Skeletal muscle mass and aging: Regional and whole-body measurement methods. **In: Can. J. Appl. Physiol.** Vol. 26, nº1:102-122. 2001.

LEE R.C. *et al.* Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of antropometric prediction models. **In: Am J Clin Nutr.** Vol. 72: 796-803. 2000.

LOHMAN, T. G.; Roche, AF e Martorel, R. **Anthropometric standardization reference manual.** Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.

LUKASKI H. C. Evaluation of body composition: why and how? **In: Mediterr J Nutr Metab.** Vol. 2:1–10. 2009.

LUKASKI H. Sarcopenia: Assessment of muscle mass. **In: J Nutr.** Vol.127:994S-997S. 1997.

LUSTGARTEN M.S; FIELDING R.A. Assesment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for the use in phase ii clinical trials. **In: J Nutr Health Aging.** Vol. 15,nº5:368-375. 2011.

MARCUS R. L. *et al.* Intramuscular adipose tissue, sarcopenia, and mobility function in older individuals. **In: J Aging Research.** Vol.2012: 1-6. 2012.

MARTIN A.D. *et al.* Anthropometric estimation of muscle mass **In men. Med Sci Sports Exerc.** Vol.22: 729-733.1990.

MAZZOLA A. A. Ressonância magnética princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. **In: Rev. Bras. de Fis. Med.** Vol.03, nº01: 117-129. 2009.

MITSIPOULOS, N. *et al.* Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. **In: J. Appl. Physiol.** Vol. 85: 115-122. 1998.

NORGAN N. G. Laboratory and field measurements of body composition. **In: Public Health Nutr.** Vol.8. nº7A:1108-1122. 2005.

NUNEZ C. *et al.* Bioimpedance analysis: Potential for measuring lower limb skeletal muscle mass. **In: J. Parental Enteral Nutr.** Vol.23: 96-103. 1999.

OTERDOOM LH *et al.* Urinary creatinine excretion reflecting muscle mass is a predictor of mortality and graft loss in Renal Transplant Recipients. **In: Transplantation.** Vol. 86: 391–398. 2008.

OTERDOOM LH *et al.* Urinary creatinine excretion, an indirect measure of muscle mass, is an independent predictor of cardiovascular disease and mortality in the general population. **In: Atherosclerosis. Vol.** 207: 534–540. 2009

OVEREND T. J. *et al.* Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. **In: Clin. Physiol.** Vol.12: 629-640. 1992.

PACCINI M. K. e GLANER M. F. Densidade mineral óssea e absorptometria de raio-x de dupla energia. **In: Rev. Bras.Cineantropom. Desempenho Hum.** Vol. 10, nº1:92-99. 2008.

PLANK L. D. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. **In: Curr Opin in Clin Nutr Metab Care.** Vol. 8:305–309. 2005.

PROCTOR D. N.*et al.* Comparison of techniques to estimate total body skeletal muscle mass in people of different age groups.**In: Am J Physiol.** Vol. 277:489-95.1999.

RECH C. R. Validação de equações antropométricas e de Impedância bioelétrica para a estimativa da composição corporal em idosos. Dissertação. (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. 2006.

RECH C. R. *et al.* Validade de equações antropométricas para estimar a massa muscular em idosos. In: **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.** Vol. 14, nº01:23-31. 2012.

REEVES N.D *et al.* Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. In: **Eur J Appl Physiol.** Vol.91:116–118. 2004.

ROSS R. Advances in the application of imaging methods in applied and clinical physiology. In: **Acta Diabetol.** Vol.40, nº1:45–50. 2003.

SHENKIN A. *et al.* International federation of clinical chemistry laboratory assessment of protein-energy status 1. In: **Clinica Chimica Acta.** Vol. 253: S5-S59. 1996.

SHAW K.A.*et al.* Dual energy X-ray absorptiometry body composition and aging in a population-based older cohort. In: **J Obes (Lond).** Vol.31:279–284. 2007.

SIPILA S. SUOMINEN H. Ultrasound imaging of the quadriceps muscle in elderly athletes and untrained men. In: **Muscle Nerve.** Vol.14: 527-533. 1991.

SLOSMAN D. *et al.* Assessment of whole-body composition with dual-energy x-ray absorptiometry. In: **radiology.** Vol.185:593-598. 1992.

TANKÓ LB *et al.* Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healthy woman. In: **Metabolism.** Vol.51,nº01:69-74. 2002.

TOMMY E. *et al.* Toward a definition of sarcopenia. In: **Clin Geriatr Med.** Vol. 27:341–353. 2011.

VAN KAN G. A. Epidemiology and consequences of sarcopenia. In: **J Nutr Health Aging.** Vol.13, nº8:708–12. 2009.

VAN KAN G. A. *et al.* Clinical Trials on Sarcopenia: Methodological Issues Regarding Phase 3 Trials. In: **Clin Geriatr Med.** Vol.27:471–482.2011.

VISSER M. e SCHAAP L. A. Consequences of sarcopenia. **In: Clin Geriatr Med.** Vol. 27: 387–399. 2011.

VISSER M. *et al.* Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **In: J gerontology Med Sci.** Vol. 60A. n°03:324-333. 2005.

WANG Z. M. *et al.* Skeletal muscle mass: evaluation of neutron activation and dual-energy X-ray absorptiometry methods. **In: J. Appl. Physiol.** Vol.80, n°3:824-831. 1996.

WOODROW G. Body composition analysis techniques in the aged adult: indications and limitations. **In: Curr Opin Clin Nutr Metab Care.** Vol.12:8-14. 2009.

2º artigo: artigo de resultados

Piettra Moura Galvão Pereira, Amandio Aristides Rihan Geraldês.
Desenvolvimento e validação de equações antropométricas para estimativa da
massa muscular apendicular em idosos.

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram verificar a validação cruzada de equações antropométricas de Baumgartner *et al.* e Tankó *et al.* propostas para estimar a massa muscular apendicular em idosos, bem como, desenvolver e realizar a validação cruzada de equações antropométricas para estimativa da massa muscular apendicular em idosos. Após a verificação dos critérios de inclusão e exclusão foi selecionada randomicamente uma amostra composta por 101 idosos com idades entre 60 e 89 anos. A Absortometria radiológica de dupla energia (DXA) foi adotada como medida critério. A quantidade de massa muscular apendicular estimada pelas equações de Baumgartner *et al.* e Tankó *et al.* diferiram da medida critério ($p < 0,001$ e $0,001$), apesar das elevadas correlações observadas (0,84 e 0,80) e baixos erros padrão da estimativa (1,32 e 1,46), respectivamente. A equação de Baumgartner *et al.*, apresentou maior erro constante (-7,87) e total (7,98) do que os obtidos na tentativa de validação da equação de Tankó *et al.* (erro constante=-0,52 e total=1,53). Utilizando análises de regressão linear múltipla foram desenvolvidos 10 modelos preditivos, dentre eles, as equações 3, 6 e 8 atingiram todos os critérios de validação adotados: $MMA(3) = 4,087 + 0,255 (\text{Massa corporal}) - 0,371 (\text{Índice de massa corporal}) + 0,011 (\text{Circunferência de antebraço direito})^2 - 0,035 (\text{Dobra cutânea de coxa})$; $MMA(6) = 2,855 + 0,298 (\text{Massa corporal}) + 0,019 (\text{Idade}) - 0,082 (\text{Circunferência de quadril}) + 0,400 (\text{Circunferência de antebraço direito}) - 0,332 (\text{Índice de massa corporal})$ e $MMA(8) = 3,971 + 0,292 (\text{Massa corporal}) - 0,328 (\text{Índice de massa corporal}) + 0,397 (\text{Circunferência de antebraço direito}) - 0,078 (\text{Circunferência de quadril})$; demonstrando elevadas qualidades psicométricas para medir a massa muscular esquelética em idosos sem diferir do método critério (0,050 a 0,158) sendo capazes de explicar de 0,69 a 0,74% das variações na massa muscular apendicular, com baixos erros padrão de estimativa (1,35 a 1,47 kg), além de elevada concordância com o método critério, a diferença média entre os métodos e os limites de concordância variaram de -0,30 a -0,60 e de 2,03 a -3,30 respectivamente. Diante dos resultados observados, conclui-se que as equações propostas por Baumgartner *et al.* e Tankó *et al.* não são válidas para utilização em idosos. Por outro lado os resultados obtidos na validação cruzada das equações desenvolvidas no presente estudo sugerem uma boa aplicabilidade prática e elevada validade para estimativas da massa muscular apendicular em idosos com características semelhantes as da nossa amostra.

Palavras chave: Envelhecimento, sarcopenia, massa muscular esquelética, antropometria, composição corporal.

ABSTRACT

The objectives of this study was to determine the cross-validation of anthropometric equations of Baumgartner et al. and Tanko et al. proposed to estimate appendicular muscle mass in the elderly, as well as develop and carry out cross-validation of anthropometric equations for estimation of appendicular muscle mass in elderly women. After verification of inclusion and exclusion criteria were randomly selected a sample of 101 elderly aged 60 and 89 years. The dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) was used as the criterion. The amount of appendicular muscle mass estimated by the equations of Baumgartner et al. and Tanko et al. differed from the criterion measure ($p < 0.001$ and 0.001), despite high correlations observed (0.84 and 0.80) and low standard error of estimate (1.32 and 1.46), respectively. The equation Baumgartner et al. Showed higher constant error (-7.87) and total (7.98) than those obtained in an attempt to validate the equation Tanko et al. (Constant error = total = -0.52 and 1.53). Using multiple linear regression analyzes were developed 10 predictive models, among them three met all validation criteria adopted: MMA (1) = $4.087 + 0.255$ (body mass) - 0.371 (Body Mass Index) + 0.011 (forearm circumference right) - 0.035 (thigh skin folds), MMA (2) = $2.855 + 0.298$ (body mass) + 0.019 (age) - 0.082 (hip circumference) + 0.400 (right forearm circumference) - 0.332 (Mass Index body) and MMA (3) = $3.971 + 0.292$ (body mass) - 0.328 (Body Mass Index) + 0.397 (right forearm circumference) - 0.078 (hip circumference), demonstrating high psychometric properties to measure skeletal muscle mass in not differ from aged test method (.050 to .158) being able to explain 0.69 to 0.74% of appendicular variations in muscle mass with low standard errors of estimate (1.35 1.47 kg), and high agreement with the criterion method, the average difference between the methods and limits of agreement ranged from -0.30 to -0.60 and -3.30 to 2.03 respectively. Given the results observed, we conclude that the equations proposed by Baumgartner et al. and Tanko et al. are not valid for use in older women. On the other hand the results obtained in the cross-validation of the equations developed in this study suggest a good practical applicability and validity for high estimates of appendicular muscle mass in elderly women with characteristics similar to those in our sample

