



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E
SAÚDE

MICHAELA EICKEMBERG

COMPARAÇÃO DA BIOIMPEDÂNCIA COM A TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA E ANTROPOMETRIA NA AVALIAÇÃO DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ADULTOS E IDOSOS

Salvador / BA

2010

MICHAELA EICKEMBERG

**COMPARAÇÃO DA BIOIMPEDÂNCIA COM A TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA E ANTROPOMETRIA NA AVALIAÇÃO DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ADULTOS E IDOSOS**

Trabalho de conclusão apresentado ao
Programa de Pós Graduação em Alimentos,
Nutrição e Saúde, da Escola de Nutrição da
UFBA, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: LÍlian Barbosa Ramos

Linha de pesquisa: Epidemiologia dos Distúrbios Nutricionais

Salvador / BA

2010

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Enfermagem e Nutrição,
SIBI - UFBA.

E34 Eickemberg, Michaela

Comparação da bioimpedância com a tomografia computadorizada e antropometria na avaliação da composição corporal de adultos e idosos/ Michaela Eickemberg. – Salvador, 2010.

149 f.

Orientadora: Profª Drª Lílian Barbosa Ramos.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola de Nutrição, 2010.

1. Antropometria. 2. Composição corporal. 3. Bioimpedância. 4. Tomografia computadorizada. I. Ramos, Lílian Barbosa. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.


CDU: 612


TERMO DE APROVAÇÃO

Michaela Eickemberg

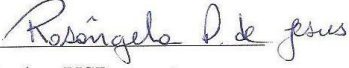
Comparação da bioimpedância com a tomografia computadorizada e antropometria na avaliação da composição corporal de adultos e idosos

Trabalho aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Alimentos, Nutrição e Saúde do Programa de Pós Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde da Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Profª Dra Lílian Barbosa Ramos – Orientadora 
Dra em Ciências da Saúde pela Universidade Federal da São Paulo - UNIFESP
Escola de Nutrição/ Universidade Federal da Bahia – UFBA

Profª Dra Maria Ayako Kamimura – Examinadora 
Dra em Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP
Escola Paulista de Medicina/ Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP

Profª Dra Adriana Lima Mello – Examinadora 
Dra em Nutrição Humana Aplicada pela Universidade de São Paulo – USP
Escola de Nutrição/ Universidade Federal da Bahia – UFBA

Profª Dra Rosângela Passos de Jesus – Examinadora 
Dra em Ciências da Saúde pela Universidade de São Paulo - USP
Escola de Nutrição/ Universidade Federal da Bahia – UFBA

Salvador, 17 de dezembro de 2010

"Os anos enrugam a pele, mas renunciar ao entusiasmo faz enrugam a alma."

(Albert Schweitzer)

Dedico este trabalho,

Aos meus pais Curt e Ediná. Vocês são meus grandes amores e minha razão de viver. Agradeço pelo amor e pelo incansável apoio e incentivo que fortalecem a determinação na busca dos meus ideais. Sou imensamente feliz e orgulhosa das pessoas especiais que são.

À minha querida irmã Francine. Apesar da distância, sinto a força e o carinho que me presta, me fazendo sentir forte e segura. Sei o quanto quer me ver feliz e realizada.
Muito obrigada Fram!

Ao meu querido marido George, companheiro e grande amigo, minha boa estrela. Agradeço o amor, força, compreensão e paciência. Por estar sempre ao meu lado, me preenchendo com carinho e dedicação.

AGRADECIMENTOS

À Deus, minha sincera gratidão por sua bondade e generosidade. “Não temerei mal algum porque Tu estás comigo”.

À querida orientadora Professora Dra Lílian Ramos, a quem guardo profunda admiração e respeito. Agradeço de todo meu coração por toda atenção dispensada, pelo apoio constante, pela expressiva contribuição para meu crescimento pessoal e principalmente, científico. Agradeço a confiança depositada em mim, as sábias orientações e, sobretudo, o carinho e a compreensão sempre presentes.

À Professora Dra Adriana Mello pelas sábias contribuições e atenção dispensada.

À colega Anna Karla pelo incentivo, simpatia e ricas contribuições.

À querida Carol pela simpatia, atenção dispensada e valiosas contribuições.

Às queridas Pricilla e Tainná pelo carinho e contribuições. Muito obrigada.

Aos queridos amigos Elma, Emília, Ernesto, Sônia e Samira pela amizade construída durante o mestrado. Agradeço a paciência, as conversas, as aulas de espanhol, os bons e inesquecíveis momentos, a troca de cultura e conhecimento. Carregarei comigo para sempre esta relação de amizade tão especial.

Especialmente à querida Emília, o meu sincero respeito e gratidão pela pessoa humana e profissional sem igual que és e que muito me ensinou. Uma mulher admirável e cheia de virtudes. Agradeço a certeza de poder sempre contar com sua amizade, ao apoio que me deste em todos os momentos, minha querida.

À querida Catarina pelas conversas, risadas e desabafos, pela amizade que cresce a cada dia.

Às eternas amigas Amanda e Lili pela amizade, pela torcida e incentivo em todas as etapas da minha vida.

À amiga Deisi, minha conterrânea querida, companheira de bons e inesquecíveis momentos, agradeço a amizade, a força e ao ouvido sempre disposto para minhas besteiras, obrigada pela energia maravilhosa que me faz tão bem.

Aos meus sogros, Sued e Ivonete, pelo carinho com que me acolheram, pela força e orações. Agradeço a confiança e o amor que cresce a cada dia.

Ao meu eterno e querido chefe Pereira pela compreensão, apoio e incentivo, por todos os ensinamentos e aquele bom humor inigualável. Chefe igual não existe, que bom que tive a oportunidade de trabalhar com você.

Aos queridos colegas do mestrado pelo companheirismo e incentivo.

Aos funcionários da Escola de Nutrição da UFBA, em especial ao Sr José Carlos, pelo apoio e contribuições necessárias.

À Professora Dra Jairza pela simpatia e atenção.

À todos os professores do Programa de Pós Graduação da Escola de Nutrição da UFBA pelo apoio e estímulo sempre presentes.

Agradeço de forma especial os indivíduos que participaram desta pesquisa. Vocês foram fundamentais na realização deste trabalho.

Por fim, agradeço àquelas pessoas que aqui não pude citar, mas que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
RELEVÂNCIA DO ESTUDO	19
REVISÃO DE LITERATURA	20
Composição Corporal	20
Métodos de Avaliação Nutricional	22
Antropometria	23
Tomografia computadorizada	30
Bioimpedância elétrica	31
Ângulo de fase	47
OBJETIVOS	56
Objetivo Principal	56
Objetivos Específicos	56
METODOLOGIA	57
CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	65
REFERENCIAS	66
APÊNDICES	77
Apêndice A: Artigo 1 - Bioimpedância elétrica e gordura visceral: uma comparação com a tomografia computadorizada em adultos e idosos.	78
Apêndice B: Artigo 2 - Composição corporal de adultos e idosos avaliada pela bioimpedância e antropometria	98
Apêndice C: Artigo 3 – Bioimpedância elétrica e sua aplicação na prática nutricional	115
ANEXOS	131
Anexo A: Capítulo de livro - Bioimpedância elétrica	132
Anexo B: Questionário	147
Anexo C: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Artigo 1 – Valores médios, mínimos e máximos das variáveis obtidas através da BIA e da TC, segregados por gênero e grupo etário	93
Tabela 2 – Artigo 1 – Valores médios, mínimos e máximos dos AF-BIA, segundo as áreas de GV-TC, por gênero e grupo etário	94
Tabela 3 – Artigo 1 – Correlação entre as áreas de GAT e GV determinadas pela TC com o %GCT e o AF obtidos pela BIA, segundo gênero e grupo etário, Salvador, 2009	95
Tabela 4 – Artigo 1 – Valores sob a Curva ROC, sensibilidade e especificidade do melhor ponto de corte para o %GCT identificado pela BIA para determinar excesso de GV, segundo gênero e grupo etário	96
Tabela 1 – Artigo 2 – Análise descritiva e de comparação de média das variáveis da BIA e da antropometria por sexo e grupo etário	105
Tabela 2 – Artigo 2 – Análise de correlação entre as variáveis da BIA e da antropometria, segundo sexo e grupo etário	106
Tabela 3 – Artigo 2 – Análise de concordância de métodos por meio do Coeficiente <i>Kappa</i> entre a BIA e a antropometria para a classificação do estado nutricional segundo a gordura corporal e massa corporal magra, por gênero e grupo etário	106
Tabela 1 – Artigo 3 – Comparação da BIA com outros métodos de avaliação do estado nutricional	122
Tabela 2 – Artigo 3 – Avaliação do AF como indicador do estado nutricional	125
Tabela 1 – Capítulo de livro – Estudos de comparação da BIA com outros métodos de avaliação da composição corporal	138
Tabela 2 – Capítulo de livro – Estudos que avaliaram o ângulo de fase como indicador prognóstico e de estado nutricional	142

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** – Estudos que avaliaram a utilização da bioimpedância elétrica com outros parâmetros de composição corporal e avaliação nutricional. 38
- Quadro 2** – Estudos que avaliaram o ângulo de fase como indicador do estado nutricional. 50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Demonstração do local de colocação dos eletrodos.	32
Figura 1 – Artigo 1 – Excesso de GV identificada pela TC, segundo gênero e grupo etário	97
Figura 1 – Artigo 2 – Modelo Bland-Altman comparando a diferença das medidas de gordura corporal e massa muscular obtidas pela BIA e antropometria, para mulheres adultas e idosas	108
Figura 2 – Artigo 2 - Modelo Bland-Altman comparando a diferença das medidas de gordura corporal e massa muscular obtidas pela BIA e antropometria, para homens adultos e idosos	109
Figura 1 – Capítulo de livro – Demonstração da condutividade de múltiplas frequências nos tecidos corporais	134
Figura 2 – Capítulo de livro – Demonstração do local de colocação dos eletrodos	135
Figura 3 – Capítulo de livro – Demonstração da BIA Bipolar de membros inferiores (à esquerda) e Tetrapolar (à direita)	136
Figura 4 – Capítulo de livro – Demonstração da BIA segmentar (RA- braço direito, LA – braço esquerdo, T- tronco, RL- perna direita, LL- perna esquerda	137
Figura 5 – Capítulo de livro – Demonstração da formação do ângulo de fase	140

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIDS	Síndrome da imunodeficiência adquirida
AF	Ângulo de fase
AMB	Área muscular do braço
ASG	Avaliação subjetiva global
BIA	Bioimpedância elétrica
CA	Circunferência abdominal
CB	Circunferência do braço
CC	Circunferência da cintura
cm ²	Centímetros quadrados
CMB	Circunferência muscular do braço
CQ	Circunferência do quadril
DCV	Doença cardiovascular
DEXA	Absorção do raio x de dupla energia
DP	Desvio padrão
DRC	Doença renal crônica
ENUFBA	Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia
GAT	Gordura abdominal total
GCT	Gordura corporal total
GC Σ	Percentual de gordura corporal pelo somatório de pregas
GV	Gordura visceral
HIV	<i>Human immunodeficiency virus</i>
HUPES	Hospital Universitário Professor Edgar Santos
IMC	Índice de massa corporal
KHz	Kilohertz
kV	Quilovolt
L3-L4	Vértebras lombares 3 e 4
L4-L5	Vértebras lombares 4 e 5
m ²	Metros quadrados
mA	Miliampère
MCC	Massa celular corporal
MCM	Massa corporal magra

MEC	Massa extracelular
mm	Milímetros
MME	Massa muscular esquelética
MNA	<i>Mini Nutritional Assessment</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCB	Prega cutânea bicipital
PCSE	Prega cutânea subescapular
PCSI	Prega cutânea suprailíaca
PCT	Prega cutânea tricaptal
PH	Pesagem hidrostática
PRISM	Escore pediátrico de risco de mortalidade
r	Coefficiente de correlação de Pearson
R	Resistência
RM	Ressonância magnética
ROC	<i>Receiver Operating Characteristic Curve</i>
TC	Tomografia computadorizada
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UP	Úlcera de pressão
Xc	Reactância
Π	3,14
%GCT	Percentual de gordura corporal total
Σ	Somatório

RESUMO

Considerando a importância de métodos simples, práticos, de baixo custo e que apresentam boa acurácia e precisão na estimativa da composição corporal, esta dissertação tem como objetivo avaliar a estimativa da gordura visceral (GV) por meio da bioimpedância (BIA) e a concordância entre a BIA e antropometria na estimativa de gordura corporal total (GCT) e massa corporal magra (MCM) em adultos e idosos. **Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal onde participaram para o primeiro artigo 191 indivíduos (52% mulheres e 49% idosos) e para o segundo 196 (49% homens e 51% adultos). Para o primeiro objetivo obtiveram-se dados sobre tomografia computadorizada (TC) (gordura abdominal total (GAT) e gordura visceral (GV)) e BIA (GCT). Para o segundo, coletaram-se dados antropométricos (índice de massa corporal, somatório das quatro pregas e circunferência muscular do braço (CMB)) e sobre a BIA (percentual de GCT e MCM). Para as análises estatísticas utilizaram-se os seguintes testes: Análise descritiva, Coeficiente de Correlação de Pearson, Curva ROC, Anova, Qui quadrado de Pearson, *Kappa* e Bland-Altman. **Resultados:** Para o primeiro objetivo, as áreas de $GV \geq 130\text{cm}^2$ foram mais observadas em idosos e em homens. A correlação entre o percentual de GCT determinado pela BIA e a área de GV pela TC foi inferior à observada entre o percentual de GCT pela BIA e a área de GAT estimada pela TC. A curva ROC indicou os seguintes percentuais de GCT da BIA que identificaram área de GV de risco: 21,5% para homens adultos, 24,25% para homens idosos; 35,05% para mulheres adultas, 38,45% para mulheres idosas, com sensibilidade de 78,6%, 82,1%, 83,3%, 66,7% e especificidade de 70,6%, 62,5%, 79,1%, 69%, respectivamente. Para o segundo objetivo, as correlações entre os dois métodos foram estatisticamente significantes, exceto para GCT em homens idosos e MCM em idosas. A análise de concordância dos métodos pelo coeficiente *Kappa* mostrou uma concordância considerável entre os métodos somente para GCT em mulheres adultas e idosas. Para os dois modelos de análise de concordância *Kappa* e Bland-Altman, a BIA e antropometria não concordaram na estimativa de GCT e MCM. **Conclusões:** A BIA apresentou boa sensibilidade e especificidade para predizer GV, entretanto, outros aparelhos e técnicas devem ser investigados com o intuito de melhorar esta predição. A antropometria e a BIA não concordam na determinação de gordura e massa corporal magra em adultos e idosos. Novas investigações devem ser realizadas, explorando, especialmente, métodos simples como as pregas cutâneas e a CMB, e que comparem estas técnicas com parâmetros de referência para estimar a composição corporal.

Palavras-chave: composição corporal, bioimpedância, antropometria, tomografia computadorizada.

ABSTRACT

Taking into consideration the importance of simple, practical and low cost methods and which present good accuracy and precision in the estimate of the body composition, this dissertation aims to evaluate the estimate of the visceral fat (VF) through bioimpedance (BIA) and the concordance between BIA and anthropometry in the estimate of total body fat (TBF) and lean body mass (LBM) in adults and the elderly. **Methodology:** It is a transversal study where 191 individuals (52% women and 49% elders) took part of the first article and for the second, 196 (49% men 51% adults). For the first objective, it has been obtained data about the computerized tomography (CT), total abdominal fat (TAF) and visceral fat (VF) and BIA (TBF). For the second, anthropometric data (body mass index, sum total of four skin folds and arm muscle circumference (AMC)) has been collected and about BIA (percentage of TBF and LBM). For the statistic analyses, the following tests have been used: descriptive analysis, Pearson's Coefficient of Correlation, ROC Curve, Anova, Person's Chi Square, Kappa and Bland-Altman. **Results:** For the first aim, the areas of VF $\geq 130\text{cm}^2$ have been more observed in elders and adults. The correlation between the percentage of TBF determined by BIA and the area of VF by CT was inferior when compared to the one observed between the percentage of TBM determined by BIA and the area of TAF estimated by CT. The ROC curve indicated the following percentages of TBM of BIA which identified risky VF area: 21,5% for adult men, 24,25% for elderly men; 35,05% for adult women, 38, 45% for elderly women, with sensibility of 78,6%, 82,1%, 83,3%, 66,7% and specificity of 70,6%, 62,5%, 79,1%, 69%, respectively. For the second aim, the correlations between the two methods have been statistically significant, except for TBF in elderly men and LBM in elderly women. The concordance analysis of methods by Kappa coefficient showed a considerable concordance between methods only for TBF in adult and elderly women. For both Kappa and Bland-Altman models of concordance analysis, BIA and anthropometry do not consent in the estimate of TBF and LBM. **Conclusions:** BIA presented good sensibility and specificity to predict VF, however, other devices and techniques must be investigated in order to improve this prediction. The anthropometry and BIA do not consent in the determination of fat and lean body mass in adults and the elderly. New investigations must be carried out, exploring, specially, simple methods such as skin folds and AMC, and these techniques must be compared to reference parameters to estimate the body composition.

Key-words: body composition, bioimpedance, anthropometry, computerized tomography.

INTRODUÇÃO

A composição corporal é subdividida em diversos componentes que formam o corpo, seja no nível atômico, molecular, celular ou tecidual (ACUÑA; CRUZ, 2004). Mais especificamente, a composição corporal abrange as contribuições tanto da gordura corporal quanto dos tecidos magros na formação da massa corporal total (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000), sendo normalmente expressa pelas porcentagens de gordura e massa magra.

Há uma série de métodos que permitem avaliar a composição corporal de indivíduos, que variam segundo suas bases físicas, custo, acurácia, facilidade de utilização e de transporte do equipamento (HEYWARD, 2001).

A antropometria tem se mostrado um importante indicador do estado nutricional (REZENDE et al, 2007; MENEZES; MARUCCI, 2007), entretanto, na literatura são discutidas as limitações deste método (WAITZBERG; CORREA, 2003; TEIXEIRA, 2003).

Tradicionalmente, a composição corporal tem sido determinada por meio da antropometria devido à simplicidade do método, ao baixo custo, à facilidade de aplicação e por apresentar correlação aceitável com os componentes corporais avaliados por meio de imagens, reconhecidamente mais precisos (POLACOW et al, 2001), o que justifica a forte relevância na utilização deste método na prática clínica e em estudos epidemiológicos.

Os métodos mais sofisticados e considerados “padrão-ouro”, como a pesagem hidrostática (PH) e a absorção de raios X de dupla energia (DEXA), permitem quantificar os componentes corporais. A tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) também quantificam a gordura concentrada, contudo, eles possuem uso limitado devido ao alto custo e à difícil execução (HEYWARD, 2001; SVENDSEN et al, 1993; SJÖSTRÖM et al, 1986).

Neste contexto, a bioimpedância elétrica (BIA) tem sido uma alternativa atraente na avaliação da composição corporal pela possibilidade de se trabalhar com equipamento

não invasivo, portátil, de fácil manuseio, de boa reprodutibilidade e, portanto, bastante viável para prática clínica e estudos populacionais (KYLE et al, 2004; HOUTKOOOPER et al, 1996; ROUBENOFF, 1996). Sua utilização, que tem como finalidade determinar o fracionamento da composição corporal, vem se popularizando nas últimas décadas (RODRIGUES et al, 2001).

A BIA tem sido apontada como uma técnica capaz de superar alguns desafios encontrados em outros métodos para avaliar o estado nutricional, sendo bastante indicada devido à sua rapidez, precisão, simplicidade, facilidade de transporte e de manuseio, custo relativamente baixo, além de não ser invasiva. Apesar de algumas limitações ao seu uso, este método vem sendo largamente citado pela literatura, com diversos estudos de validação e concordância (MACHADO; COELHO, 2009).

Além disso, alguns trabalhos científicos recomendam o uso da BIA para estimativa de gordura visceral (SCHARFETTER et al, 2001; RYO et al 2005, FERNANDEZ et al, 2007; NAGAI et al, 2008; WATSON et al, 2009; SANT'ANNA et al, 2009), já que os métodos mais acurados para caracterizar este tecido geralmente são de alto custo e difícil execução, entretanto, os trabalhos não são conclusivos quanto à validade da BIA para a estimativa deste tecido.

Em adição, seu componente ângulo de fase (AF) tem sido proposto para avaliar o estado nutricional, pois indica alterações na composição corporal, na integridade da membrana celular ou no estado de saúde de indivíduos, sendo um método em potencial para este propósito. É um parâmetro ainda pouco utilizado e por isso torna-se importante e necessário contribuir com informações sobre este tema.

Estudos afirmam, ainda, que o AF consiste em uma ferramenta cada vez mais utilizada na prática clínica, sendo estudado enquanto indicador do estado nutricional (NAGANO; SUITA; YAMANOUCHI, 2000). Especula-se que seja um marcador relevante clinicamente, que possa caracterizar o acréscimo de massa extracelular corporal e o decréscimo de massa celular corporal, provavelmente porque a nutrição está interligada às alterações na integridade da membrana celular e alterações no equilíbrio dos fluidos corporais (BARBOSA-SILVA et al, 2003; SELBERG; SELBERG, 2002).

No Brasil, há poucos trabalhos disponíveis sobre determinadas aplicações da BIA, principalmente, considerando a sua confiabilidade nos diferentes grupos etários. Neste sentido, o presente estudo tem como principal objetivo avaliar o desempenho da BIA em relação à TC na estimativa de gordura visceral e compará-la com a antropometria na determinação da composição corporal em adultos e idosos, considerando a importância de contemplar as especificidades biológicas de cada grupo etário.

RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A busca por métodos de estimativa da composição corporal tem sido uma preocupação constante na comunidade científica, tendo em vista a necessidade da obtenção de um acurado diagnóstico do estado nutricional de indivíduos, com o intuito de avaliar riscos, prevenir doenças e assim desenvolver estratégias para a promoção da saúde.

Os métodos de avaliação nutricional comumente utilizados apresentam limitações, especialmente quando aplicados em indivíduos idosos. Os indicadores e parâmetros preconizados para este grupo são baseados em estudos realizados em indivíduos adultos jovens evidenciando a real necessidade de investigações que avaliem a confiabilidade desses métodos no contexto do envelhecimento.

Buscando contribuir com a literatura, a proposta deste estudo visa investigar a utilização da BIA em determinar a composição de gordura corporal total, assim como a massa magra, além de observar sua relação com a estimativa de gordura visceral, em adultos e idosos, comparando com indicadores antropométricos e com a TC.

Desta forma, considerando a importância de se estender e ampliar o plano de ações voltadas à segurança alimentar e nutricional de populações, a relevância deste estudo se pauta na imprescindibilidade de investigações sobre técnicas de avaliação nutricional que sejam simples, práticas, de baixo custo e que apresentem boa acurácia e precisão na avaliação dos componentes corporais e na percepção das alterações destes componentes, relacionadas à idade. Além disso, este estudo permitirá levantar questionamentos quanto aos métodos aplicados em adultos e idosos, separadamente, sua interpretação e utilização em larga escala, impulsionando uma série de futuras investigações.

REVISÃO DE LITERATURA

A seguir será apresentada uma revisão de literatura sobre os métodos que pretende-se investigar, neste estudo, com ênfase na utilização da BIA como método indicador do estado nutricional e preditor dos componentes corporais.

Composição Corporal

A composição corporal é a quantidade relativa de gordura e tecido corpóreo magro ou massa muscular magra, sendo entendida como o fracionamento do peso corporal total, gerando dados sobre a situação de saúde do indivíduo. (NIEMANN, 1999).

Dentre os modelos existentes para avaliar a composição corporal, o mais utilizado é o modelo bicompartimental que leva em consideração a gordura corporal e a massa corporal magra. A massa corporal gorda é composta por todo tecido adiposo que, por sua vez, é composto por água (15%), proteína (2%) e gordura (23%), mais os lipídeos essenciais. A massa corporal magra é constituída por músculos, ossos, água, pele, órgãos, sangue e outros tecidos não gordurosos (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

O interesse pela composição corporal vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, pois não há dúvidas sobre a relação do aumento da gordura corporal e sua distribuição com desordens metabólicas e doenças cardiovasculares, a exemplo da diabetes, hipertensão arterial e dislipidemias (BARBOSA et al, 2001; JANSSEN et al, 2004).

Em adição, na literatura encontra-se a relação do tecido muscular tanto à saúde quanto à doença. Este tecido desenvolve um papel central no metabolismo protéico, servindo como principal reservatório de aminoácidos, compostos precursores da gliconeogênese hepática, sustentação do corpo e oxidação dos substratos energéticos. A redução da massa muscular, denominada sarcopenia, pode também aumentar o risco para doenças crônicas não transmissíveis, além de relacionar-se com a inabilidade física e a osteoporose, entre outras patologias (WOLFE, 2006).

Diante disso, a avaliação da composição corporal e o diagnóstico nutricional de indivíduos e populações se tornam de fundamental importância para o direcionamento das ações de saúde e redução da morbi-mortalidade, já que esta influencia na qualidade de vida dos indivíduos, especialmente com avanço da idade (BARBOSA et al, 2001).

Ressalta-se que o processo de envelhecimento acarreta alterações nos compartimentos corporais, tais como a diminuição da massa corporal e da estatura, a redução da massa muscular e aumento e redistribuição da gordura corporal, onde o tecido adiposo periférico tende a diminuir, acumulando-se na região central do corpo (MOREIRA et al, 2009).

Entre as idades de 25 a 65 anos, há um decréscimo substancial na massa corporal magra (10 a 16%) devido às perdas de massa óssea, músculo esquelético e água corporal total (HEYMSFIELD et al, 1989; KUCZMARSKI, 1989). A mudança na água corporal total reflete provavelmente a perda de fluido intracelular, correspondendo à diminuição da massa de músculo esquelético. Comparados aos equivalentes mais jovens (19 a 34 anos de idade), os componentes minerais, água e proteína da massa livre de gordura em mulheres idosas (>65 anos) diminuem 20%, 12% e 5%, respectivamente (HEYMSFIELD et al, 1989).