Keywords: Aging, sarcopenia, skeletal muscle mass, anthropometry, body composition

1 INTRODUÇÃO

Durante o processo de envelhecimento, dentre as várias alterações nos padrões morfológicos dos componentes corporais, diminuições na massa muscular e consequentemente na força muscular em pessoas idosas, tem sido denominada de sarcopenia (CLARK e MANINI, 2010, DOHERTY, 2003). A sarcopenia vem sendo considerada um fator de risco independente para a fragilidade, debilidade funcional, ocorrência de quedas e perda da independência (ZHONG, CHEN, THOMPSON, 2007), associando-se à pior qualidade de vida (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010), isolamento social (LAURETTANI *et al.*, 2003), necessidade por cuidados de profissionais e internações (FRIED *et al.*, 2001; JANSSEN *et al.*, 2004), aumento das taxas de morbimortalidade por todas as causas (METTER *et al.*, 2002; COOPER *et al.*, 2012), representando, portanto, um problema de saúde pública com importantes impactos na economia (ROUBENOFF e HUGHES, 2000; JANSSEN *et al.*, 2004).

Embora as maiores perdas da massa muscular esquelética (MME), sejam verificadas em homens, tem-se sugerido que a sarcopenia representa um dos maiores problemas de saúde pública para mulheres (JANSSEN *et al.*, 2002; SIROLA e KRÖGER, 2011), devido ao fato das mesmas, apresentarem maior expectativa de vida e elevadas taxas de limitações funcionais (DOHERTY, 2003; NUNES e PEREIRA, 2009). Ademais, o sexo feminino apresenta maior vulnerabilidade relacionada ao envelhecimento devido à exaustão fisiológica da função ovariana (menopausa) e com isso, o declínio do estrógeno, amplificando dessa forma, os efeitos da sarcopenia (DIONNE, KINAMAN, POEHLMAN, 2000; SORENSEN *et al.*, 2001; PALACIOS, BORREGO e FORTEZA, 2005).

As mais importantes e mais significativas perdas musculares relacionadas ao envelhecimento são verificadas no esqueleto apendicular (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010). Portanto, visto que, os músculos dessa região são os principais envolvidos na deambulação e atividades básicas da vida diária, torna-se necessário o monitoramento da massa muscular apendicular (MMA) para verificar os efeitos do envelhecimento na função muscular.

Dentre as diversas técnicas disponíveis para a avaliação da MMA em humanos, a Absortometria radiológica de dupla energia (DXA) fornece medidas

precisas e tem sido uma das mais utilizadas (SHAW, 2007; SONG *et al.*, 2004). Entretanto, devido ao custo e à logística, seu uso é impraticável em estudos de campo e em larga escala (IANUZZI-SUCICH, PRESTWOOD E KENNY, 2002). Em contraposição o método antropométrico, por suas características, pode vir a ser uma alternativa válida, precisa, inócua e de baixo custo para aferição da MMA, em estudos de campo. Sendo assim, modelos preditivos foram desenvolvidos utilizando como amostras sujeitos de características específicas, devendo, portanto, serem validados antes da utilização de maneira genérica ou outras populações (WEN *et al.*, 2011; BAUMGARTNER *et al.*, 1998; TANKÓ *et al.*, 2002).

Diante do exposto, os objetivos do presente estudo foram: 1) realizar a validação cruzada das equações antropométricas propostas por Baumgartner *et al.* (1998) e Tankó *et al.* (2002) para a estimativa da MMA e, caso não fosse alcançado esse propósito, 2) desenvolver e realizar a validação cruzada de modelos antropométricos que permitissem estimar a MMA em uma amostra de idosas brasileiras, utilizando como critério a DXA (MMA_{DXA}).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 População e Amostra

A população deste estudo foi composta por 500 idosas que, engajadas em programas de atividades físicas de lazer (dança, jogos, alongamento, dentre outros), ofertadas por instituições de terceira idade do município de Maceió, aceitaram ser voluntárias em um dos estudos realizados pelo Laboratório de Aptidão Física, Desempenho e Saúde, da Universidade Federal de Alagoas (LAFIDES/UFAL).

Dentre a população citada, foram selecionadas 234 adultas idosas fisicamente independentes e com idades acima de 60 anos que se ofereceram como voluntárias e tiveram todos os dados da avaliação da composição corporal e da entrevista coletados.

Seriam excluídos do estudo, os sujeitos que: 1) reportassem possuir quaisquer doenças que pudessem afetar o sistema músculo esquelético (exemplo: neuropatias, doença de Cushing, doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer ativo ou tratamento recente para câncer); 2) utilizassem medicamentos capazes de alterar a composição corporal (exemplo: corticoides, andrógenos ou drogas anti-andrógenas e anti psicóticos); 3) tivessem sofrido infarto do miocárdio recentemente; 4) aqueles que apresentassem massa corporal superior a 100 kg e, 5) os que apresentassem perímetros de quadril, mais largo que a largura da mesa da DXA (65 cm).

Para verificação dos critérios de inclusão e exclusão os sujeitos foram entrevistados com auxílio de um questionário geral (Anexo I) - desenvolvido para o estudo - pelo questionário de avaliação funcional multidimensional (Apêndice I) e através da aferição das medidas antropométricas.

Após a avaliação dos critérios de inclusão e exclusão foram elegíveis 218 sujeitos que, através de sorteio simples, compuseram a amostra final de 101 sujeitos divididos em três grupos: dois grupos de validação (GV1 e GV2) e um grupo de estimativa (GE). Para realizar a validação cruzada das equações de Baumgartner *et al.* (1998) e Tankó *et al.* (2002) o GV1 foi composto por 84 sujeitos que haviam realizado o teste de força de preensão manual. Enquanto o GE (n=60) e GV2 (n=41) foram utilizados para desenvolver e validar equações antropométricas para estimativa da MMA.

Todos os sujeitos da amostra assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisas com seres humanos da UFAL (Processo número: 020.487/2008-53).

2.2 Medidas Antropométricas

As seguintes medidas antropométricas serviram como variáveis para este estudo: massa corporal (kg); estatura (m); espessuras das dobras cutâneas (mm) de tríceps, bíceps, subescapular, axilar média, suprailíaca, abdome, coxa e perna; circunferências corporais (cm) de antebraço, braço, cintura, abdome, quadril, coxa e perna.

Enquanto as espessuras de dobras cutâneas foram coletadas no hemicorpo direito, as circunferências foram coletadas nos dois hemicorpos. Adicionalmente, foram calculadas as circunferências musculares (cm) através das circunferências corporais (cintura e abdômen) ou média delas (braços, coxas e pernas) pelas dobras cutâneas (cm) ou médias dessas (circunferência muscular de braço – tríceps e bíceps) utilizou-se a equação: $Circ_{muscular} = Circ_{membro} - (\pi \times DC)$ utilizada em estudos semelhantes (MARTIN *et al.*, 1990; DOUPE *et al.*, 1997 e LEE *et al.*, 2000).

Para a medida da massa corporal, utilizou-se uma balança digital de marca Plena[®], modelo MEA-07400 (*Measurement specialites, Inc, USA*), com sensibilidade de 100g. A estatura foi medida com auxílio de um estadiômetro portátil da marca Seca[®] (*Baystate Scale & Systems, USA*). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado dividindo a massa corporal pela estatura ao quadrado e expresso em $Kg\ m^{-2}$.

As espessuras das dobras cutâneas (DC) foram aferidas com plicômetros Lange (*Beta Technology Incorporated, Cambridge, Maryland, EUA*) com precisão de 0,1mm; as circunferências corporais foram aferidas com trena metálica, flexível e inelástica da marca Sanny (*American Medical do Brasil Ltda., São Bernardo do Campo, SP*) com precisão de 0,1 mm. Os comprimentos e os diâmetros ósseos, foram medidos com paquímetro antropométrico Sanny de 720mm (*American Medical do Brasil Ltda., São Bernardo do Campo, SP*) com precisão de 0,1mm.

Todas as medidas antropométricas foram realizadas pela manhã, com os avaliados descalços, vestindo o mínimo de roupas possível, de acordo com os protocolos propostos por Lohman *et al.* (1988).

2.3 Avaliação da Composição Corporal

A mensuração dos componentes corporais foi realizada com auxílio de um scanner da marca Lunar (*Modelo: Prodigy Advance - série DPX-YZB/2099; Madison, WI. Software 3.0*), em uma clínica especializada. Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo técnico e, como recomendado pelo fabricante, o aparelho foi calibrado diariamente como descrito no manual.

A MMA foi determinada pela soma do tecido magro mole de membros superiores e inferiores, como proposto por Heymsfield *et al.*, (1990) e Baumgartner *et al.* (1999). Para fins descritivos, o percentual de gordura corporal foi determinado pelo tecido gordo total, a massa muscular total (MMT) foi estimada pela equação proposta por Kim *et al.* (2002) e o índice de massa muscular apendicular (IMMA) foi calculado analogamente ao IMC como recomendado por Baumgartner *et al.* (1998).

2.4 Equações antropométricas

As duas equações antropométricas de Baumgartner *et al.* (1998) e Tankó *et al.* (2002) utilizadas para a verificação da validade cruzada podem ser observadas no quadro abaixo (Quadro 01)

Quadro 01 – Equações preditivas de massa muscular apendicular e respectivos coeficientes de determinação, erro padrão de estimativa e métodos utilizados pelos autores.