Já o percentual de gordura corpórea média em homens aumenta para 25% aos 60 anos de idade. Nas mulheres idosas, ela pode chegar a 32%. Esta alteração na gordura corpórea é atribuível à atividade física menos intensa e a uma alteração na produção de testosterona e hormônio de crescimento que afeta o anabolismo e crescimento de tecido magro (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2002).

Em geral, para a avaliação do estado nutricional de idosos, recorre-se aos métodos habitualmente empregados em indivíduos adultos, embora limitações tanto na aplicação quanto na interpretação dos resultados dificultem esta prática tão importante. A grande dúvida é ainda, se pontos de corte desenvolvidos, validados e estabelecidos para adultos podem ser aplicados com confiança para indivíduos idosos, considerando as modificações corporais que ocorrem neste grupo etário (CERVI; FRANCESCHINI; PRIORE, 2005).

Diante disso, nota-se a necessidade de compreender a relação dos índices nutricionais com as modificações corporais, a fim de estabelecer precocemente os fatores de risco à saúde tanto em adultos, quanto em idosos (GOMES et al, 2006).

Métodos de Avaliação Nutricional

Diversos métodos de estimativa dos componentes corporais são apresentados na literatura, dentre os quais são considerados diretos, indiretos e duplamente indiretos. O método direto se dá a partir da dissecação de cadáveres, sendo este um método mais fidedigno, porém de difícil utilização. Já os métodos indiretos são desenvolvidos a partir de princípios químicos e físicos, e validados a partir do método direto, como exemplo a TC, PH, DEXA e RM. Por fim, os métodos duplamente indiretos surgem a partir de métodos indiretos, como é o caso da BIA e da antropometria (HEYWARD, 2001).

Segundo Maicá; Schweigert (2008), os métodos para a avaliação da composição corporal, para ter importância clínica, devem comportar acurácia, precisão, especificidade ao estado nutricional e sensibilidade às modificações corporais, além de apresentarem fácil aplicabilidade e reprodutibilidade.

Infelizmente, um indicador que contemple todas estas vantagens não existe de forma isolada, sendo geralmente necessário para avaliações individuais, empregar vários indicadores nutricionais para a obtenção de um diagnóstico nutricional fidedigno (MAICÁ; SCHWEIGERT, 2008).

Em contrapartida, não seria viável empregar vários métodos em estudos epidemiológicos, pois tornaria as pesquisas dispendiosas e demoradas, o que justifica a busca por métodos que apesar de não fornecerem uma avaliação tão acurada e detalhada como os métodos indiretos, possam ser amplamente empregados devido à praticidade e ao baixo custo, comportando, desta forma, as especificidades recomendadas na literatura.

Cada um dos inúmeros métodos utilizados para determinar o estado nutricional possui características próprias que lhes conferem vantagens e desvantagens, o que dificulta a

escolha de um método como referência (CORREIA, 1998). Na ausência deste padrão, a ferramenta para avaliação e para classificação do estado nutricional depende do tipo de população de indivíduos e dos recursos disponíveis. Dependendo do objetivo e da estratégia adotada pelo profissional/pesquisador, e de qual componente corporal que se pretende estimar com maior precisão, opta-se pela técnica mais específica e adequada.

No Quadro 1 estão descritos alguns estudos que compararam a BIA com outros métodos de composição corporal e estado nutricional. A seguir serão descritos os métodos a serem explorados no presente estudo.

Antropometria

A antropometria é um método universalmente aplicável, disponível para avaliar o tamanho, as proporções e a composição do corpo humano (WHO, 1995; MALINA, 1995; VANNUCCHI; UNAMUNO; MARCHINI, 1996), constituindo um dos métodos mais tradicionais para, inclusive, identificar indivíduos em risco de saúde (BARBOSA et al, 2001; CERVI; FRANCESCHINI; PRIORE, 2005).

É um método não invasivo, relativamente simples, de baixo custo, com obtenção rápida dos resultados, útil em estudos de campo e que permite a aplicação em um número grande de indivíduos, com instrumentos portáteis e de fácil aquisição, podendo ser utilizados em qualquer ambiente (LOHMAN; ROCHE; MARTORELL, 1992; MALINA, 1995; WHO, 1995; PETROSKI, 1995).

A predição da composição corporal por meio da antropometria utiliza medidas relativamente simples como peso, estatura, circunferências, diâmetros ósseos e espessura das pregas cutâneas (VANNUCCHI; UNAMUNO; MARCHINI, 1996). Os valores obtidos permitem calcular tanto índices secundários simples, como o IMC, quanto equações de predição dos diferentes componentes corporais, como a circunferência muscular do braço (CMB), a área muscular do braço (AMB), entre outros (BARBOSA et al, 2001).

Quando o objetivo é estimar somente o percentual de gordura corporal, as medidas mais utilizadas são as pregas cutâneas. Algumas medidas das circunferências e diâmetros ósseos são indicadores de massa corporal magra, enquanto outras circunferências são altamente associadas ao componente de gordura. Isso demonstra que as medidas das circunferências refletem tanto a gordura subcutânea, quanto a reserva muscular, em determinados locais do corpo, de forma razoavelmente acurada (TAVARES; ANJOS, 1999).

Segundo Heyward; Stolarczyk (2000), a exatidão e a reprodutibilidade das medidas antropométricas podem ser afetadas pelo equipamento, se estiver descalibrado; pela habilidade do avaliador, se este não for bem preparado; e pelas equações de predição, caso estas sejam aplicadas em indivíduos que diferem daqueles que fazem parte da amostra na qual a equação foi gerada.

Outras restrições referem-se à incapacidade de detecção de distúrbios recentes no estado nutricional e à identificação de deficiências específicas, devendo ser utilizadas em conjunto com outros indicadores, como inquéritos dietéticos, exames físicos e bioquímicos (PASSONI, 2005).

O peso corporal é a medida antropométrica mais utilizada, sendo um indicador básico e importante na prática clínica, é a soma de todos os componentes de cada nível de composição corporal (gordura, músculo, água, ossos). É uma medida aproximada das reservas totais de energia do corpo, e mudanças no peso refletem alterações no equilíbrio de energia e proteína, daí a importância do valor absoluto do peso e sua taxa de variação (WAITZBERG; FERRINI, 2002)

A utilização do peso apresenta limitações, pois, mede todos os compartimentos corporais de uma só vez, não especificando qual compartimento está alterado. Para ser preciso, são necessários cuidados técnicos de pesagem e manutenção periódica da balança. Há ainda, dificuldade de ser obtido em pacientes que apresentam-se impossibilitados de permanecer de pé (PASSONI, 2005).

Estudos mostram que o homem ganha peso até os 65 anos de idade e, a partir daí, passa a perder, enquanto que a mulher aumenta o peso até os 75 anos e, apenas a partir desta

idade, inicia a perda ponderal. As principais causas são a perda de água corporal e a redução no peso das vísceras, além da redução do tecido muscular (SAMPAIO, 2004; GOING; WILLIAMS; LOHMAN, 1995; DEY et al, 1999).

A estatura é um dos parâmetros utilizados na avaliação nutricional sendo um dado essencial para a determinação das necessidades energéticas. É uma medida prática, de simples execução e muito útil, quando utilizada nas equações de predição de composição corporal para todas as idades (PASSONI, 2005).

Na prática clínica, onde a aferição da estatura pode se tornar de difícil obtenção, utiliza-se a medida da altura do joelho com o auxílio de uma régua com escalas, e esta medida é significativamente correlacionada com a estatura aferida de forma convencional. Como medida alternativa também se pode utilizar a envergadura dos braços, aferida por meio de um antropômetro ou fita métrica não flexível (WAITZBERG; FERRINI, 2002), sendo estas alternativas eficientes, rápidas e confiáveis.

Estudos apontam um decréscimo da estatura com o envelhecimento, na faixa de 2 a 3cm/década. Esta redução tem início em torno dos 40 anos e torna-se mais acentuada com o avançar da idade. As razões para tal modificação são o achatamento das vértebras, redução dos discos intervertebrais, cifose dorsal, escoliose, arqueamento dos membros inferiores e/ou achatamento do arco plantar. Assim, é recomendando a estimativa da altura para indivíduos com mais de 60 anos, considerando que por algumas destas razões a altura já sofreu algum declínio (SAMPAIO, 2004; PERISSINOTTO et al, 2002; CHUMLEA et al, 1985).

Com a obtenção do peso e da estatura é possível obter o IMC, que constitui um procedimento de diagnóstico antropométrico, no qual, o peso, em quilogramas, é dividido pela estatura, em metros, ao quadrado ($\text{peso}/\text{estatura}^2$) (WHO, 1995). É um índice prático que pode ser facilmente aplicado em grandes populações.

Em estudos com amostras representativas, há tempo, já foi demonstrado que o IMC correlaciona-se muito bem com a massa de gordura corporal ($r= 0,9$) (ROCHE, 1984), com a dobra cutânea subescapular ($r= 0,7$) (MCLAREN, 1987), com a dobra cutânea tricóptica ($r= 0,6$) (FRISANCHO; FLEGEL, 1982) e com o percentual de gordura

corporal ($r= 0,7$) (NIHCDCS, 1985). O IMC também se correlaciona em elevados níveis com a CC ($r= 0,80$), como evidenciado no estudo de Framingham (HIGGINS et al, 1990). Assim, sua relação com morbi-mortalidade também é bastante próxima, apresentando forte associação com a incidência de várias patologias, entre elas, doenças crônicas não transmissíveis (WHO, 1995).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o IMC é o parâmetro mais utilizado para estimar a prevalência de desnutrição e obesidade em populações. Apesar de não demonstrar a quantidade e a distribuição de gordura corporal, ele tem sido utilizado também para estudar o envolvimento do estado nutricional com a morbi-mortalidade (GAMBA; BARROS, 1999).

Por outro lado, como limitação, o IMC não permite a diferenciação dos componentes corporais, como gordura corporal, massa magra e/ou edema. Além disso, pode não haver relação do risco de morbidade entre diferentes indivíduos com semelhantes valores de IMC (WHO, 1998). Como exemplo, no estudo de Yao et al (2002), mais de 30% dos indivíduos que apresentaram excesso de gordura corporal foram classificados como eutróficos pelo IMC, demonstrando sua baixa sensibilidade na identificação do excesso de gordura corporal.

Além dessa limitação que se aplica a população geral, somam-se as mudanças que ocorrem na composição corporal com o envelhecimento, tornando confusa a utilização do IMC para avaliação do estado nutricional desse grupo. Segundo Lipschitz (1994), esse problema é agravado pela heterogeneidade que acompanha o envelhecimento e pela presença de doenças idade-dependentes.

Nos estudos de Velasquez et al (1996) e Burr; Phillips (1984), homens e mulheres apresentaram tendência a diminuir os valores de IMC em idades mais avançadas. Em contrapartida, Bedogni et al (2001) afirmam que os valores do IMC e da massa corporal total aumentam com a idade enquanto diminuem a estatura e a quantidade de massa magra. De qualquer forma, segundo Santos e Sichieri (2005), o IMC guarda relação similar com a adiposidade independente do envelhecimento.

Considerando o exposto, pode-se afirmar que a utilização isolada de parâmetros antropométricos como o IMC pode mascarar o estado nutricional, tanto em adultos como em idosos (KYLE; GENTON; PICHARD, 2005). Sendo assim, recomenda-se a associação deste indicador a outros parâmetros para avaliar o estado nutricional.

Outro método antropométrico bastante explorado devido ao baixo custo, rapidez e a boa correlação com a gordura corporal total consiste na medida da espessura das pregas cutâneas. Este método estima de forma razoavelmente acurada a gordura corporal subcutânea por meio de uma medida absoluta de uma prega e/ou da utilização da soma de algumas pregas (BARBOSA et al, 2001), predizendo assim, as reservas corporais de energia e o estado nutricional dos indivíduos (JELLIFE, 1968; HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

Quanto às estratégias de interpretação, estas medidas podem ser analisadas via equações de regressão, com a intenção de prever valores de densidade corporal e, posteriormente, de gordura corporal total. Para isso, é importante que as fórmulas escolhidas levem em consideração o gênero, a idade, a etnia e o nível de atividade física. Outra maneira é considerar os valores de espessura das pregas de diferentes regiões anatômicas separadamente, procurando oferecer informações quanto à distribuição relativa da gordura subcutânea de cada região do corpo (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000; ELLIS, 2001).

Estudos demonstram uma boa correlação com outros métodos de estimativa de gordura corporal em adultos e idosos, afirmando que a gordura corporal avaliada pelas pregas cutâneas é similar ao valor obtido nas imagens de RM, PH e DEXA (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000; PETROSKI, 1995; RECH et al 2010).

No entanto, tanto na prática clínica como em estudos epidemiológicos o seu uso tem limitações. A maior crítica a estas medidas é a variação inter e intra-examinador na execução da medida, salientando a importância de serem realizadas por pessoas bem treinadas, pois a inabilidade do examinador pode gerar erros de medição (SICHERI et al, 1999; LOHMAN; ROCHE; MARTORELL, 1992).

Além disso, este método sofre influência da precisão dos instrumentos de coleta e da inexistência de padrões de referência locais para populações específicas e também, das modificações na composição e distribuição de gordura corporal de acordo com a idade, gênero, genética, etnia e atividade física, a exemplo da espessura da pele, da compressibilidade do tecido adiposo e do nível de hidratação (JELLIFE, 1968; LOHMAN; ROCHE; MARTORELL, 1992; SICHIERI; FONSECA; LOPES, 1999).

Desta forma, fica evidente que mudanças da composição corpórea, naturais do processo de envelhecimento interferem nestas medidas. Para Dey; Bosaeus (2003), em idosos, as equações baseadas em medidas de espessuras de pregas cutâneas não são as mais recomendadas, pois geralmente é utilizado o mesmo parâmetro desenvolvido para indivíduos adultos, provocando, possivelmente, um equívoco nos resultados.

Entre os vários segmentos do corpo, a prega cutânea tricipital (PCT) é uma medida bastante utilizada por ser a região do tríceps de fácil localização e apresentar forte correlação com o percentual total de gordura corporal, sendo considerado o mais representativo da camada subcutânea de gordura (PETROSKY, 1999, ACUÑA; CRUZ, 2004). A OMS recomenda a PCT como índice isolado ou associado a outros índices antropométricos, na avaliação de crianças, adolescentes, adultos e idosos (WHO, 1995).

Em adição, apesar de divergências na literatura sobre o uso de pregas em idosos, a mais utilizada é a PCT (MORENO et al, 2003), entretanto, também encontra-se a utilização do somatório de pregas cutâneas (JUSTINO et al, 2005; MATSUDO; NETO; MATSUDO, 2002; FRANÇA; BARBOSA, 2007; CAMPOS et al, 2001).

Á medida em que se torna necessário avaliar de forma mais completa a composição corporal, dados antropométricos adicionais devem ser obtidos. Por sua vez, os indicadores baseados nas circunferências corporais, em geral, são medidas dos perímetros dos segmentos corporais e contribuem com o estudo da composição corporal (PETROSKY, 1999).

Dependendo do local de aplicação no corpo, possibilitam a estimativa da gordura corporal e da massa muscular. Esta última é estimada por meio de equações

matemáticas, corrigidas para camada gordurosa e quantidade óssea (WHO, 1995; WAITZBERG; FERRINI, 2002).

Estas medidas apresentam boa correlação com algumas patologias e com outras técnicas de determinação de componentes corporais. Este método tem a vantagem de ser simples, de fácil e rápida aplicação, de baixo custo e de imediata e prática interpretação dos resultados (WHO, 1995).

No entanto, por mais que não requeira a utilização de equipamentos sofisticados, se não for coletada por equipe devidamente treinada, poderá apresentar variabilidade, comprometendo a confiabilidade dos resultados. Além disso, apresenta algumas limitações sobre o padrão de referência e pontos de corte específicos e sensíveis para os diferentes gêneros e grupos etários (WHO, 1995).

As circunferências constituem a massa gorda, muscular e óssea (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000; PASSONI, 2005). É possível medir uma grande variedade de circunferências corporais (LOHMAN, 1988), porém neste estudo serão utilizadas as circunferências do braço (CB).

A CB é bastante utilizada, pois sua combinação com a medida da PCT permite, por meio de fórmulas matemáticas, calcular a CMB, que avalia a reserva de tecido muscular do braço, sem correção da área óssea, dentre outros cálculos. A CMB apresenta boa correlação com a massa muscular total, sendo utilizada para obter a quantidade e a taxa de variação da massa muscular e, assim, o estado nutricional protéico (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000; LOHMAN, 1988; WHO, 1995; WAITZBERG; FERRINI, 2002; ACUÑA; CRUZ, 2004).

Para idosos, segundo Sampaio (2004), a CMB apesar de não levar em consideração a irregularidade no formato dos tecidos do braço, deve ser o indicador de escolha, tendo em vista que o *Third National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES III) apresenta dados de referência para este indicador. Atualmente a OMS recomenda a utilização dos dados de referência do NHANES III, pois foi um estudo construído a partir de uma amostra de 5700 idosos norte-americanos não institucionalizados, sem

limite superior de idade (60 anos e mais) e com metodologia padronizada (KUCZMARSKI; KUCZARISKI; NAJJAR, 2000).

Tomografia computadorizada

As técnicas de imagens sofisticadas como a TC e a RM são as mais utilizadas com a finalidade de distinguir com alto nível de precisão a gordura visceral da gordura subcutânea abdominal (ORIA et al, 2002; VAN DER KOOY et al, 1993; SEIDELL; BAKKER, 1990).

A TC é considerada método “padrão ouro” para a determinação do tecido adiposo (ROSSNER et al, 1990; TOKUNAGA et al, 1983) permitindo a quantificação precisa da adiposidade visceral ou subcutânea em qualquer região corporal. As razões para estas considerações devem-se a sua elevada reprodutibilidade e nos coeficientes de correlação para medidas em duplicatas superiores a 0,90 (KVIST et al, 1988, SJOSTROM et al, 1986).

Pela TC, a área de gordura visceral é mensurada em um único corte tomográfico na altura da cicatriz umbilical (L3-L4 ou L4-L5) mostrando forte correlação ao volume total de gordura visceral (VAN DER KOOY et al, 1993, SEIDELL et al, 1987). Estudos têm apontado pontos de corte diversos para identificação do excesso desta gordura. A maioria dos estudos aponta uma área ≥ 130 cm² de tecido adiposo visceral, identificada pela TC, considerada como excessiva, favorável para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (LEMIEUX et al, 1996; DESPRES; LAMARCHE, 1993).

Entretanto, mesmo reconhecendo que as técnicas indiretas, como a TC, são mais rigorosas e precisas para determinação da composição corporal, elas dependem de equipamentos sofisticados e caros. Além disso, são demorados e necessitam de pessoal especializado para sua realização, o que dificulta o seu uso na rotina prática e em estudos de campo (BEERTEMA et al, 2000; VAN DER KOOY, 1993; KVIST et al, 1986; CABRERA, 1998).

Desta forma, vêm sendo sugeridos métodos alternativos para avaliação da distribuição da gordura abdominal e que determinam de forma indireta a gordura visceral, visando identificar indivíduos com excesso de gordura abdominal visceral, susceptíveis, principalmente, aos eventos cardiovasculares.

E considerando a importância da gordura visceral como fator determinante de alterações metabólicas associadas à obesidade, a substituição da TC por um método mais simples, de baixo custo e livre de irradiação, significa um avanço no diagnóstico da obesidade visceral e na prevenção dos eventos associados a esta adiposidade.

Bioimpedância elétrica

Dentre os métodos utilizados para a avaliação da composição corporal, a BIA tem sido amplamente utilizada, sobretudo pela alta velocidade no processamento das informações, pela alta reprodutibilidade, por ser um método seguro, não-invasivo, prático e relativamente barato, que estima, além dos componentes corporais, a distribuição dos fluidos nos espaços intra e extracelulares (KYLE et al, 2004; ROMAN et al, 1999).

A propriedade elétrica dos tecidos tem sido estudada desde 1871, mas somente em 1970 os fundamentos da BIA foram descritos (BRITO, MESQUITA, 2008). O primeiro estudo com BIA ocorreu em 1940, onde Nyboer, relacionou a impedância com o fluxo sanguíneo e, posteriormente Thomasset (1962) e Hoffer et al (1969) estudaram o índice de resistividade (impedância) com água corporal total e massa magra.

Atualmente a BIA tem sido validada para estimar a composição corporal e o estado nutricional em indivíduos saudáveis e em diversas situações clínicas como desnutrição, traumas, câncer, pré e pós-operatório, doenças hepáticas, insuficiência renal, gestação e em crianças e atletas (GUPTA et al, 2004; KAMIMURA et al, 2004).

Este método baseia-se no princípio de que os tecidos corporais oferecem diferentes oposições à passagem da corrente elétrica. Os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica devido à grande quantidade de água e eletrólitos, ou seja,

apresentam baixa resistência (R) à passagem da corrente elétrica. Por outro lado, a gordura, o osso e a pele constituem um meio de baixa condutividade, apresentando, portanto, elevada R (MCARDLE; KATCH; KATCH, 1992).

O modelo mais utilizado da BIA é o tetrapolar, que consiste na utilização de quatro eletrodos que são fixados à mão, próximo à articulação metacarpo-falangea da superfície dorsal; ao pulso, entre as proeminências distais do rádio e da ulna; ao pé, no arco transverso da superfície superior e ao tornozelo, entre os máléolos medial e lateral do hemicorpo direito do avaliado (Figura 1). Em seguida, uma corrente de excitação é aplicada aos eletrodos-fonte (distais) na mão e no pé, e a queda de voltagem, provocada pela impedância, é detectada pelo eletrodo-sensor (proximal) localizado no pulso e no tornozelo (Figura 2) (BRITO; MESQUITA, 2008). Sua análise baseia-se na medida da R total do corpo à passagem de uma corrente elétrica de baixa amplitude (0,8 mA) e alta frequência (50 KHz) (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).



Figura 1 – Demonstração do local de colocação dos eletrodos. Fonte: Britto; Mesquita, 2008.

Essa corrente elétrica gera o vetor R - medida de oposição ao fluxo da corrente elétrica por meio dos meios intra e extracelulares do corpo, estando esta medida, diretamente associada ao nível de hidratação destes meios; e o vetor reactância (X_c) - oposição ao fluxo da corrente causada pela capacitância produzida pela membrana celular (BAUMGARTNER, CHUMLEA; ROCHE, 1998). Assim, após identificar os níveis de R e X_c do organismo à corrente elétrica, o analisador avalia a quantidade de água corporal total e, assumindo uma hidratação constante, prediz a quantidade de massa livre de gordura.

A X_c , também chamada de resistência capacitiva, significa a oposição do fluxo elétrico causado pela capacitância (propriedade de armazenar energia elétrica sob a forma de um campo eletrostático). Um capacitor é formado por duas ou mais membranas condutoras separadas por um material isolante ou não condutivo capaz de armazenar energia elétrica. A membrana citoplasmática do ser humano é constituída por duas camadas de material protéico (bom condutor) e uma camada de lipídio (isolante). Desta forma, a membrana celular atua como se fosse um capacitor oferecendo X_c (capacitância) (BARBOSA-SILVA et al, 2005; MATTAR, 1998).

Assim, no corpo humano, as membranas celulares podem armazenar a energia por um período pequeno de tempo, “atrasando” a corrente; podendo também atuar como resistores, dependendo da frequência da corrente aplicada. À baixas frequências (~1kHz), nenhuma corrente elétrica passa pelas membranas celulares, então as membranas funcionam como resistores e apenas o fluido extracelular pode ser medido. Em frequências maiores, a corrente elétrica pode passar via membranas celulares permitindo as medidas de impedância dentro e fora das células. Então, a X_c se relaciona com o balanço hídrico intra e extracelular (BRITO; MESQUITA, 2008).

A partir dos valores da R e da X_c obtidos pela BIA, são utilizadas diferentes equações de regressão disponíveis na literatura, para estimar os componentes corporais, e assim, determinar os valores de massa de gordura, massa magra e água corporal. Estas equações preditivas são ajustadas para gênero, idade, peso, altura e nível de atividade física (KYLE et al, 2004).

Entretanto, as equações de predição variam conforme o aparelho e apresentam validade apenas para a população de origem, o que constitui um fator limitante para sua utilização em outros grupos populacionais (KYLE et al, 2004). Neste sentido, deve-se analisar cuidadosamente a escolha de uma equação de BIA que seja específica para determinado grupo de indivíduos (REZENDE et al, 2007).

Estudos de desenvolvimento e validação de equações de BIA vêm sendo amplamente realizados, e o emprego da BIA na avaliação da composição corporal tem se tornado comum em diversas situações clínicas, mas existem algumas controvérsias sobre seu uso, principalmente, em condições onde há uma alteração do estado de hidratação dos

indivíduos (BRITO; MESQUITA, 2008; LUKASKI, 1996). Em consequência, se um indivíduo apresentar hiperhidratação, o seu valor da massa magra será superestimado (DEURENBERG, 1990).

Neste sentido, em um estudo realizado para verificar a segurança da BIA em detectar fluidos corporais em pacientes idosos com insuficiência cardíaca, os autores concluíram que a BIA é útil para estimar a água corporal total em pacientes idosos saudáveis mas pouco seguro para avaliar a água extracelular quando há sobrecarga hídrica (SERGI; LUPOLI; VOLPATO, 2006).

Segal et al (1985), estudaram a massa magra de pacientes obesos comparados com não-obesos e acharam que, em pacientes obesos, a massa magra avaliada pela BIA foi superestimada quando comparada com a densitometria corporal, considerada método padrão ouro. Sendo assim, os autores propuseram várias fórmulas específicas para essa população, encontrando então, uma melhor correlação.

Utilizando fórmulas propostas por Segal et al (1985), Gray et al (1989) também concluíram que tais fórmulas, nas quais o gênero, o peso, a altura e a idade são levados em consideração, produzem uma boa correlação da BIA com métodos de referência para estimar a água corporal total e massa livre de gordura. Porém em indivíduos muito obesos (>48% de gordura corporal) estas fórmulas podem apresentar erros.

Outro estudo, realizado por Sun et al (2003), que avaliou 1829 indivíduos, também desenvolveu equações para uso em estudos epidemiológicos, com excelente precisão em avaliar a água corporal total e a massa livre de gordura.