EQUAÇÕES	MÉTODO	EQUAÇÃO	R ²	EPE
Baumgartner <i>et al.</i> , (1998)	DXA	MMA=0,2487(MC)+0,0483(EST)-0,1584(CQUAD)+0,0732(FPM) +2,5843(SEXO)+5,8828	0,91	1,58
Tankó <i>et al.</i> (2002)	DXA	MMA=-13,3-0,05(ID)+0,11(MC)+16,1*(EST)	0,58	1,70

R²= Coeficiente de determinação; EPE (kg)= Erro padrão de estimativa; DXA= Absortometria Radiológica de dupla energia; MMA = massa muscular esquelética apendicular; MC= Massa corporal; EST= Estatura; CQUAD= Circunferência do quadril; FPM= Força de preensão manual; ID= Idade.

2.5 Medida da força de preensão manual

Como a força de preensão manual (FPM) é uma das variáveis utilizadas na equação preditiva proposta por Baumgartner *et al* (1998) esta, foi medida com auxílio de um dinamômetro hidráulico manual de marca JAMAR (*Hydraulic Hand Dynamometer*® Model PC-5030J1, Fred Sammons, Inc., Burr Ridge, IL: USA), respeitando-se o protocolo recomendado pela *American Association of Hand Therapists* (RICHARDS; OLSO; PALMITER-THOMAS, 1996).

2.6 Tratamento estatístico

A normalidade dos dados foi verificada com o teste de Kolgomorov – Smirnov corrigido por Lilliefors e a homogeneidade da variância dos resíduos com o teste de Levene. A média, o desvio-padrão e a amplitude foram utilizados para descrever as características antropométricas da amostra. Os coeficientes de correlação de Pearson e Spearman foram utilizados para verificar a associação entre as variáveis antropométricas e a MMA.

A reprodutibilidade inter-avaliador e intra-avaliador para as variáveis antropométricas realizada em um grupo composto por 17 sujeitos apontaram coeficientes de correlação intraclasse de 0,83 a 0,98 para as medidas de espessuras de dobras cutâneas e de 0,76 a 0,98 para as medidas de circunferências corporais.

Para atingir ao objetivo desse estudo a análise estatística foi dividida em duas etapas:

Etapa 01 - Para a realização da validação cruzada os resultados da MMA foram verificados através das equações testadas no GV1 e comparados individualmente, com a medida critério da DXA (MMA_{DXA}) com auxílio do teste *t* pareado. Adicionalmente, foram analisados os coeficientes de regressão (*R*) e determinação (R^2) e calculados os erros: padrão de estimativa (EPE), constante (EC) e total (ET).

Para considerar as equações como validas, utilizou-se os critérios de validação recomendados por Lohman (1992) e Petroski (1995). Ou seja, os resultados obtidos pelas equações testadas e o método critério não deveriam apresentar diferenças significativas; o EPE deveria ser menor que 3,5 e, finalmente, o R^2 deveria ser maior que 0,7.

Etapa 02 – Diante da existência de diferenças significativas entre os métodos, para o desenvolvimento de equações de regressão para estimativa da MMA, realizaram-se análises de regressão linear múltipla no GE com seleção de variáveis através dos métodos *Stepwise* e *Enter*. Nesse ultimo método, foram verificados os pressupostos de aplicação dos modelos de regressão para ajustamento às variáveis práticas para utilização nos modelos desenvolvidos.

A comparação dos resultados do GE e do GV2 foram realizadas pelo teste *t* de Student independente, com as variáveis normalizadas e pelo teste de Mann Whitney para as variáveis que não atingiram os critérios de normalidade. Por fim, após o término da segunda etapa, foram realizados todos os passos da primeira etapa, desta vez com o GV2, em cada uma das equações desenvolvidas no presente estudo.

Adicionalmente, para a verificação da concordância foram realizadas plotagens de Bland e Altman (1986), e da regressão entre os valores medidos e observados de MMA, com as equações que atenderam aos critérios adotados de validação cruzada. Todos os cálculos estatísticos foram realizados com auxílio do pacote estatístico: *Statistical Package for the Social Science*, versão SPSS® 12.0 (Chicago, IL, USA). Foi considerado o nível de significância de $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

As características descritivas da amostra, as correlações observadas entre as variáveis independentes e a MMA, bem como, a comparação entre as médias das variáveis independentes no GE e no GV2 podem ser observadas na Tabela 01.

Tabela 01 – Características descritivas da amostra, correlações observadas e comparação entre os grupos de estimativa e validação 02 (n=101).

VARIÁVEIS	GRUPO DE VALIDAÇÃO 01	GRUPO DE ESTIMATIVA	GRUPO DE VALIDAÇÃO 02	MMA e VARIÁVEIS		p
	(n = 84)	(n = 60)	(n = 41)	(n = 101)		
				R	Rho	
Idade (Anos)	67,30±6,24	66,75±5,81	68,49±6,59	-0,18	-	0,164
Massa corporal (kg)	64,05±10,20	64,34±10,06	62,55±10,40	0,76	-	0,390
Estatura (m)	1,50±0,06	1,50±0,05	1,51±0,06	0,61	-	0,554
IMC (kg m ⁻²)	28,20±4,07	28,50±4,20	27,37±3,88	0,47	-	0,174
MMA _{BAUM} (kg)	7,29±1,80	-	-	-	-	-
MMA _{TANK} (kg)	14,64±1,90	-	-	-	-	-
GC _{DXA} (%)	41,58±6,51	42,20±6,51	39,93±6,27*	0,16	-	0,084
MMT _{KIM} (kg)	16,70±2,81	16,56±2,67	16,93±2,98	0,99	-	0,524
MMA _{DXA} (kg)	15,15±2,46	14,98±2,34	15,33±2,61	-	-	0,481
IMMA _{DXA} (kg m ⁻²)	6,65±0,82	6,62±0,83	6,69±0,85	0,86	-	0,651
Braço direito ^C (cm)	29,70±3,53	29,75±3,67	29,35±6,27	0,54	-	0,585
Braço esquerdo ^C (cm)	29,50±3,63	29,64±3,83	28,98±3,48	0,54	-	0,382
Antebraço direito ^C (cm)	24,12±1,67	24,10±1,73	23,88±1,97	0,70	-	0,553
Antebraço esquerdo ^C (cm)	24,01±2,09	23,98±2,24	23,72±2,08	0,68	-	0,547
Perna direita ^C (cm)	35,26±3,52	35,26±3,83	35,07±2,70	-	0,56	0,782
Perna esquerda ^C (cm)	35,10±3,41	35,16±3,81	34,93±2,51	-	0,53	0,716
Coxa direita ^C (cm)	49,47±8,84	49,75±9,74	48,75±5,72	-	0,48	0,555
Coxa esquerda ^C (cm)	49,58±7,58	49,51±8,15	50,23±6,78	0,53	-	0,647
Abdômen ^C (cm)	95,53±12,52	96,34±13,74	94,09±7,68	-	0,34	0,299
Cintura ^C (cm)	85,33±9,15	85,91±8,99	84,16±8,08	0,45	-	0,320
Quadril ^C (cm)	102,50±8,52	102,66±8,66	100,37±7,46	0,42	-	0,170
Tríceps ^E (mm)	27,67±7,95	27,22±8,57	24,76±5,00	0,20	-	0,094
Bíceps ^E (mm)	19,16±7,98	20,08±8,53	16,75±5,92	0,25	-	0,053
Subescapular ^E (mm)	28,04±9,40	28,77±9,34	26,37±8,81	0,25	-	0,198
Axilar ^E (mm)	26,13±8,46	26,06±8,15	25,27±8,38	0,19	-	0,796
Supra ilíaca ^E (mm)	32,13±9,40	33,03±9,64	30,00±7,95	0,17	-	0,100
Abdômen ^E (mm)	38,27±9,65	38,85±10,38	36,35±8,60	0,20	-	0,206
Coxa ^E (mm)	37,77±12,30	37,65±13,35	37,49±10,68	0,07	-	0,950
Perna ^E (mm)	24,45±8,60	24,97±9,14	23,49±6,90	0,02	-	0,384
Braço ^M (cm)	22,39±2,56	22,27±2,74	22,65±2,24	-	0,54	0,467
Coxa ^M (cm)	37,67±7,43	37,81±8,02	37,71±5,28	-	0,57	0,946
Perna ^M (cm)	27,50±3,59	27,37±3,89	27,62±2,43	0,55	-	0,690
Cintura ^M (cm)	75,24±8,09	75,53±8,34	74,73±6,56	0,45	-	0,593
Abdômen ^M (cm)	83,51±11,72	84,14±12,92	82,68±7,14	-	0,33	0,471
Preensão manual (kg)	21,35±5,21	21,03±4,99	22,30±5,85**	0,50	-	-

IMC = índice de massa corporal; MMABAUM = massa muscular apendicular estimada pela equação de Baumgartner *et al.*; MMA_{TANK} = massa muscular apendicular estimada pela equação de Tankó *et al.*; GC_{DXA} = Percentual de gordura corporal estimado pela Absortometria; MMT_{KIM} = massa muscular total estimada pela equação de Kim *et al.* (2002); MMA_{DXA} = massa muscular apendicular estimada pela DXA; IMMA_{DXA} = índice de massa muscular apendicular; ^C= Circunferência corporal; ^E= Espessura de dobra cutânea; ^M= Circunferência muscular; r = Coeficiente de correlação de Pearson; Rho = Coeficiente de correlação de Spearman.

*diferença significativa p<0,05; **n = 24 sujeitos.

De acordo com a Tabela 01, pode-se observar que, utilizando-se o IMC e o percentual de gordura corporal como critérios, as idosas dos três grupos: GE, GV1 e GV2 apresentaram excesso de peso ou obesidade (LIPZCHITZ, 1994; LOHMAN, 1988).

Quanto ao MMA_{DXA} , observou-se que a maior parte dos sujeitos não apresentou sarcopenia (TANKÓ *et al.*, 2002). A média de MMA estimada pela equação de Tankó *et al.* (2002) apresentou valores 100% maiores que os valores de MMA, quando estimados pela equação de Baumgartner *et al.*, (1998).

Quanto a correlação observada entre as variáveis independentes e a MMA_{DXA} , verifica-se, ainda na Tabela 01, que as circunferências corporais demonstraram maiores correlações com a MMA_{DXA} ($R= 0,33$ a $0,68$) do que as medidas de DC ($R= 0,02$ a $0,25$). Quando comparadas as médias das variáveis independentes dos GE e GV2, essas, não diferiram entre si, indicando que as amostras são semelhantes estatisticamente para realizar a validação cruzada.