Com o intuito de validar os princípios físicos da BIA na mensuração e avaliação do estado nutricional, em comparação a métodos considerados padrão ouro de aferição da composição corpórea, tais como: DEXA, TC, análise de ativação de nêutrons, diluição isotópica, RM e PH, Coppini (1997) apontou resultados excelentes em relação aos valores de correlação entre as medidas obtidas pela BIA e os métodos referenciais de avaliação da composição corpórea.

Outra vertente da utilização da BIA é a estimativa de gordura abdominal. Encontram-se na literatura novas técnicas para avaliar a obesidade central e a gordura visceral pela BIA. Esta técnica consiste no posicionamento dos eletrodos diretamente no abdômen ou na circunferência da cintura (NAGAI et al, 2008; WATSON et al, 2009; RYO et al, 2005; SHIGA et al, 2007; SCHARFETTER et al, 2001). Nestes estudos a BIA demonstrou forte correlação com a gordura abdominal e visceral, determinada pela RM e TC, e segundo os autores, este método permite avaliar com mais precisão a gordura abdominal, incluindo a visceral. No entanto, estes trabalhos não são conclusivos quanto à validade da BIA para estimativa de gordura visceral.

Sendo assim, apesar destes estudos indicarem a BIA como um método preciso e confiável, resultados obtidos em muitas pesquisas revelam-se, freqüentemente, discrepantes. Discute-se, na literatura, as possíveis causas que dificultam o estabelecimento de um consenso a cerca do uso da BIA na avaliação da composição corporal, e dentre as possíveis razões para essa variabilidade, poderiam ser mencionadas diferenças metodológicas quanto aos aparelhos utilizados, às populações analisadas e à coleta de dados (RODRIGUES et al, 2001).

Segundo Rezende et al (2007), as causas podem ser também devido à utilização de uma variabilidade de equações disponíveis para diferentes grupos de indivíduos, que são aplicadas de forma equivocada em amostras bastante heterogêneas. Além disso, ainda podem interferir as diferenças étnicas e de composição corporal entre as populações e a influência do estado de hidratação dos indivíduos avaliados, como mencionado anteriormente. Desta forma, pode-se afirmar que ainda pairam dúvidas quanto à precisão e à confiabilidade da técnica da BIA, quando comparada com outros recursos.

Tendo em vista que seus resultados podem ser afetados por diversas condições, de acordo com Sant'anna et al (2009) e Slinde; Rossander-Hulthen (2001), o controle prévio de alguns fatores deve ser realizado para a confiabilidade do método da BIA na prática clínica. Estes fatores variam de acordo com o fabricante, são eles:

- calibração do aparelho, que deve ser realizada regularmente;
- eletrodos, que devem ser mantidos em sacos fechados, protegidos do calor;
- posição do avaliado, que deve ser supina, com braços separados do tronco em um ângulo de 30° e pernas a 45°;

- ingestão alimentar dos avaliados, que devem estar em jejum de no mínimo quatro horas;
- ingestão alcoólica, que não deve ocorrer por, no mínimo, oito horas antes do exame;
- prática de atividade física ou sauna, que não deve ocorrer por, no mínimo, oito horas antes do exame;
- acúmulo urinário, devendo a bexiga ser esvaziada antes da realização do exame;
- temperatura do ambiente, que deve ser amena (em torno de 22°C);
- pele, que deve ser limpa com álcool e não deve conter lesões;
- distância entre os eletrodos, que deve ser, no mínimo, 5cm;
- fase do ciclo menstrual, que deve ser observada;
- obesidade, utilizar material isolante, como exemplo toalhas, entre as pernas;
- contato com superfície metálica, que não deve ocorrer;
- marca-passo, pino metálico e desfibrilador, sendo a técnica contra-indicada para pacientes que o portam.

Segundo Coppini; Waitzberg (2002), a análise da BIA é um método de alta precisão em pessoas saudáveis, em enfermidades crônicas, na obesidade leve e moderada e em situações sem distúrbios hídricos. Desta forma, pode ser atribuída uma considerável vantagem a este método, tornando interessante a sua utilização na avaliação do estado nutricional de indivíduos e populações. Com base nas considerações acima descritas, evidencia-se a necessidade de maiores investigações para que sejam estabelecidos critérios mais confiáveis na aplicação da BIA.

Considerando que ainda existem divergências sobre este tema, torna-se importante estabelecer uma relação entre um parâmetro relativamente novo, como a BIA, com outros métodos comumente utilizados na avaliação do estado nutricional e na estimativa da composição corporal, como a antropometria, e também, com métodos mais sofisticados, como a TC.

Rezende et al (2007) revisaram a aplicabilidade de alguns indicadores nutricionais e métodos de avaliação da composição corporal e concluíram que há necessidade de se avaliar e propor métodos seguros e acurados, de baixo custo e de facilidade técnica que possam ser utilizados, amplamente, pelos profissionais de saúde na avaliação de

indivíduos em centros de saúde, clínicas e em estudos populacionais, a fim de garantir adequado direcionamento das medidas de intervenção e das políticas de saúde.

Quadro 1: Estudos que avaliaram a utilização da BIA com outros parâmetros de composição corporal e avaliação nutricional.

Referência	Amostra e objetivo	Técnicas avaliados	Resultados
FRANZ, 1998.	<p>125 pacientes, 44 a 80 anos.</p> <p>Analisar a BIA como método de avaliação da composição corporal de indivíduos adultos e idosos, comparando-a com o IMC e a PCT.</p>	<p>BIA</p> <p>IMC</p> <p>PCT</p>	<p>Os valores da BIA apresentaram uma correlação positiva para valores de IMC e PCT para ambos os gêneros e grupos etários. Os autores concluíram que a BIA tem melhor correlação e concordância com o IMC, e para indivíduos com idade inferior a 60 anos.</p>
<p>PEREIRA; MARTINS; AGUILAR- NASCIMENTO, 1998.</p>	<p>110 indivíduos, 18 a 39 anos.</p> <p>Comparar a estimativa de gordura corporal pela antropometria e BIA.</p>	<p>Pregas cutâneas</p> <p>IMC</p> <p>BIA</p>	<p>Embora sem diferença estatisticamente significativa, os valores médios de percentual de gordura corporal estimados pela BIA foram inferiores aos da antropometria nos grupos de baixo peso e eutróficos. Foi encontrada uma forte correlação estatística entre as estimativas obtidas pelos dois métodos. Os autores concluíram que ambos os métodos são adequados para estimar a gordura corporal, embora a BIA seja de mais fácil aplicação.</p>

<p>HEITMANN, 1990.</p>	<p>139 indivíduos dinamarqueses, de 35 a 65 anos.</p> <p>Validar três diferentes métodos utilizados em estudos de campo para estimar gordura corporal, tendo como método de referência o modelo de quatro compartimentos baseado em medidas de água e potássio corporal total.</p>	<p>IMC</p> <p>Σ quatro dobras cutâneas</p> <p>BIA</p>	<p>Os três diferentes métodos apresentaram estimativas confiáveis para gordura corporal total. Os autores concluíram que a BIA parece ser o mais preciso para estudos epidemiológicos, bem como para a investigação clínica.</p>
<p>RODRIGUES et al, 2001.</p>	<p>25 homens brancos, de 18 a 36 anos.</p> <p>Comparar a estimativa do percentual de gordura corporal através de diferentes aparelhos de BIA (RJL-101, Byodynamics A-310, Maltron BF-900 e BF-906), das dobras cutâneas e da PH.</p>	<p>BIA</p> <p>Dobras cutâneas</p> <p>PH</p>	<p>A técnica de dobras cutâneas apresentou maior correlação com a PH, quando comparada à BIA. Os resultados dos diferentes aparelhos de BIA equivaleram-se quanto à estimativa de gordura corporal, mas a técnica de dobras cutâneas mostrou-se tão ou mais confiável para tanto.</p>

<p>BARBOSA et al, 2001.</p>	<p>20 mulheres, de 62 a 79 anos.</p> <p>Verificar a concordância e comparar o percentual de gordura corporal através de medidas de dobras cutâneas, BIA e DEXA.</p>	<p>Dobras cutâneas</p> <p>BIA</p> <p>DEXA</p>	<p>Embora os métodos usados neste estudo sejam de ampla utilização para estimar gordura corporal em idosos, nenhuma técnica deve ser aceita como método único de referência nessa população. Cada método apresenta limitações e a comparação pode ser útil para a interpretação dos resultados obtidos.</p>
<p>CONTERATO; VIEIRA, 2001.</p>	<p>57 universitários, de 17 a 26 anos.</p> <p>Comparar os resultados obtidos pela BIA e dobras cutâneas segundo Guedes (1985) e Petroski (1995).</p>	<p>BIA</p> <p>Dobras cutâneas</p>	<p>Verificou-se que o percentual de gordura comparada entre a BIA e dobras cutâneas, segundo Guedes apresentou diferença significativa. Porém, ao comparar a BIA e dobras cutâneas, segundo Petroski não apresentou diferenças significativas. No entanto, quando se comparou dobras cutâneas segundo Guedes e Petroski ficaram evidenciadas diferenças significativas. Portanto, os autores concluem que pode-se utilizar tanto a BIA como as dobras cutâneas, segundo o método de Petroski, para estimar gordura corporal.</p>

<p>OLIVOTO, 2004.</p>	<p>10 mulheres atletas, de 18 e 30 anos, 15 homens saudáveis, ativos e ex atletas, de 18 e 35 anos.</p> <p>Determinar se existe diferença significativa entre a mensuração da composição corporal pelos métodos de pregas cutâneas e BIA.</p>	<p>Dobras cutâneas</p> <p>BIA</p>	<p>Os resultados comprovaram que existe significância entre os dados coletados pela mensuração das pregas cutâneas e BIA nos indivíduos atletas e que não existe significância nos resultados dos indivíduos não atletas. Sendo assim, pesquisas com objetivo de determinar os percentuais de gordura em atletas podem utilizar a BIA (TBF 305) como método fidedigno.</p>
<p>RECH et al, 2005.</p>	<p>15 mulheres pós menopausa, saudáveis, praticantes de atividades aquáticas, de 51 e 75 anos.</p> <p>Comparar o percentual de gordura e massa livre de gordura através da DEXA, BIA bipolar e tetrapolar e antropometria, através das equações de Jackson et al (1980) e Durnin; Womersley (1974).</p>	<p>DEXA</p> <p>BIA bipolar</p> <p>BIA tetrapolar</p> <p>dobra cutânea da coxa</p> <p>média</p> <p>PCT</p> <p>PCB</p> <p>PCSE</p> <p>PCSI</p>	<p>O modelo antropométrico desenvolvido por Jackson et al mostrou-se válido para estimativa de gordura corporal, porém superestimou os valores de massa livre de gordura em relação à média da DEXA. A equação antropométrica de Durnin; Womersley e o modelo da BIA tetrapolar não se mostraram válidos para estimativa de gordura corporal e da massa livre de gordura. O modelo da BIA bipolar foi o único método, neste estudo, que apresentou validade cruzada, tanto para a estimativa da massa gorda, quanto livre de gordura.</p>

<p>JUSTINO et al, 2005.</p>	<p>32 mulheres idosas. Verificar a correlação entre a massa corporal gorda avaliada pela BIA e antropometria.</p>	<p>BIA, IMC Σ quatro pregas cutâneas, pregas cutâneas supra-espinal, PCT, PCB, PCSE</p>	<p>Existe correlação positiva entre a massa corporal gorda obtida pela BIA e todas as variáveis estudadas e que as correlações mais fortes foram, em ordem decrescente com: IMC, peso atual e Σ quatro pregas cutâneas.</p>
<p>FETT; FETT; MARCHINI, 2006.</p>	<p>48 mulheres de 18 a 64 anos, da eutrofia a obesidade. Entre outro objetivo, comparar a composição corporal obtida pela antropometria àquela estimada pela BIA.</p>	<p>BIA IMC PCT, PCB, PCSI, PCSE Prega cutânea do peito Prega cutânea da coxa Prega cutânea da panturrilha CA, CQ</p>	<p>As médias da massa magra e do percentual de gordura estimadas pela antropometria e pela BIA foram estatisticamente iguais, sugerindo a intercambialidade destes métodos. Os autores concluíram que a composição corporal pôde ser obtida de forma equivalente pela antropometria e pela BIA neste grupo de mulheres.</p>
<p>NASCIMENTO, 2006.</p>	<p>40 indivíduos idosos com aproximadamente 60 anos. Avaliar a concordância da BIA em idosos, comparando com a densitometria.</p>	<p>BIA DEXA</p>	<p>A demonstração gráfica da análise de concordância mostrou que a BIA superestima os valores de massa magra em relação à DEXA e subestima os valores de gordura em relação à DEXA.</p>

<p>FERNANDEZ et al, 2007.</p>	<p>811 jovens, de 11 a 17 anos. Analisar a relação e o desempenho da BIA na indicação do excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade em jovens brasileiros.</p>	<p>PCT CC BIA</p>	<p>Em ambos os gêneros a BIA apresentou bom desempenho na identificação do simultâneo excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade, sendo mais específica do que sensível, quando comparada com a CC e PCT. Os autores concluíram que estes achados oferecem suporte para o uso da BIA na identificação do excesso de gordura visceral e subcutânea em adolescentes.</p>
<p>BARRETO-SILVA et al, 2008.</p>	<p>105 pacientes com doença renal crônica estágios 3 e 4. Investigar a reprodutibilidade e a concordância entre antropometria e BIA em obesos e não obesos com doença renal crônica e examinar os fatores que influenciam a concordância entre estes dois métodos.</p>	<p>IMC Dobras cutâneas BIA</p>	<p>Para não obesos, a antropometria e a BIA podem ser aplicadas com boa equivalência para estimar a gordura corporal. Para pacientes com sobrepeso e obesidade uma fraca concordância foi observada. IMC, gênero, água corporal e idade foram os fatores que influenciaram a concordância entre antropometria e BIA.</p>

<p>RODRÍGUEZ et al, 2008.</p>	<p>230 pré-escolares argentinas saudáveis, entre 4 e 6 anos de idade.</p> <p>Comparar a composição corporal por métodos antropométricos simples, pela BIA e pela DEXA e estudar as correlações existentes entre eles.</p>	<p>IMC</p> <p>CC</p> <p>BIA</p> <p>DEXA</p>	<p>Existe alta correlação entre os métodos estudados para estimar composição corporal. Entretanto, apesar da alta correlação entre os valores do percentual de gordura corporal analisado pela BIA e DEXA, os resultados não são equivalentes, já que a BIA subestima em 5% os valores de gordura corporal quando comparado pela DEXA.</p>
<p>LIMA; RECH; PETROSKI, 2008.</p>	<p>60 homens idosos, de 61 a 80 anos.</p> <p>Verificar a concordância entre os métodos de BIA e DEXA para estimativa de massa muscular esquelética (MME) e analisar o poder preditivo das variáveis antropométricas e BIA para predição de MME em idosos.</p>	<p>BIA</p> <p>DEXA</p> <p>IMC</p>	<p>A BIA superestimou a MME quando comparada a DEXA, contudo não houve diferença estatística. Foi observada uma forte relação entre métodos ($r=0,90$). Os autores destacam que o método da BIA, testado neste estudo, é válido para a estimativa de MME em homens idosos e seus valores podem ser melhor preditos pelo modelo de regressão proposto a partir da medida $\text{estatura}^2/\text{resistência}$, ajustada para massa corporal e idade.</p>

<p>SHIROMA et al, 2009.</p>	<p>15 pacientes portadores de doença celíaca, com média de idade de 46,63 ± 16,76 anos.</p> <p>Entre outro objetivo, comparar métodos antropométricos e BIA na avaliação nutricional de doentes celíacos.</p>	<p>IMC</p> <p>BIA</p> <p>CB</p> <p>CMB</p> <p>PCT</p>	<p>Os métodos de antropometria e BIA estão fortemente correlacionados, podendo-se afirmar que tanto um método como o outro possui o mesmo padrão de confiabilidade. Os autores concluem que a antropometria pode ser uma boa opção de avaliação, em vista da sua fácil aplicabilidade, precisão de resultados e baixo custo.</p>
<p>COCETTI; CASTILHO; BARROS FILHO, 2009.</p>	<p>1286 escolares, de 7 e 9 anos.</p> <p>Comparar os componentes corporais obtidos através da BIA perna-perna às pregas cutâneas.</p>	<p>PCT</p> <p>PCSE</p> <p>BIA</p>	<p>A correlação entre os métodos foi alta e significativa para o percentual de gordura corporal, para massa gorda e massa magra, mostrando boa concordância. Os autores concluíram que a técnica da BIA perna-perna é comparável à técnica de pregas cutâneas para avaliar a composição corporal de escolares em estudos populacionais. Individualmente, a ampla variabilidade observada em algumas medidas sugere que a utilização da BIA perna-perna ou das pregas deve ser associada a outros indicadores na avaliação da composição corporal.</p>

<p>ALONSO et al, 2009.</p>	<p>25 indivíduos, de 17 e 75 anos. Comparar os resultados obtidos pela BIA em comparação ao IMC corrigido pela equação de Deurenberg na categorização de obesidade indicada pela OMS em uma amostra populacional, visando checar preliminarmente a reprodutibilidade e validade dessas avaliações corporais.</p>	<p>BIA IMC</p>	<p>Os resultados apontam uma excelente correspondência e reprodutibilidade entre os métodos utilizados ($r=0,90$). Segundo os autores, estes dados iniciais sugerem a possibilidade de utilização destes índices para o diagnóstico de gordura corporal em percentual, com a possibilidade de aplicação clínica.</p>
--------------------------------	--	--------------------	---

Ângulo de Fase

Pela análise da BIA, o AF pode ser obtido por meio da relação entre medidas diretas da R e da Xc, sendo calculado diretamente pela equação: $Xc/R \times 180^\circ/\pi$. A variação do AF ocorre entre zero grau (sistema sem membranas celulares, apenas resistivo) e 90 graus (sistema sem fluidos, apenas capacitivo), sendo que num indivíduo saudável o AF pode apresentar valores de aproximadamente 4 a 10 graus. Também encontra-se descrito na literatura que este valor pode variar de 5 a 15 graus (SILVA; CARUSO; MARTINI, 2007; BARBOSA-SILVA *et al*, 2005; MATTAR, 1998).

Este ângulo é dependente da capacitância dos tecidos e está associado com a qualidade, tamanho e integridade celular. Trata-se de uma ferramenta de diagnóstico nutricional cada vez mais utilizado na prática clínica (GUPTA *et al*, 2008b). Estudos recentes têm validado este ângulo como indicador prognóstico em pacientes críticos (OTT *et al*, 1995; BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHA, 1998; SELBERG; SELBERG, 2002; GUPTA *et al*, 2004; ACOSTA; GOMES-TELLO; RUIZ, 2005; GUPTA *et al*, 2008a; GUPTA *et al*, 2008b; GUPTA *et al*, 2009). Salienta-se que o AF, relacionado com o equilíbrio celular, tem sido utilizado como uma medida de gravidade de doença, como instrumento de avaliação funcional e como indicador geral de saúde (BARBOSA *et al*, 2008).

A variação no AF indica alterações na composição corporal, na função da membrana celular ou no estado de saúde. Valores de AF menores representam baixa Xc e alta R e podem ser associados à existência ou agravamento de doença, morte celular, ou a alguma alteração na permeabilidade seletiva da membrana; valores mais altos representam alta Xc e baixa R, podendo associar-se à maior quantidade de membranas celulares intactas, ou seja, maior massa celular corpórea e a um adequado estado de saúde (COPPINI; BOTTONI; TEIXEIRA, 1998; SELBERG; SELBERG, 2002; AZEVEDO *et al*, 2007; PETERS, 2006).

Desta forma, modificações na massa celular corporal ou defeitos funcionais das membranas celulares podem resultar em mudanças no AF (BARBOSA-SILVA *et al*, 2003). Assim, é esperado que ocorram mudanças em seus valores de acordo com o gênero e envelhecimento (BARBOSA-SILVA *et al*, 2005), pois com o passar dos anos a

capacitância dos tecidos associada à variabilidade do tamanho das células, à permeabilidade da membrana celular e à composição intracelular tornam-se diferentes, assim como a distribuição dos fluidos corporais entre os tecidos (SCHWENK et al, 2000; SCHEUNEMANN; WAZLAWIK; TRINDADE, 2008).

A grande vantagem desse parâmetro é que independe de equações de regressão (NAGANO; SUITA; YAMANOUCHI, 2000) e pode ser realizado mesmo em situações, nas quais as concepções da BIA não são válidas para estimar a composição corporal e os compartimentos líquidos corporais (BARBOSA-SILVA et al, 2005), eliminando uma enorme fonte de erro casual (BARBOSA-SILVA et al, 2003; GUPTA et al, 2004; MIKA et al, 2004). Este parâmetro pode, inclusive, ser utilizado mesmo em pacientes nos quais o peso atual e a altura não podem ser mensurados (ELLIS et al, 1999; BARBOSA-SILVA et al, 2003).

Pesquisas realizadas para investigar o papel do AF como indicador prognóstico em pacientes hospitalizados, portadores de doenças graves como alguns tipos de câncer, HIV e AIDS, insuficiência renal crônica, doença pulmonar obstrutiva crônica, cirrose hepática, bacteremia e pacientes criticamente doentes, evidenciaram associação positiva com o tempo de sobrevida destes pacientes. Os autores sugerem que o AF poderia ser uma importante ferramenta para avaliar sinais clínicos e monitorar a progressão da doença, sendo até mesmo superior a outros indicadores, séricos ou antropométricos (OTT et al, 1995; BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHA, 1998; SCHWENK et al, 2000; SELBERG; SELBERG, 2002; GUPTA et al, 2004; ACOSTA; GOMES-TELLO; RUIZ, 2005; GUPTA et al, 2008; GUPTA et al 2009).

Em pacientes críticos, ainda, Barbosa-Silva et al (2005) verificaram que o AF parece ser um importante fator prognóstico de complicações pós-operatórias, depois de ajustados os fatores de confusão, demonstrando que o método é útil na identificação de pacientes que necessitam de terapia nutricional.

Por outro lado, o AF também tem sido utilizado como um indicador do estado nutricional (NAGANO; SUITA; YAMANOUCHI, 2000). Especula-se que seja um marcador de nutrição relevante, clinicamente, que possa caracterizar o acréscimo de massa extracelular corporal e o decréscimo de massa celular corporal; provavelmente,

porque a nutrição esta interligada às alterações na integridade da membrana celular e alterações no equilíbrio dos fluidos corporais (SELBERG; SELBERG, 2002).

Em pacientes renais, por exemplo, o AF que foi tipicamente $<5^\circ$, pode ser interpretado como um indicador de expansão de água para o espaço extracelular e redução da água intracelular (ELLIS, 2000).

Sua pouca utilização na prática clínica e em situações epidemiológicas, deve-se ao fato da carência de valores de referência para a população. Destaca-se que, tais valores são necessários para avaliar, corretamente, desvios individuais em relação à média populacional e para analisar a influência do AF em vários resultados dentro de estudos epidemiológicos (BARBOSA-SILVA et al, 2005).

Considerando que o AF é descrito como um importante marcador de morbidade e mortalidade em uma série de doenças (BARBOSA-SILVA et al, 2005) e assim, um potencial indicador do estado nutricional, podendo inclusive, exercer um papel complementar aos indicadores habitualmente utilizados na prática clínica. Portanto, torna-se relevante estudá-lo, pois ainda é um parâmetro pouco utilizado e os dados apresentados na literatura ainda são controversos sobre a relação entre o AF e marcadores nutricionais. Baseado no exposto é evidente a necessidade de contribuir com informações sobre este tema.

No Quadro 2 estão descritos alguns estudos que avaliam o AF como indicador do estado nutricional.

Quadro 2 – Estudos que avaliaram o ângulo de fase como indicador do estado nutricional.

Referência	Amostra e objetivos	Resultados
MAGGIORI, 1996.	<p>131 pacientes em hemodiálise.</p> <p>Verificar se os valores da BIA (R, Xc, AF) refletem o estado nutricional na hemodiálise.</p>	<p>AF apresentou correlação significativa com todos os índices nutricionais, exceto IMC. Associação significativa para AF e albumina sérica, índice de catabolismo protéico, avaliação subjetiva global (ASG), massa celular corporal total e idade. A forte associação do AF com a sobrevivência sugere que este parâmetro reflete alguma dimensão da doença que não está plenamente identificável na avaliação nutricional.</p>
NAGANO; SUITA; YAMANOUCHI, 2000.	<p>81 crianças hospitalizadas, de um mês a 6 anos. Avaliar o AF como indicador do estado nutricional.</p>	<p>O AF correlacionou-se ao peso corporal e à CMB nos pacientes bem nutridos, sendo menor nos desnutridos.</p>
EDEFONTI et al, 2001.	<p>18 crianças em diálise peritoneal, média de idade de $8,7 \pm 4,7$ anos.</p> <p>Avaliar a sensibilidade da antropometria e BIA em detectar alterações na composição corporal e no estado nutricional no início e após um período curto e longo de diálise.</p>	<p>Após 6 meses, os valores da R, Xc e AF estavam abaixo do percentil 3 quando comparados a antropometria. Após 12 meses, a depleção moderada ou grave, de acordo com a BIA e antropometria, permaneceu sem modificação. Após 24 meses, a porcentagem de pacientes com depleção moderada, de acordo com os dois critérios, aumentou.</p>

GUIDA et al, 2001.	50 pacientes em hemodiálise, com média de idade de $62,8 \pm 9,2$ anos. Verificar a relação do IMC com a composição corporal.	Decréscimo do AF nos pacientes em hemodiálise com sobrepeso e obesidade. A massa magra, de acordo com a antropometria e a creatinina e uréia, correlacionaram-se ao AF e massa celular corporal. O IMC correlacionou-se apenas com o AF.
BARBOSA-SILVA et al, 2003.	279 pacientes de cirurgia gastrointestinal eletiva, de 18 a 80 anos de idade. Comparar a performance da BIA com a ASG.	Concordância moderada entre a ASG e o AF. Os pacientes classificados como desnutridos graves, de acordo com a ASG, tiveram menores valores de AF.
GLEW et al, 2003.	340 crianças Fulani. Avaliar o estado nutricional, utilizando a antropometria e a BIA para estimar a composição corporal.	A incidência de raquitismo e baixo peso foi elevada. No entanto, o AF foi comparável ao de crianças saudáveis americanas. Embora uma grande parte das crianças apresentasse raquitismo e baixo peso, o AF sugere que elas são relativamente saudáveis.
MUSHNICK et al, 2003.	48 pacientes em diálise peritoneal, com média de idade de 51 ± 15 anos. Examinar a relação entre os parâmetros de BIA com laboratoriais do estado nutricional e a sua associação com a sobrevivência.	A R se correlacionou ao peso corporal, IMC e massa celular corporal, mas não com os marcadores nutricionais séricos. A Xc foi correlacionada à pré-albumina e albumina; já o AF foi correlacionado a massa celular corporal, pré-albumina e albumina.