Na Tabela 02, podem ser observados os resultados verificados no processo de validação cruzada para as equações de Baumgartner *et al.*, (1998) e Tankó *et al* (2002). Quando comparadas individualmente com a DXA pelo teste t pareado, as estimativas da MMA pelas duas equações testadas apesar de apresentarem elevadas correlações, diferiram significativamente dos valores verificados através do método critério: DXA.

Tabela 02 – Validação cruzada entre equações de Baumgartner *et al.*, (1998), Tankó *et al* (2002) e DXA.

EQUAÇÕES	M±DP	T	p	R	R ²	EC (kg)	EPE (kg)	ET (kg)
Baumgartner <i>et al.</i> , (1998)	7,29±1,80*	53,988	<0,001	0,84	0,71	-7,87	1,32	7,98
Tankó <i>et al</i> (2002)	14,64±1,90*	3,297	0,001	0,80	0,65	-0,52	1,46	1,53
MMA_{DXA}	15,16±2,43	-	-	-	-	-	-	-

M±DP = Média e desvio padrão; t= teste t pareado; R= coeficiente de regressão; R²= Coeficiente de determinação; EC= Erro constante; EPE= Erro padrão de estimativa; ET= Erro total; MMA_{DXA} = massa muscular apendicular obtida pela Absortometria radiológica de dupla energia.

*Significativo para $p<0,05$

Utilizando-se a MMA_{DXA} como variável dependente e as variáveis da composição corporal e antropométricas como variáveis independentes, os vários modelos desenvolvidos para a estimativa da MMA nas idosas da amostra deste estudo, podem ser observados na Tabela 03.

Tabela 03 – Modelos de equações desenvolvidas para estimava da massa muscular apendicular com respectivos coeficientes de correlação (R), determinação (R^2) determinação ajustado (R^2_a) e erro padrão de estimativa (EPE) (n=61).

MODELO	EQUAÇÃO	R	R^2	R^2_a	EPE
1 ^S	$MMA=5,843+0,309(MC)-0,376(IMC)$	0,83	0,70	0,68	1,33
2 ^S	$MMA=4,150+0,251(MC)-0,411(IMC)+0,011(CANTD)^2$	0,87	0,75	0,73	1,21
3 ^S	$MMA=4,087+0,255(MC)-0,371(IMC)+0,011(CANTD)^2-0,035(DCCO)$	0,88	0,78	0,77	1,14
4 ^S	$MMA=7,944+0,244(MC)+0,010(ID)-0,145(CQUAD)+0,230(CANTD)$	0,84	0,70	0,68	1,34
5 ^E	$MMA= 5,927+0,2399(MC)+0,0119(ID)-0,121(CQUAD)+0,272(CANTD)-0,033(DCCO)$	0,85	0,73	0,70	1,29
6 ^E	$MMA=2,855+0,298(MC)+0,019(ID)-0,082(CQUAD)+0,400(CANTD)-0,332(IMC)$	0,88	0,77	0,75	1,17
7 ^E	$MMA=11,631+0,256(MC)-0,141(CQUAD)+0,036(CMCO)$	0,84	0,70	0,68	1,32
8 ^E	$MMA=3,971+0,292(MC)-0,328(IMC)+0,397(CANTD)-0,078(CQUAD)$	0,88	0,77	0,75	1,17
9 ^E	$MMA=8,527+0,230(CANTD)-0,142(CQUAD)+0,241(MC)$	0,84	0,70	0,68	1,33
10 ^E	$MMA=6,575+0,272(CANTD)-0,117(CQUAD)+0,236(MC)-0,033(DCCO)$	0,85	0,72	0,70	1,28

ID= Idade; MC= Massa corporal; EST= Estatura; IMC= Índice de massa corporal; CANTD= Circunferência do antebraço direito; $CANTD^2$ = Circunferência do antebraço direito elevado ao quadrado; CQUAD= Circunferência do quadril; DCCO= Dobra cutânea de coxa; CMCO= Circunferência de coxa corrigida pela dobra cutânea de coxa.

^S= Stepwise; ^E= Enter

Os resultados obtidos no processo de validação cruzada das equações desenvolvidas e a DXA estão descritos na Tabela 04. Como pode ser observado das 10 equações desenvolvidas, quatro foram descartadas por apresentarem diferenças estatisticamente significativas com a medida critério. Entretanto, dentre as equações restantes, as de número três (E3) seis (E6) e oito (E8), atenderam a

todos os critérios de validação geralmente utilizados em estudos semelhantes (LOHMAN, 1992; PETROSKI, 1995).

A E3 apesar de apresentar coeficiente de determinação ajustado = 0,69, apresenta-se potencialmente válida para estimar a MMA em sujeitos com características semelhantes à amostra do presente estudo.

Tabela 04 – Validação cruzada das equações antropométricas desenvolvidas.

MODELO	M±DP	T	P	R	R ²	R ² _a	EC	EPE	ET
1	14,88±2,10*	2,049	0,047	0,84	0,71	0,70	-0,45	1,52	1,47
2	14,92±2,42	1,844	0,073	0,83	0,69	0,68	-0,46	1,55	1,49
3	14,86±2,32	1,970	0,056	0,83	0,69	0,69	-0,45	1,47	1,51
4	14,83±2,04*	2,133	0,039	0,82	0,67	0,66	-0,50	1,52	1,57
5	14,74±2,15*	2,455	0,019	0,81	0,65	0,65	-0,59	1,55	1,63
6	15,03±2,20	1,440	0,158	0,86	0,74	0,73	-0,30	1,36	1,36
7	14,84±1,97	1,981	0,055	0,80	0,63	0,62	-0,49	1,60	1,64
8	14,91±2,20	2,017	0,050	0,86	0,74	0,73	-0,60	1,35	1,39
9	14,84±2,05*	2,084	0,044	0,82	0,67	0,66	-0,49	1,52	1,57
10	14,85±2,15	2,003	0,052	0,81	0,65	0,65	-0,48	1,55	1,59
MMEA _{DXA}	15,33±2,61	-	-	-	-	-	-	-	-

M±DP = Média e desvio padrão; t= teste *t* pareado; R= coeficiente de correlação; R²= Coeficiente de determinação; R²_a= Coeficiente de determinação ajustado; EC= Erro constante; EPE= Erro padrão de estimativa; ET= Erro total; MMEA_{DXA}= massa muscular esquelética apendicular obtida pela Absortometria radiológica de dupla energia.

A plotagem da regressão linear entre a variável dependente e as equações de estimativa da MMA validadas no presente estudo (Figura 1) indica a elevada capacidade preditiva das equações: E3, E6 e E8.

A concordância entre a MMA estimada pelas equações e a DXA foram testadas com a plotagem gráfica de Bland e Altman e estão apresentadas na Figura 2 onde se pode verificar que equações 03, 06 e 08 apresentam elevada concordância com o método critério, e a equação 06 apresentou os menores limites de concordância, indicando as menores diferenças de estimativa entre as técnicas.

Figura 1 – Regressão linear entre a massa muscular apendicular medida (MMA_{DXA}) e estimada para: A) MMA_{DXA} e Equação 03 (E3), B) MMA_{DXA} e Equação 06 (E6) e C) MMA_{DXA} e Equação 08 (E8).