DE LUIS et al, 2004.	<p>100 homens HIV⁺, com média de idade de 39,1 ± 9,9 anos.</p> <p>Detectar parâmetros bioquímicos e nutricionais que possam influenciar o AF.</p>	<p>O peso corporal, IMC, transferrina e somatomedina C foram maiores no grupo com AF ≥ 8,2 (AF médio).</p>
GUPTA et al, 2004.	<p>58 pacientes com câncer pancreático estágio IV, com idade de 32 a 82 anos.</p> <p>Investigar se o AF pode fornecer informação prognóstica e a sua relação com indicadores do estado nutricional.</p>	<p>Houve modesta, porém significativa correlação positiva entre o AF e a albumina e entre o AF e a pré-albumina. Não houve correlação entre o AF e a transferrina e entre o AF e a ASG.</p>
MIKA et al, 2004.	<p>21 adolescentes com anorexia nervosa, com média de idade de 14,4 ± 1,5 anos.</p> <p>Avaliar o estado nutricional e composição corporal durante um tratamento dietoterápico institucionalizado.</p>	<p>A Xc, o AF e o Índice massa extracelular/massa celular corporal (MEC/MCC) aumentaram durante o tratamento. O AF das pacientes tornou-se similar ao do grupo controle, após 15 semanas de terapia nutricional, mesmo quando o IMC ainda estava abaixo dos valores normais.</p>

<p>BARBOSA-SILVA et al, 2005.</p>	<p>1967 americanos saudáveis, com idade de 18 a 94 anos.</p> <p>Entender a relação entre o AF e variáveis como gênero, idade, raça e indicadores de composição corporal (IMC e percentual de gordura) e estimar as médias populacionais e desvios padrão do AF para servir como valores de referência.</p>	<p>Entre os resultados, os autores mostram que o AF muda conforme o gênero, idade, IMC e percentual de gordura corporal. Ainda, o AF demonstrou correlação positiva com o IMC.</p>
<p>BELLIZZI et al, 2006.</p>	<p>84 pacientes com doença renal crônica (DRC) e 604 controles saudáveis.</p> <p>Identificar alterações na composição corporal em indivíduos com DRC por meio da BIA e marcadores nutricionais na pré-diálise em diferentes estágios da doença.</p>	<p>Os pacientes com DRC apresentaram R mais baixa e vetores bivariativos anormais para R/altura e Xc/altura. AF foi reduzido (-22%) em pacientes com diabetes. Não foram observadas diferenças entre a BIA e os marcadores nutricionais nos diferentes estágios de DRC. Apesar da ausência de desnutrição evidente, os pacientes com DRC apresentaram variações nos valores de BIA na fase inicial da DRC.</p>
<p>NORMAN et al, 2007.</p>	<p>112 idosos residentes em asilo, com média de idade de 79,1 ± 91,4 anos.</p> <p>Avaliar o uso do vetor de análise da BIA em idosos residentes em asilos.</p>	<p>Vinte e dois idosos foram classificados como bem nutridos (Mini Nutritional Assessment – MNA I), 80 foram considerados em risco de desnutrição (MNA II) e 10 foram classificados como desnutridos (MNA III). O AF diminuiu significativamente com a MNA I (4,0, 3,8-4,7°) e MNA II (2,9, 2,6-3,5°).</p>

<p>HENGSTERMANN et al, 2007.</p>	<p>484 pacientes com multimorbididades, com média de idade de $79,6 \pm 7,6$ anos.</p> <p>Comparar diferentes métodos de avaliação do estado nutricional e verificar sua utilização na rotina clínica.</p>	<p>De acordo com a MNA, 39,5% dos pacientes com úlcera de pressão (UP) eram desnutridos e 2,5% bem nutridos. Em contraste, 16,6% dos pacientes que não apresentaram UP eram desnutridos e 23,6% bem nutridos. O IMC reduziu significativamente nos pacientes com UP. A BIA não apresentou resultados significantes para R e Xc, mas para AF na UP.</p>
<p>AZEVEDO et al, 2007.</p>	<p>75 pacientes, sendo 65 com sepse.</p> <p>Conhecer a relação entre o AF e o escore prognóstico padrão para avaliação da gravidade de doença (PRISM I) em pacientes pediátricos sépticos críticos, associando este indicador com a gravidade da sepse.</p>	<p>Os autores encontraram uma tendência de associação entre o AF e PRISM I, evolução para disfunção de múltiplos órgãos e sistemas e tempo de internação. Os pacientes pediátricos críticos apresentaram baixos valores de AF, portanto deve ter a sua importância prognóstica, concluem os autores.</p>
<p>GUPTA et al, 2008b</p>	<p>73 pacientes portadores de câncer colorretal estágios III e IV. Investigar a associação entre AF e a ASG.</p>	<p>Pacientes bem nutridos apresentaram média de AF significativamente maior comparados aos desnutridos. A correlação entre o AF e a ASG foi 0,33, sugerindo, um melhor estado nutricional com altos valores de AF. Um AF de 5.2° foi 51,7% sensível e 79,5% específico e um AF de 6.0° foi 82,8% sensível e 54,5% específico para detectar desnutrição. O AF é um potencial indicador nutricional no câncer colorretal avançado.</p>

<p>SONSIN et al, 2009.</p>	<p>30 pacientes com diagnóstico de disfagia orofaríngea.</p> <p>Entre outros objetivos, determinar o AF dos pacientes e relacionar com o prognóstico e demais indicadores nutricionais.</p>	<p>Dos 30 pacientes, 63,3% apresentaram $AF \geq 4^\circ$ e 36,7% $< 4^\circ$. Durante a internação, 16,7% foram a óbito e estes possuíam $AF < 4^\circ$ e 80% destes eram disfágicos crônicos. Dos que receberam alta, 76% apresentava o $AF \geq 4^\circ$, e deste, 63,2% com disfagia aguda. Verificou-se diferença significativa para a idade, albumina sérica, hemoglobina e hematócrito, indicando que a idade foi menor e os valores dos parâmetros bioquímicos maiores naqueles pacientes com o $AF \geq 4^\circ$. Os pacientes com $AF \geq 4^\circ$ apresentaram perspectivas de recuperação nutricional e clínica.</p>
----------------------------	---	---

OBJETIVOS

Objetivo Principal

Avaliar o desempenho da BIA em relação à TC na estimativa de gordura visceral e compará-la com a antropometria na determinação da composição corporal em adultos e idosos

Objetivos Específicos

- Comparar a BIA com a TC enquanto método preditor de gordura visceral;
- Identificar pontos de corte da BIA com melhor sensibilidade e especificidade para prever gordura visceral;
- Investigar a relação entre o AF e a gordura visceral, identificada pela TC;
- Comparar a BIA com a antropometria na estimativa da composição corporal, quanto à massa gorda e magra;
- Investigar possíveis diferenças nestas relações entre os gêneros e grupo etário.

METODOLOGIA

Delineamento do estudo

Este projeto está inserido em um projeto de pesquisa mais amplo de validação de métodos, denominado “Validação do diâmetro sagital enquanto preditor de tecido adiposo visceral”, desenvolvido pela escola de Nutrição da UFBA. Trata-se de um estudo de corte transversal, desenvolvido a partir dos dados coletados neste projeto.

Local do estudo

Foi desenvolvido no setor de Radiologia do Hospital Universitário Professor Edgar Santos (HUPES) com os pacientes dos ambulatórios de Nutrição do Anexo José Francisco Magalhães Netto do HUPES - Universidade Federal da Bahia, em Salvador, do Consultório Dietético da ENUFBA, com indivíduos de instituições geriátricas, do projeto Universidade Aberta à Terceira Idade da Universidade Católica de Salvador e da comunidade geral de Salvador.

População e amostra

Foram selecionados, por conveniência, 200 indivíduos com idade igual ou superior a 20 anos, de ambos os gêneros, atendidos em Unidades de Saúde e indivíduos não vinculados às Unidades de Saúde para garantir uma equivalência na representatividade dos grupos em relação à quantidade de gordura visceral que possa estar associada à patologia.

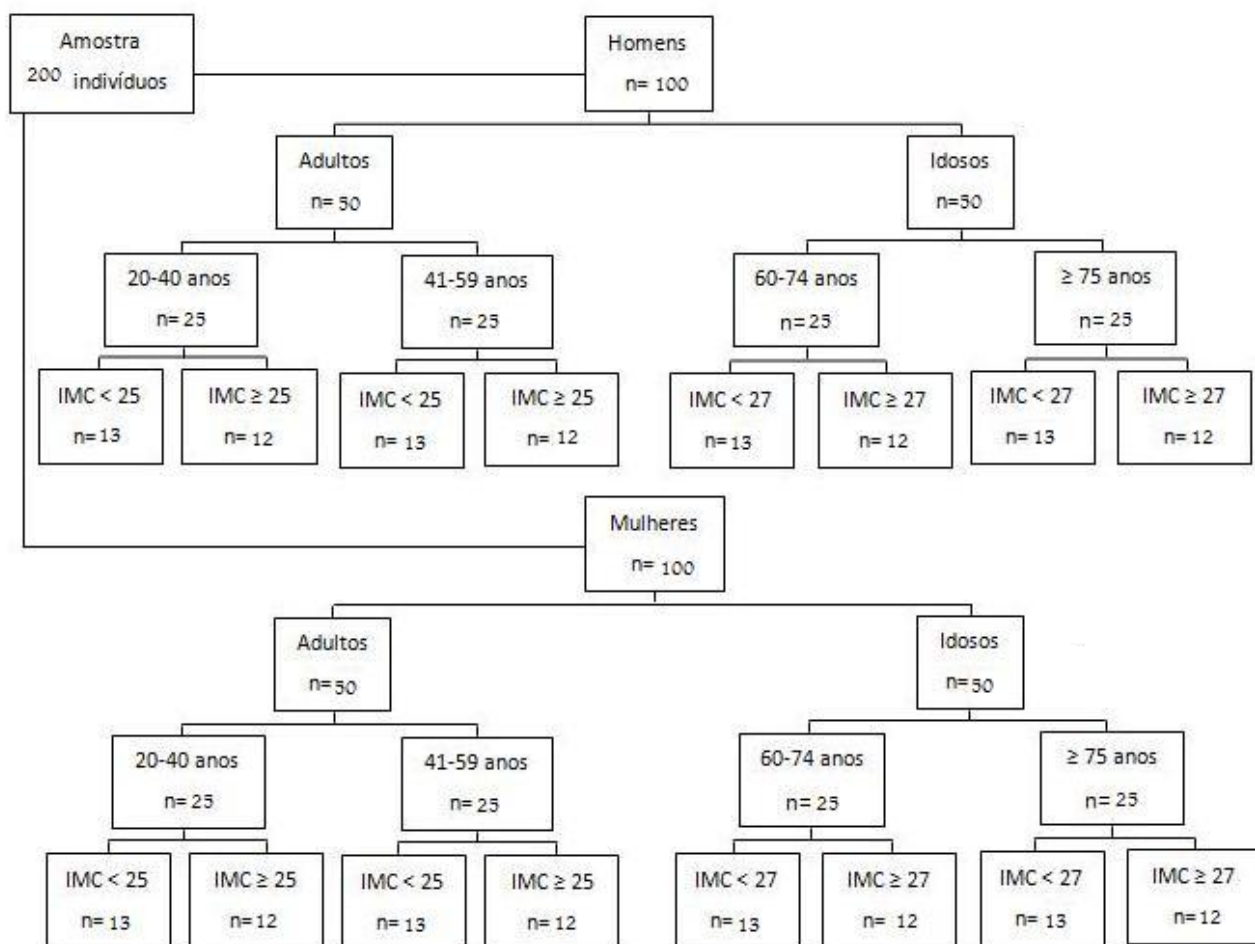
Para as análises posteriores dos dados foi utilizada uma amostra de 191 indivíduos para o artigo intitulado “Bioimpedância elétrica e gordura visceral: uma comparação com a tomografia computadorizada”, e 196 indivíduos para o artigo denominado “Concordância entre bioimpedância e antropometria na avaliação da composição corporal de adultos e idosos”. Foram excluídos os participantes que não apresentaram todas as variáveis avaliadas pela BIA e aqueles que exibiram valores antropométricos extremos.

Por fazer parte de um estudo de validação de métodos (“Validação do diâmetro sagital enquanto preditor de tecido adiposo visceral”), o tamanho da amostra foi definido de acordo com as possibilidades de recursos materiais e humanos, assim como a análise do

tamanho amostral de estudos anteriores e a estratificação criteriosa da amostra por gênero, grupo etário e massa corporal. Esta estratificação permite a comparação entre os indivíduos segundo estas variáveis.