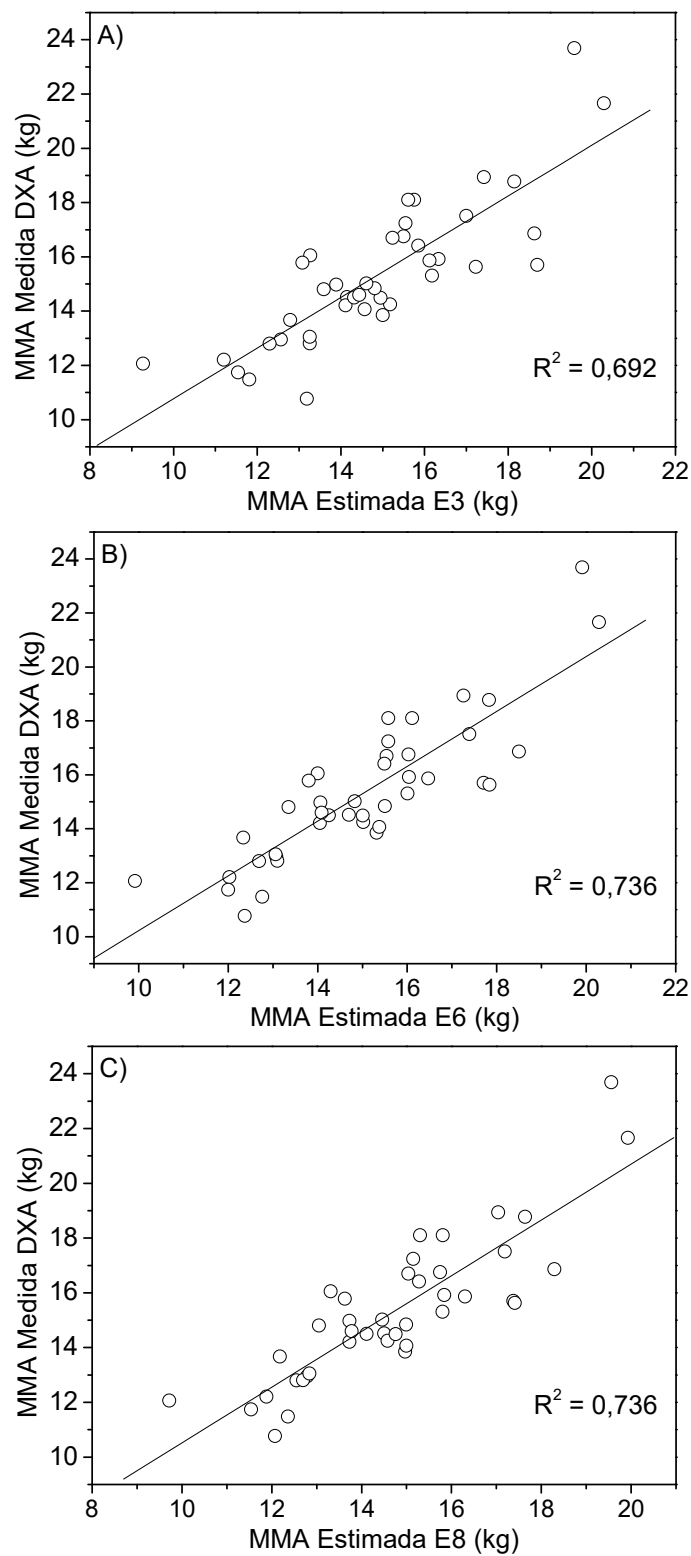
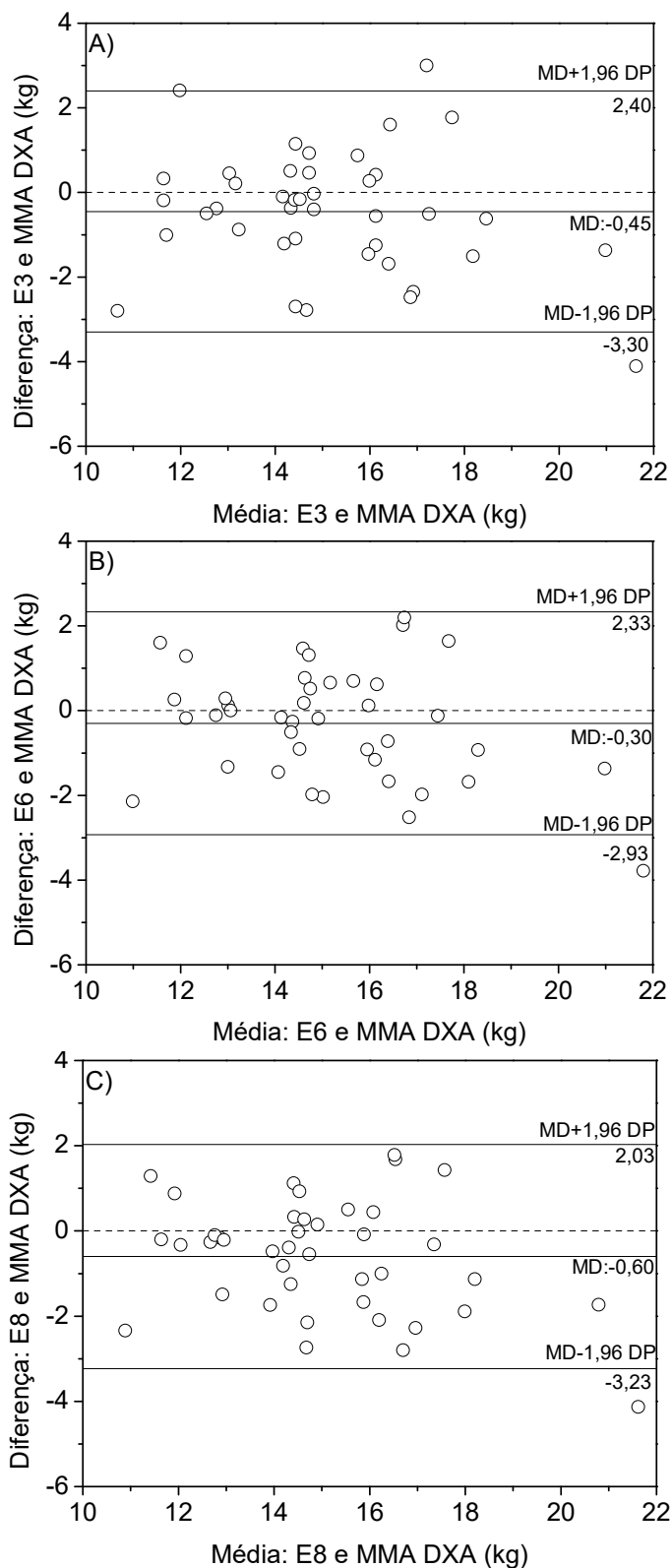


Figura 2 – Análise da concordância entre massa muscular apendicular medida pela absorptometria radiológica de dupla energia (MMA_{DXA}) e as equações desenvolvidas no estudo: A) Equação 03 (E3), B) Equação 06 (E6) e C) Equação 08 (E8).



MD = Média das diferenças; DP = desvio padrão.

4 DISCUSSÃO

O processo de envelhecimento é responsável por diversas alterações no organismo humano (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010). Dentre tais alterações, a diminuição da massa muscular (BIJLSMA *et al.*, 2012) é muito importante para a população idosa, visto que, pode influenciar a mobilidade, a saúde e a qualidade de vida (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010).

Diante da constatação de que a MMA representa a principal porção muscular corporal, relacionando-se estreitamente com a mobilidade e a independência funcional (VISSER *et al.*, 2005; IANUZZI-SUCICH, PRESTWOOD E KENNY, 2002), a disponibilização de ferramentas válidas, inócuas e praticas para monitoramento desse componente é essencial para as estratégias de ampliação da expectativa de vida livre de incapacidades em idosos (GOBBO *et al.*, 2008; WOODS *et al.*, 2011; RECH *et al.*, 2012). Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a validade cruzada de duas das mais utilizadas equações antropométricas para estimar a MMA em idosos (BAUMGARTNER *et al.*, 1998 e TANKÓ *et al.*, 2002) e, desenvolver e validar novos modelos de equações de regressão utilizando medidas antropométricas para estimar a MMA em uma amostra de idosos aparentemente saudáveis e funcionalmente independentes utilizando como medida critério a MMA estimada pela Absortometria (MMA_{DXA}).

Quando verificada a correlação das variáveis independentes com a MMA_{DXA} observadas na tabela 01, a MC foi a que demonstrou a maior correlação ($R=0,76$) com a medida critério (MMA_{DXA}). A EST apresentou correlação moderada, ($R=0,61$) e, como poderia ser esperado, a idade apresentou correlação negativa ($R=-0,18$), indicando uma diminuição da MMA_{DXA} com o aumento da idade, como observado por Janssen *et al.* (2000). Dentre as circunferências corporais a correlação da circunferência do antebraço direito foi a melhor correlacionada com a MMA_{DXA} ($R=0,70$).

O estudo de Baumgartner *et al.* (1998), verificou a prevalência da sarcopenia no Novo México. Para tal, os autores desenvolveram uma equação antropométrica para estimar a MMA utilizando como medida critério a MMA verificada através da DXA em uma sub-amostra composta por 199 sujeitos

idosos de ambos os sexos, fisicamente ativos, que foram distribuídos em: grupo de estimativa (GE=149 sujeitos) e grupo de validação (GV=50 sujeitos).

Naquele estudo, a MMA predita pela equação proposta não diferiu estatisticamente dos valores verificados pela DXA, além de apresentar elevada correlação e pequeno erro padrão de estimativa (EPE) entre as duas técnicas ($R^2=0,86$; EPE=1,72 kg). Entretanto, no presente estudo, a MMA verificada pela equação proposta por Baumgartner *et al.* (MMA_{BAUM}) apesar de apresentar elevada correlação e adequado EPE ($R^2=0,71$; EPE=1,32 kg), diferiu estatisticamente do resultado da medida critério: MMA_{DXA} ($p<0,001$). Além do mais, o erro constante (EC) de -7,87 kg indicou uma forte tendência para a subestimação dos valores de MMA_{DXA} e um erro total (ET) bastante elevado (ET=7,98 kg), invalidando, portanto, o uso da equação proposta em amostras semelhantes a do presente estudo (Tabela 02).

Tankó *et al.* (2002) desenvolveram uma pesquisa na Dinamarca utilizando uma amostra composta por 754 mulheres saudáveis com grande amplitude etária (17 a 85 anos), verificaram quais variáveis melhor explicariam variações na MMA e na massa muscular dos membros superiores, estimada pela DXA. Dentre as variáveis independentes consideradas naquele estudo, a idade, a MC e a EST, contribuíram significativamente para variações do parâmetro muscular, sendo responsáveis por explicar 58% da variancia na MMA_{DXA} ($R^2=0,58$), apresentando moderado coeficiente de correlação ($R=0,76$) com EPE de 1,70 kg. Quando realizada a validação cruzada no presente estudo (Tabela 02), a a MMA verificada pela equação proposta por Tankó *et al.* (MMA_{TANK}) apresentou coeficientes de correlação ($R=0,80$) e determinação ($R^2=0,65$) maiores que os observados pelos propositores da técnica, inclusive, apresentando baixos erros (EPE = 1,46 kg, EC = -0,52 e ET = 1,53). Entretanto, quando comparadas, a MMA_{DXA} , e a MMA_{TANK} apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p=0,001$) em relação a MMA_{DXA} . Portanto, a equação testada não atendeu aos critérios de validação adotados.

As diferenças estatísticas encontradas entre os métodos podem estar relacionadas às diferenças verificadas nos valores médios das variáveis que compõem as equações de Baumgartner *et al.* (1998) e Tankó *et al.* (2002) e os encontrados neste estudo. Por exemplo, Baumgartner *et al.* (1998) não caracterizaram as amostras dos dois grupos: de desenvolvimento e de validação

da equação, descrevendo apenas, os valores médios da amostra total, composta por 833 sujeitos. Por outro lado, Tankó *et al.* (2002) apresentaram as características físicas dos sujeitos, divididas em seis escalões etários, onde a média e desvio padrão da idade variou de $25,7 \pm 2,5$ a $75,2 \pm 3,4$, MC de $62,9 \pm 7,7$ a $67,6 \pm 10,01$, EST de $1,59 \pm 0,06$ a $1,68 \pm 0,06$ e MMEA variou de $19,4 \pm 2,3$ a $15,7 \pm 2,4$, contudo, tal comparação pode ser problemática, visto que, dentre os 754 participantes do estudo de Tankó *et al.* (2002) apenas 152 sujeitos possuíam idade superior a 60 anos.

Devido às consideráveis diferenças entre as populações utilizadas é difícil fazer comparações válidas entre os resultados encontrados nos três estudos. Entretanto, verifica-se que os valores da MMA mensurados no presente estudo ($15,16 \pm 2,43$) foram comparáveis com os encontrados por Baumgartner *et al.* (1998) em sua amostra total ($14,2 \pm 1,9$) e dentre os escalões etários de 60-69 e >70 anos de sujeitos pertencentes a amostra do estudo de Tankó *et al.* (2002) ($16,5 \pm 2,13$ e $15,7 \pm 2,4$).

Recentemente, Gobbo *et al.* (2012) realizaram um estudo na cidade de São Paulo, com objetivo de verificar e descrever valores normativos para MMT, MMA e índices de massa muscular total e apendicular, estratificados pelo sexo e escalões etários. Para atingir tal objetivo os autores utilizaram a equação de Baumgartner *et al.*, (1998) para estimar a MMA. Entretanto, o uso de tal equação não foi precedido por uma análise de validação cruzada o que, muito provavelmente, causa dúvidas quanto as possíveis inferências daquele estudo. Nessa direção, outros estudos nacionais que tenham verificado a validade das equações antropométricas propostas por Baumgartner *et al.* (1998) e Tankó *et al.*, (2002) são desconhecidos até o momento, dificultando a comparação com os resultados verificados no presente estudo.

No presente estudo, foram desenvolvidos dez modelos de equações antropométricas (Tabela 03), entretanto, somente seis não diferiram do método critério (Tabela 04). As equações: E3, E6 e E8 explicaram de 69% a 74% as variações na MMA_{DXA} (Figura 1), atingindo todos os critérios de validação utilizados. Estes modelos, apresentaram elevados coeficientes de correlação com o método critério, variando de 0,83 a 0,86, semelhantes ao estudo de Baumgartner *et al.*, (1998) e superior a correlação encontrada por Tankó *et al.*,

(2002), contudo, os erros de predição observados no presente estudo foram menores do que os observados no Novo México e na Dinamarca.

Quanto a análise de Bland e Altman, os limites dos intervalos de confiança observados nos modelos válidos: E3 (-3,30; 2,40 kg), E6 (-2,93; 2,33 kg) e E8 (-3,23; 2,03 kg) ilustrados na Figura 2, foram menores dos que os observados por Baumgartner *et al.*, (1998) (-5,1; 4,2 kg), Tankó *et al.*, (2002) por sua vez, não utilizou nenhuma ferramenta estatística para verificar a concordância.

Apesar das limitações observadas no presente estudo, como por exemplo, o fato das idosas que compuseram a amostra apresentaram homogeneidade no que se refere à independência funcional, bem como, ao tamanho da amostra, as três equações que apresentaram as melhores condições e selecionadas para uso: E3, E6 e E8, além de apresentaram elevada validade, utilizam variáveis de fácil acesso e elevada praticidade para medição. Entretanto, cada modelo apresenta vantagens próprias. Por exemplo, a E3 utiliza a massa corporal, estatura, a circunferência de antebraço direito e a medida da dobra cutânea de coxa; a E6 apresenta como vantagem considerar a idade como variável independente, o que pode ser útil ao avaliar a MMA em amostra de idosos com maiores amplitudes de idade. Por fim, a E8 pode estimar a MMA com auxílio de uma circunferência do esqueleto apendicular e outra do esqueleto axial, além da massa corporal, estatura.

5 CONCLUSÃO

As equações propostas por Baumgartner *et al.* e Tankó *et al.* não apresentam-se válidas, quando comparadas os valores de MMA_{DXA} para uso. Entretanto, dentre os modelos desenvolvidos no presente estudo, três equações: E3, E6 e E8, além de têm atendido plenamente aos critérios de validação utilizados, apresentam a vantagem de utilizar medidas de fácil acesso, podendo ser utilizadas, de acordo com as condições e interesses dos avaliadores. Sugere-se a realização de pesquisas futuras que, com objetivos semelhantes, utilizem amostras com idosos de diferentes níveis de funcionalidade de ambos os sexos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMGARTNER RN *et al.* Epidemiology of sarcopenia among the elderly in new mexico. In: **Am J Epidem.** Vol. 147, n 08: 755-763, 1998.

BAUMGARTNER RN *et al.* Predictors os skeletal muscle mass in elderly men and woman. In: **Mech age dev.** Vol.70:123-136.1999.

BLAND, JM; ALTMAN, DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. In: *Lancet*, 1(8476): 307- 310,1986.

BIJLSMA AY, *et al.* Defining sarcopenia: the impact of different diagnostic criteria on the prevalence of sarcopenia in a large middle aged cohort. In: **Age (Dordr)**. :1-11. 2012.

COOPER C. *et al.* Frailty and sarcopenia: definitions and outcome parameters.In: **Osteoporos Int.** Vol.23, nº7:1839-48. 2012.

CLARK BC e MANINI TM. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. In: **Curr Opin Nutri Metab Care.** Vol 13: 271-276. 2010.

CRUZ-JENTOFT A.J. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. In: **Age and ageing.** Vol.39:412-423.2010.

DIONE IJ; KINAMAN KA e POEHLMAN ET. Sarcopenia and muscle function during menopause and hormone-replacement therapy. In: **J Nutr Health Aging.** Vol. 4: 156-161. 2000.

DOERHTY TJ. Physiology of aging. Invited review: Aging and sarcopenia.In: **J appl Physiol.** Vol.95: 1717-1727. 2003.

DOUPE M.B. *et al.* A new formula for population-based estimation of whole body muscle-mass in males. **In: Can J Appl Physiol.** Vol.22:598-608.1997.

FRIED TR *et al.* Functional disability and health care expenditures for older persons. **In: Arch Intern Med.** Vol.61:2602–2607. 2001

GOBBO L.A. *et al.* Massa muscular de idosos do município de São Paulo – Estudo SABE: Saúde, Bem-estar e Envelhecimento. **In: Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.** Vol.14, nº01:1-10. 2012.

GOBBO L.A. *et al.* Massa muscular de idosos do município de São Paulo – Estudo SABE: Saúde, Bem-estar e Envelhecimento. **In: Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.** Vol.14, nº01:1-10. 2012.

HEYMSFIELD SB *et al.* Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. **In: Am J Clin Nutr.** Vol. 52: 214-218. 1990.

IANNUZZI-SUCICH M; PRESTWOOD KM e KENNY AM. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older man and woman. **In: Journal of Gerontology.**Vol.57A,nº12: 772-777. 2002.

JANSSEN I. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. **In: J Appl Physiol.** Vol.89: 81-88.2000.

JANSSEN I, HEYMSFIELD SB, ROSS R. Low relative skeletal muscle mass (Sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. **In: J Am Geriatr Soc.** Vol.50:889-896. 2002.

JASSEN I, *et al.* The healthcare costs of sarcopenia in the United States. **In: J Am Geriatr Soc.** Vol.52, nº 01: 80-85. 2004.

KIM J *et al.* Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy x-ray absorptiometry method. **In: Am J clin nutr.** Vol. 76: 378-383. 2002.

LAURETTANI F. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. **In: J Appl physiolo.** Vol95:1851-1860.2003.

LEE R.C. *et al.* Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of antropometric prediction models. **In: Am J Clin Nutr.** Vol. 72: 796-803. 2000.

LIPSCHITZ DA. Screening for nutritional status in the elderly. **In: Primary Care.** Vol.21, nº 1: 55-67. 1994.

LOHMAN, T. G.; Roche, AF e Martorel, R. **Anthropometric standardization reference manual.** Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.

MARTIN A.D. *et al.* Anthropometric estimation of muscle mass **In men. Med Sci Sports Exerc.** Vol.22: 729-733.1990.

MELTON LJ *et al.* Epidemiology of sarcopenia. **In: J Am Geriatr Soc.** Vol. 48, nº6:625-30. 2000.

METTER JE, *et al.* Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. **In: J gerontology Med Sci.** Vol.57A, nº10: B359-B365. 2002.

NUNES PML; VIEIRA LSM. Perfil epidemiológico de mulheres idosas atendidas no "grupo de apoio à prevenção da incapacidade funcional". **In: Rev. Bras. Promoç. Saúde,** Vol. 22, Nº4: 251-258. 2009.

PALACIOS S; BORREGO RS; FORTEZA A. The importance of preventive health care in post-menopausal women. **In: Maturitas.** Vol. 52, nº 1:S53–S60, 2005.

PETROSKI, E. L. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. **In: Rev Bras de Ativ Fís e Saúde,** Vol.1, nº2, 65-73, 1995.

RECH C. *et al.* Validade de equações antropométricas para estimar a massa muscular em idosos. **In: Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.** Vol. 14, nº01:23-31. 2012.

RICHARDS LG; OLSON B; PALMITER-THOMAS P. How forearm position affects grip strength. **In: Am J of Occupational Therapy.** Vol. 50, nº2: 133-138. 1996.

ROUBENOFF R e HUGGHES VA. Sarcopenia: Current concepts. **In: Journal of gerontology.** Vol.55A, nº 12: M716-M724.2000.

SHAW K.A.*et al.* Dual energy X-ray absorptiometry body composition and aging in a population-based older cohort. **In: J Obes (Lond).** Vol.31:279–284. 2007.

SIROLA J, KRÖGER H. Similarities in Acquired Factors Related to Postmenopausal Osteoporosis and Sarcopenia. **IN: J Osteoporos.** Vol. 2011, Article ID 536735: 14 pages. 2011.

SORENSEN *et al.* Obesity and sarcopenia after menopause are reversed by sex hormone replacement therapy. **In: Obes Res.** Vol. 9:622-626. 2001.

SONG M. *et al.* Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women. **In: Am J Clin Nutr.** Vol. 79: 874-880. 2004.

TANKÓ LB *et al.* Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healthy women. **In: Metabolism.** Vol.51,nº01:69-74. 2002.

VISSER M. *et al.* Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **In: J gerontology Med Sci.** Vol. 60A. nº03:324-333. 2005.

ZHONG S; CHEN SZ e THOMPSON LV. Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations. **In: Rev. Bras. Fisioter.** Vol.11, nº02: 91-97.2007.

WEN X. *et al.* Anthropometric equation for estimation of appendicular skeletal muscle mass in Chinese adults **In: Asia Pac J Clin Nutr.** Vol.20, nº4:551-556. 2011.

WOODS JL *et al.* Poor physical function in elderly women in low-level aged care is related to muscle strength rather than to measures of sarcopenia. In: Clin Interv Aging. Vol.6: 67-76. 2011.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, na coletânea de artigos aqui apresentados pode-se verificar que existem diferentes métodos e técnicas disponíveis para mensuração da MME total ou apendicular em idosos. Entretanto, a escolha entre eles dependerá dos custos, disponibilidade, praticidade, acurácia e sensibilidade para identificar as mudanças que ocorrem durante o processo de envelhecimento.

A antropometria apresenta-se uma técnica válida, fácil e acessível para aplicação em clínicas e estudos de campo. Quando verificada a validade cruzada das equações antropométricas propostas por Baumgartner *et al.*, (1998) e Tankó *et al* (2002) para estimativa da MMA, essas, não foram válidas para utilização em idosos com características semelhantes as que compuseram a amostra do presente estudo. Mais além, na presente pesquisa foram desenvolvidas dez equações antropométricas com auxílio de análises de regressão linear múltipla, dentre essas, três equações atingiram todos os critérios de validação cruzada utilizando como variável dependente a MMA_{DXA} . As três equações apresentaram excelentes resultados e podem ser utilizadas intercambiavelmente de acordo com a conveniência dos envolvidos nas pesquisas ou aplicações clínicas.

Sugere-se a realização de pesquisas futuras para desenvolver e validar modelos de regressão para estimativa da MMA em homens idosos com características físicas heterogêneas.

BAUMGARTNER RN *et al.* Epidemiology of sarcopenia among the elderly in new mexico. In: **Am J Epidem.** Vol. 147, n 08: 755-763, 1998.

CLARK BC e MANINI TM. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. In: **Curr Opin Nutri Metab Care.** Vol 13: 271-276. 2010.

DOERHTY TJ. Physiology of aging. Invited review: Aging and sarcopenia. In: **J appl Physiol.** Vol.95: 1717-1727. 2003.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do senso demográfico de 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1866&id_pagina=1> acesso em 05 jan. 2012.

JANSSEN I. *et al.* Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. In: **Am J Epidemiol.** Vol.159:413-421.2004.

LEE RC, WANG Z, HEYMSFIELD SB. Skeletal muscle mass and aging: Regional and whole-body measurement methods. In: **Can. J. Appl. Physiol.** Vol. 26, nº1:102-122. 2001.

LUSTGARTEN MS, FIELDING RA. Assesment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for the use in phase ii clinical trials. In: **J Nutr Health Aging.** Vol. 15,nº5:368-375. 2011.

MARCUS R. L. *et al.* Intramuscular adipose tissue, sarcopenia, and mobility function in older individuals. In: **J Aging Research.** Vol.2012: 1-6. 2012.

ROLLAND Y, VELLAS B. Sarcopenia. In: **Rev Med Interne.** Vol. 30, nº02: 150-60. 2009.

ROUBENOFF R. Origins and clinical relevance of sarcopenia. In: **Can J Appl Physiol.** Vol.26:78-89.2001.

TANKÓ LB *et al.* Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healty woman. In: **Metabolism.** Vol.51,nº01:69-74. 2002.

VAN KAN GA. *et al.* Clinical Trials on Sarcopenia: Methodological Issues Regarding Phase 3 Trials. In: **Clin Geriatr Med**. Vol.27:471–482.2011.

VISSER M e SCHAAP LA. Consequences of sarcopenia. In: **Clin Geriatr Med**. Vol. 27: 387–399. 2011.

VISSER M. *et al.* Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. In: **J gerontology Med Sci**.Vol. 60A. nº03:324-333. 2005.

WOODROW G. Body composition analisys techniques in the aged adult: indications and limitations. In: **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**.Vol.12:8-14. 2009.

ANEXO 01 - Questionário Geral

I – IDENTIFICAÇÃO:

1.1. SEXO: 01 Masculino; 02 Feminino.

1.2. DATA DO NASCIMENTO: ____/____/____. IDADE: _____

1.3. QUAL DAS OPÇÕES ABAIXO MELHOR DEFINE SEU GRAU DE ESCOLARIDADE?

- 01 - Analfabeto
- 02 - Sabe ler e escrever
- 03 - Primário incompleto
- 04 - Primário completo
- 05 - Primeiro grau incompleto
- 06 - Primeiro grau completo
- 07 - Segundo grau incompleto
- 08 - Segundo grau completo
- 09 - Técnico
- 10 - Superior incompleto
- 11 - Superior completo

1.4. QUAL DAS OPÇÕES ABAIXO, REPRESENTA A RENDA TOTAL POR MÊS DAS PESSOAS QUE MORAM NO SEU DOMICÍLIO, SOMANDO A SUA E A DE TODOS OS OUTROS, CONSIDERANDO TODAS AS FONTES, COMO SALÁRIOS, HORAS EXTRAS, ALUGUÉIS, BICOS, PENSÕES, APOSENTADORIAS, ETC?

- 01. Até um salário mínimo
- 02. Entre um e cinco salários mínimos
- 03. Entre cinco e 10 salários mínimos
- 04. Entre 10 a 20 salários mínimos
- 05. Mais que 20 salários mínimos
- 06. Não Sei
- 07. NR

1.5. VOCÊ TEM ALGUMA RELIGIÃO? 01 SIM; 02 NÃO

1.6. SE SIM, QUAL É A SUA RELIGIÃO? _____

1.7. QUAL A SUA COR OU RAÇA?

- 01. Branca;
- 02. Preta;
- 03. Parda / mulato
- 03. Amarela
- 04. Indígena
- 05. Outras _____

1.8. ESTADO CIVIL:

- 01 – Casado ou em união consensual
- 02 – Solteiro
- 03 – Separado (desquitado/divorciado/separado judicialmente)
- 04 – Viúvo

1.9. EM QUAL CIDADE VOCE NASCEU? _____

1.10.. EM QUAL ESTADO VOCÊ NASCEU? _____

1.11. QUAL É A SUA PRINCIPAL OCUPAÇÃO ATUALMENTE?

- 01. Empregado de empresa privada
- 02. Funcionário público
- 03. Empresário/empregador
- 04. Profissional liberal =>**VÁ PARA C**
- 05. Pequeno comerciante
- 06. Autônomo
- 07. Aposentado
- 08. Desempregado a menos de um ano =>**VÁ PARA D**
- 09. Desempregado a mais de um ano
- 10. Outros => **VÁ PARA C**
- 11. Estudante
- 12. Dona de casa => **VÁ PARA D**

C - ESPECIFIQUE A SUA FUNÇÃO ATUAL: _____

D - ESPECIFIQUE QUAL FOI A SUA ÚLTIMA FUNÇÃO: _____

II - FATORES COMPORTAMENTAIS:

2.1. ATIVIDADE FÍSICA

DURANTE AS SUAS ATIVIDADES LABORAIS OU DIÁRIAS PROFISSIONAIS (LEIA E ESCOLHA SOMENTE UMA DAS OPÇÕES):

01 – Você tem que estar sentado para exercer suas atividades laborais? Você não caminha enquanto trabalha? (Ex.: relojoeiro, radialista, costureira, trabalhador do escritório etc.).

02 – Você caminha bastante enquanto exerce suas atividades laborais, mas não tem que levar nem carregar coisas pesadas? (Ex.: empregado do comércio, trabalho em indústria ou em escritório, professor etc.).

03 – Você caminha e move muitas coisas ou sobe e desce escadas ou ladeira? (Ex.: carpinteiro, trabalhador de agricultura, mecânica ou indústria pesada)

04 – Sua atividade laboral requer grande esforço físico, como por exemplo mover ou levantar coisas pesadas ou cortar objetos pesados? (Ex.: construção civil, trabalho agrícola pesado ou indústria)

Outros: _____

2.1.1. NAS SUAS HORAS DE LAZER, VOCÊ PRATICA ALGUM TIPO DE ATIVIDADE FÍSICA?

01. Sim

02. Não

2.1.2. SE RESPONDEU SIM, E PRATICA MAIS DE UMA ATIVIDADE FÍSICA DURANTE A SEMANA, POR ORDEM DE IMPORTÂNCIA, ONDE: PRINCIPAL = 1 E SECUNDÁRIA = 2, DESCREVA, A(S) ATIVIDADE(S) FÍSICA(S) PRATICADAS.

01. _____

02. _____

2.1.3. HÁ QUANTO TEMPO VOCÊ PRATICA A SUA ATIVIDADE FÍSICA PRINCIPAL?

01. Menos de 1 ano

02. Entre 1 e 2 anos

03. Entre 2 e 3 anos

04. Entre 3 e 4 anos

05. Mais de 4 anos

2.1.4. COM QUAL FREQUÊNCIA SEMANAL VOCÊ PRÁTICA A SUA ATIVIDADE FÍSICA PRINCIPAL?

- 01. 2 vezes por semana
- 02. 3 vezes por semana
- 03. 4 vezes por semana
- 04. 5 vezes por semana
- 05. Mais de 5 vezes por semana

2.2. TABAGISMO

2.2.1. VOCÊ JÁ FUMOU CIGARROS?

- 01 – Sim, no passado, mas não atualmente => **APLICAR A PRÓXIMA**
- 02 – Sim, e ainda fumo => **VÁ PARA 12**
- 03 – Não => **VÁ PARA O ITEM 2.3.**
- 04 – NR

2.2.2. QUANTOS ANOS VOCÊ TINHA QUANDO PAROU DE FUMAR? _____ (ANOTAR EM ANOS)

2.2.3. EM MÉDIA, QUANTOS CIGARROS VOCÊ FUMA / FUMAVA POR DIA? _____

2.2.4. QUANTOS ANOS VOCÊ TINHA QUANDO COMEÇOU A FUMAR? _____

2.2.5. VOCÊ FICA EM AMBIENTE FECHADO COM PESSOAS QUE FUMAM CIGARROS OU SIMILARES? 01. Sim; 02. Não.

2.2.6. SE SIM, EM MÉDIA, QUANTAS HORAS VOCÊ PASSA NESTES AMBIENTES, POR DIA? ANOTAR NÚMERO DE HORAS: _____

2.3. CONSUMO DE BEBIDA ALCOÓLICA

2.3.1. DURANTE OS ÚLTIMOS 12 MESES COM QUE FREQUÊNCIA MÉDIA VOCÊ TEM INGERIDO BEBIDA ALCOÓLICA?

- 01. Bebe diariamente
- 02. Bebe 1 a 3 vezes por semana
- 03. Bebe de 4 a 6 vezes por semana
- 04. Bebe de 1 a 3 vezes por mês
- 05. Menos de 1 vez por mês
- 06. Se embriaga, ao menos 1 vez por mês

07. Não bebe => **VÁ PARA O ITEM III**

08. NR

2.3.2. QUANTOS COPOS, TAÇAS, GARRAFAS OU LATAS DAS SEGUINTE BEBIDAS VOCE CONSUMIU NOS ÚLTIMOS **SETE** DIAS: **(ATENÇÃO ENTREVISTADOR: SE BEBE DIARIAMENTE, CALCULE O CONSUMO) – ANOTAR QUANTIDADE DIRETO NO CAMPO.**

CERVEJA: GARRAFAS (600ml), GARRAFAS (long neck) ou LATAS _____

VINHO: GARRAFAS (700ml), COPOS, TAÇAS _____

DOSES (UÍSQE V30 LICORES (equivale a 1/3 do CACHAÇA E OUTRAS (copo americano), VODKA _____

III - DOENÇAS EXISTENTES:

3.1. ALGUMA VEZ UM MÉDICO OU OUTRO PROFISSIONAL DE SAÚDE JÁ LHE DISSE QUE VOCÊ TEM/TEVE ALGUMA DAS SEGUINTE DOENÇAS (VER A LISTA):

01. Sim (se sim, quantos anos você tinha quando foi feito o diagnóstico?)

02. Não

CÓDIGO	DOENÇA	IDADE (anos)
01	PRESSÃO ALTA	
02	DIABETES	
03	COLESTEROL ALTO	
04	ANGINA	
05	INFARTO DO CORAÇÃO	
06	DERRAME	
07	INSUFICIÊNCIA CARDÍACA	
08	CÁLCULO RENAL	
09	DOENÇA NO RIM	
10	DIALISE	
11	DEPRESSÃO	
12	VARIZES	
13	DOENÇA DO PULMÃO	
14	CÂNCER	
15	OSTEOPOROSE	
16	ARTRITES	
17	OUTRAS: _____	

IV - USO DE MEDICAÇÕES:

4.1. VOCÊ ESTÁ ATUALMENTE TOMANDO REMÉDIO OU FAZENDO ALGUM TRATAMENTO PARA ALGUMA DESTAS DOENÇAS?

01. Citou => **APLIQUE "B"**

02. Não citou

4.2. QUAIS REMÉDIOS? (especificar) _____

V - HISTÓRICO FAMILIAR

5.1. A) SEUS PAIS BIOLÓGICOS AINDA SÃO VIVOS? 01. Sim; 02. Não

B) SE SIM QUAL A IDADE DELES? PAI _____; MÃE _____ (anos)

Se algum de seus pais for falecido, declarar a causa de óbito: _____

A) ALGUÉM DA SUA FAMÍLIA ENTRE **PAIS, IRMÃOS E FILHOS** TEM/TEVE ALGUMA DAS SEGUINTE DOENÇAS?

01. Sim (se sim, com quantos anos e idade eles ficaram sabendo da doença?)

02. Não.

CÓDIGO	DOENÇA	IDADE (anos)
01	PRESSÃO ALTA	
02	DIABETES	
03	COLESTEROL ALTO	
04	ANGINA	
05	INFARTO DO CORAÇÃO	
06	DERRAME	
07	INSUFICIÊNCIA CARDÍACA	
08	CÁLCULO RENAL	
09	DOENÇA NO RIM	
10	DIALISE	
11	DEPRESSÃO	
12	VARIZES	
13	DOENÇA DO PULMÃO	
14	CÂNCER	

15 OSTEOPOROSE

16 ARTRITES

17 OUTRAS: _____

**MUITO OBRIGADO(A) PELA SUA COLABORAÇÃO AGUARDE O CONTATO TELEFÔNICO
DOS COORDENADORES PARA MARCAR A SUA CONSULTA**

NOME : _____

ENDEREÇO: _____

BAIRRO: _____

TELEFONES: _____; CELULAR: _____

E-MAIL : _____

ANEXO 02 - Termo de Compromisso Livre e Esclarecido

Eu,tendo sido convidado (a) a participar como voluntário (a) do estudo: **ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM IDOSOS: UM ESTUDO NORMATIVO**, recebi do Sr. Amandio Aristides Rihan Geraldês, professor do Núcleo de Educação Física do centro de educação da Universidade Federal de Alagoas (NEFED/CEDU/UFAL), responsável pelo presente projeto de pesquisa, informações que me fizeram entender, sem dificuldades e sem dúvidas, que:

- O estudo se destina a verificar a composição corporal através de técnicas antropométricas e também possivelmente pelo uso do Raio-x Duo energético;
- O nível de radiação emitido pelo DXA é insignificante, portanto, não existirão riscos para a minha saúde, durante minha participação no estudo;
- O DXA, quando comparado com os outros testes critérios, é menos incomodo, mais rápido e prático;
- O estudo será importante, no sentido de contribuir para a criação de equações que permitirão validar o uso de medidas antropométricas, bem como, construir normas regionais para a avaliação da composição corporal;
- Minha participação no estudo será através das respostas a um questionário de dados gerais (demográficos, econômicos, de hábitos, de saúde, doenças existentes), bem como, através da avaliação da composição corporal;
- Participarão desse estudo, sujeitos dos dois sexos e acima de 60 anos;
- O principal benefício pessoal derivado de minha participação será o conhecimento da minha composição corporal, através de um dos métodos indiretos mais precisos da atualidade;
- O exame de composição corporal, a ser realizado em um único dia, com data e hora marcada, será agendado após a entrevista para preenchimento do questionário;
- Os resultados de meus exames me serão apresentados através um relatório específico;
- A qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo, mais além, poderei retirar este consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo;
- As informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que, a divulgação das mencionas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto;
- Eu deverei ser indenizado por qualquer despesa que por ventura venha a ter com a minha participação nesse estudo e, também, por todos os danos que venha a sofrer pela mesma razão, sendo que, para essas despesas, foi-me garantida a existência de recursos.

Tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e, estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço do (a) participante-voluntário (a):

Domicílio: (rua, praça, conjunto): _____

Bairro/CEP/Cidade/Telefone: _____

Ponto de referência: _____

Contato de urgência: Sr(a).

Domicílio: (rua, praça, conjunto): _____

Bairro/CEP/Cidade/Telefone: _____

Ponto de referência: _____

Endereço do responsável pela pesquisa:

Instituição: Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Alagoas.

Endereço: Campus A. C. Simões, Cidade Universitária,

Bloco/Nº/ Complemento: DEF/CSAU/UFAL

Bairro/ CEP/ Cidade/Telefone: Tabuleiro, Maceió

Telefones p/ contato: 3325-4555; 9351-8905

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas: Prédio da reitoria, sala do C.O.C, Campus A.C. Simões, Cidade Universitária. Telefone: 3214-1053.

(Assinatura ou impressão datiloscópica do (a) voluntário (a) ou responsável legal. _____	Nome e Assinatura do (a) responsável (eis) pelo estudo. _____ Amandio Aristides Rihan Geraldes
---	--

APÊNDICE 01 - Multidimensional Functional Assessment Questionnaire

The OARS Multidimensional Functional Assessment Questionnaire (OMFAQ)

Gostaríamos de saber sobre como você desempenha algumas das atividades de seu dia a dia. Como você é capaz de realizar estas atividades: sem auxílio, auxílio parcial ou não é capaz de realizá-las.

OBS. Só responda após estar certo de ter entendido a questão e as opções apresentadas para cada uma delas. Só então, escolha, dentre as opções, aquela que mais se aproxima de sua realidade.

1. Você pode é capaz de usar o telefone...

2. sem auxílio

1. com algum auxílio

0. não posso

2. Você pode sair a rua e andar uma distância razoável...

2. sem auxílio (usar transporte coletivo, táxi ou dirigir)

1. com algum auxílio (acompanhada)

0. não posso

3. Você pode sair para comprar mantimentos ou roupas e pode carregar suas compras...

2. sem auxílio (cuidando das compras e assumindo seu transporte)

1. com algum auxílio (necessito de companhia)

0. não posso

4. Você pode preparar sua própria comida...

- 2. sem auxílio (escolher o próprio cardápio e fazer toda a comida)
- 1. com algum auxílio (prepara alguma coisa)
- 0. não posso

5. Você pode fazer todo o serviço doméstico...

- 2. sem auxílio (varrer o chão e etc)
- 1. com algum auxílio (posso fazer serviços leves, mas necessito de auxílio)
- 0. não posso

6. Você pode preparar e tomar seus próprios remédios...

- 2. sem auxílio (na dosagem e hora certa)
- 1. com algum auxílio (se alguém preparar a dosagem e me lembrar a hora)
- 0. não posso

7. Você pode manusear seu próprio dinheiro...

- 2. sem auxílio (preencher cheques e pagar contas)
- 1. com algum auxílio (faço pagamentos mas necessito de alguém para contar o dinheiro)
- 0. não posso

8. Você pode comer...

- 2. sem auxílio
- 1. com algum auxílio (necessito que cortem os alimentos)
- 0. não posso

9. Você pode escolher e vestir a roupa...

- 2. sem auxílio de nenhuma espécie
- 1. com auxílio
- 0. não posso

10. Você pode se arrumar sozinho (pentear, cortar unhas etc)...

2. sem auxílio

1. com auxílio

0. não posso

11. Você pode anda...

2. sem auxílio

1. com auxílio (de alguma pessoa ou dispositivo como bengala)

0. não posso

12. Você pode levantar-se e sair da cama sozinho...

2. sem auxílio

1. com auxílio (de uma pessoa, ou de apoio das mãos)

0. não posso

13. Você pode tomar um banho de banheira ou ducha sozinho...

2. sem auxílio

1. com auxílio (de uma pessoa para entrar ou sair da banheira)

0. não posso

14. Você sempre tem problemas para sair do banheiro...

2. não

1. sim

NOME:.....