Para a seleção dos indivíduos, o gênero foi estratificado em feminino e masculino; a faixa etária, em adultos de 20 a 40 anos e de 41 a 59 anos, em idosos de 60 a 74 anos e de ≥ 75 anos. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi estratificado para adultos, sendo considerado $IMC \geq 25 \text{ Kg/m}^2$ e $< 25 \text{ Kg/m}^2$, (WHO, 1998) e para idosos, sendo o $IMC \geq 27 \text{ Kg/m}^2$ e $< 27 \text{ Kg/m}^2$, (LIPSCHITZ, 1994; NSI, 2002), conforme Esquema 1. Para as análises esta estratificação foi agrupada somente segundo sexo e o grupo etário, possibilitando a comparação da mulher adulta com a idosa e do homem adulto com o idoso.

Esquema 1: Estratificação da amostra.



Aspectos Éticos

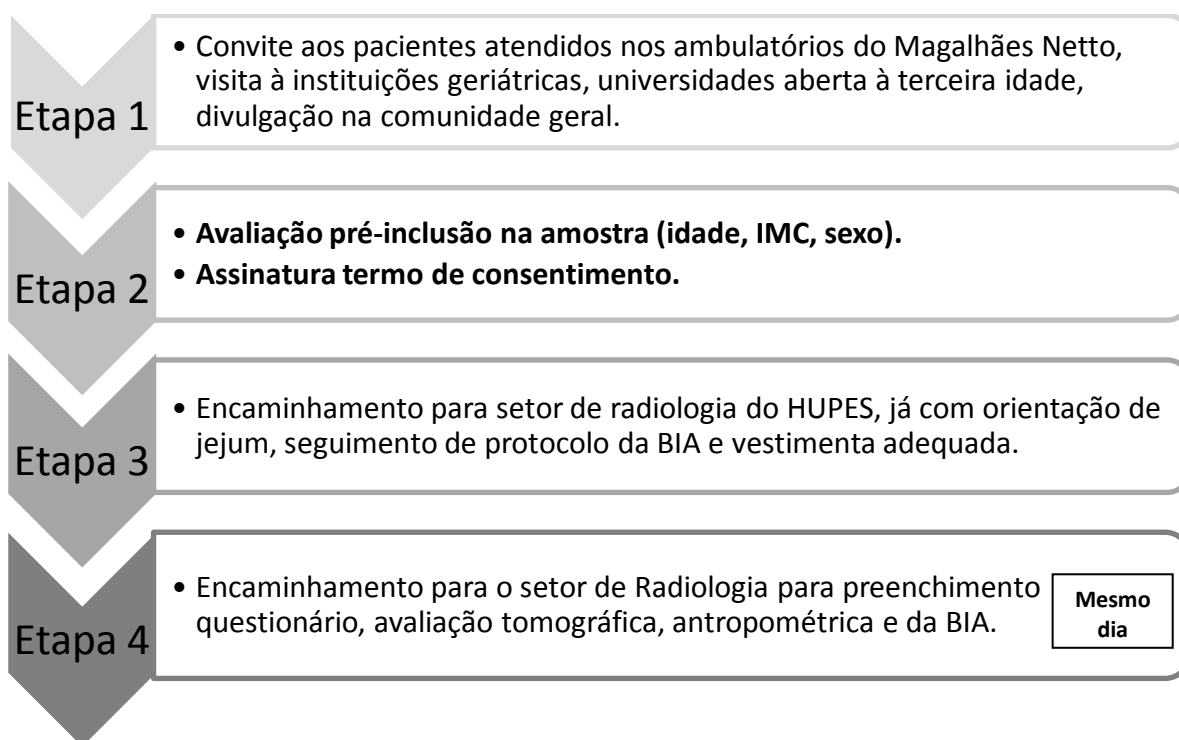
O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Escola de Nutrição da UFBA (Parecer nº 01/09). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após serem informados sobre o objetivo do projeto e os procedimentos aos quais foram submetidos. O estudo não envolveu procedimentos de alto risco aos indivíduos, e todos eles receberam os resultados dos exames e foram atendidos nos ambulatórios de Nutrição e encaminhados para acompanhamento do estado de saúde, quando necessário.

Crítérios de não inclusão

Excluiu-se deste estudo os indivíduos com idade inferior a 20 anos, com IMC $\geq 40\text{Kg/m}^2$; portadores de distúrbios graves e limitações que comprometessem a verificação das medidas antropométricas, da BIA e da TC (seqüela neural, distrofia, amputação de membros ou qualquer dificuldade físico-postural). Além disso, indivíduos que realizaram cirurgias abdominais recentes, gestantes, mulheres que tiveram parto nos últimos seis meses ou que encontravam-se no período pré-menstrual; indivíduos portadores de lesões e tumorações abdominais, de marcapasso, hepatopatia, nefropatia, hepatomegalia e/ou esplenomegalia, edema e ascite também não foram incluídos.

Coleta de dados e padronização de medidas

O estudo foi realizado no período de janeiro a março de 2009. Os indivíduos selecionados foram encaminhados para o HUPES para realizar a TC, a BIA e as medidas antropométricas (Esquema 2).



Esquema 2: Detalhamento das etapas do estudo.

Como instrumento utilizou-se um questionário previamente padronizado e pré-codificado, contendo informações referentes às características demográficas, antropométricas, da BIA e da TC. Este questionário foi aplicado por uma equipe devidamente treinada e todos os formulários foram revistos pelos pesquisadores após as entrevistas. As avaliações foram realizadas no mesmo dia para, deste modo, evitar que oscilações no peso e na composição corporal comprometessem os resultados.

Neste estudo, foi calculado o coeficiente de variação para avaliar a variabilidade das medidas antropométricas inter e intra-examinador, com o intuito de garantir a precisão das medidas aferidas pelos pesquisadores. Foi obtido um coeficiente inter classe superior a 0,97, que determina a exatidão das medidas.

Definição das variáveis

Para este projeto foram utilizadas as seguintes variáveis: gênero e grupo etário (demográficas); área de gordura visceral e abdominal total medidas pela TC; Xc, R, AF e percentual de gordura corporal e massa magra pela BIA; e as medidas e índices antropométricos como IMC, somatório das quatro pregas cutâneas e CMB.

Avaliação antropométrica

As medidas foram realizadas por antropometristas treinados, por meio de técnicas padronizadas.

Peso e estatura – Com os indivíduos usando roupas leves e sem sapatos foram verificadas as medidas do peso e da estatura (objetivando o cálculo do IMC) com o auxílio da balança digital portátil (marca Filizola, com capacidade de 150Kg e intervalo de 100g) e o estadiômetro portátil (marca SECA, TBW Importadora Ltda.) respectivamente, segundo Lohman (1988).

Índice de Massa Corporal – Foi obtido a partir da divisão da massa corporal em quilogramas, pela estatura em metro, elevada ao quadrado ($IMC = \text{peso}/\text{estatura}^2$) e classificado de acordo com a WHO (1998) para adultos, e segundo WHO (2000) para idosos.

Pregas cutâneas – Foram verificadas com o auxílio do calibrador de pregas (marca Lange – TBW Importadora Ltda), segundo técnicas propostas por Lohman (1988). No momento da medida, os indivíduos permaneceram de pé, eretos, com os braços estendidos e relaxados ao longo do corpo. Estas pregas foram utilizadas para o cálculo do somatório das quatro pregas.

Prega cutânea tricipital – Foi aferida um centímetro acima do ponto médio da região posterior do braço direito, entre o processo acromial da escápula e o olécrano. Esta medida também foi usada para o cálculo da CMB.

Prega cutânea bicipital – Foi medida na região anterior do braço direito e sobre o músculo bíceps, um centímetro acima do ponto médio entre o processo acromial da escápula e o olecrano, no mesmo ponto médio onde foi realizada a prega cutânea tricipital.

Prega cutânea subescapular – Foi tomada no local logo abaixo do ângulo inferior da escápula, diagonalmente, num ângulo de aproximadamente 45° ao plano horizontal do corpo.

Prega cutânea supra-ilíaca – Foi aferida 1 centímetro a frente do ponto imediatamente superior à crista ilíaca.

Somatório das quatro pregas cutâneas – Para estimar a gordura corporal foram somadas as pregas cutâneas bicipital, tricipital, subescapular e suprailíaca, conforme Durnin; Womersley (1974).

Circunferência – Foi mensurada com fita métrica flexível e inelástica, de material sintético, dividida em centímetros e subdividida em milímetros (TBW Importadora

Ltda), sem compressão das partes moles, de acordo as técnicas sugeridas por Lohman (1988).

Circunferência braquial – Foi medida no ponto lateral médio entre o acrômio da escápula e o olécrano da ulna do braço direito. Esta medida foi utilizada para estimar a massa magra em adultos e idosos, através do cálculo da CMB.

Circunferência muscular do braço – Foi calculada através da equação: $CMB = CB - (3,14 \times PCT)$ (GIBSON, 1990), e classificada segundo a tabela de percentis, proposta por Frisancho (1981).

Bioimpedância elétrica

As variáveis deste método foram obtidas por meio de BIA tetrapolar marca Biodynamics modelo 310 (percentual de gordura corporal, massa magra, X_c , R e AF).

O teste foi realizado com o indivíduo deitado sobre uma superfície não-condutora, na posição supina, com braços e pernas abduzidos a 45°. Os participantes do estudo foram orientados a seguir alguns procedimentos prévios, sem os quais os resultados poderiam ser comprometidos: jejum absoluto de 04 horas; não realizar exercícios físicos extenuantes nas 12 horas anteriores ao teste; não ingerir álcool 48 horas antes da realização do teste; retirar brincos, anéis, relógios e objetos metálicos do local de colocação dos eletrodos no momento da realização do teste (SANT'ANNA et al, 2009; SLINDE, ROSSANDER-HULTHEN, 2001). O cálculo do AF foi obtido através da fórmula: $X_c/R \times 180^\circ/\pi$ (COPPINI; BOTTONI; TEIXEIRA, 1998; BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHA, 1998).

A classificação da reserva muscular foi baseada no modelo de dois compartimentos corporais, onde a GCT foi subtraída do peso corporal total e, com base na recomendação de GCT ideal para sexo e grupo etário, calculou-se o percentual de MCM ideal. Admitiu-se para este estudo a recomendação de GCT e MCM para mulheres adultas, respectivamente, 23% e 77% e para idosas 32% e 68%. Para homens adultos, adotou-se a recomendação de GCT de 15% e de MCM de 85% e para homens idosos 25% e 75%, respectivamente (MAHAN, SCOTT-STUMP, 2002; LOHMAN, 1992; BROZEK et al, 1963).

Tomografia computadorizada para avaliar a área de tecido visceral

As tomografias computadorizadas foram obtidas pelo Tomógrafo Picker PQ5000 no Serviço de Radiologia do HUPES, realizadas e analisadas por um mesmo técnico de radiologia e analisadas por um mesmo observador. O exame tomográfico foi realizado em jejum completo de 04 horas com o paciente em decúbito dorsal e os braços estendidos acima da cabeça. Para identificação precisa da localização de L4-L5 foi realizado topograma lateral, em seguida foi feito um corte tomográfico axial único nesta localização, com espessura de corte de 10 mm e tempo de exposição de 3 segundos. Não foi administrado meio de contraste baritado ou organiodado. Utilizou-se o programa do tomógrafo para exame de abdômen com parâmetros radiográficos de 140 kV e 45 mA.

Quantificação da gordura abdominal visceral e subcutânea – A TC foi realizada num único corte abdominal a altura de L4-L5, para a medida da gordura visceral e subcutânea. As áreas abdominais, visceral e subcutânea foram demarcadas com cursor e quantificadas. Para identificação do tecido adiposo foram utilizados os valores mais comumente descritos para sua densidade de -50 e -150 Unidades Hounsfields.

Obtido o corte, foram delineados os limites mais externos do abdôme com cursor eletrônico livre contemplando as bordas externas que limitam a circunferência abdominal, calculando-se a seguir a área abdominal total. Após a medida da área abdominal total, foi também delineada com cursor livre a área abdominal visceral correspondendo à área de gordura visceral. Esta foi determinada pela marcação da cavidade abdominal, tomando como limites as bordas internas dos músculos reto abdominal, oblíquo interno e quadrado lombar, excluindo-se o corpo vertebral e incluindo a gordura retroperitoneal, mesentérica e omental. As áreas de gordura foram descritas em centímetros quadrados. A área abdominal subcutânea foi calculada subtraindo-se a área abdominal total da área abdominal visceral (SEIDELL et al, 1987).

Para o excesso de tecido visceral foi considerada uma área de tecido visceral ≥ 130 cm² como excesso deste tecido e risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DESPRES; LAMARCHE, 1993).

Análise Estatística

Foi utilizado o programa SPSS Versão 11.5. Os dados foram apresentados como média, desvio-padrão e amplitude de variação. Foram calculadas as prevalências de obesidade geral e visceral e dos dados referentes ao estado nutricional e a composição corporal dos indivíduos. A distribuição das variáveis contínuas foi verificada pelo teste não paramétrico Kolmogorov-Smirnov. Para avaliar a correlação entre as variáveis contínuas com distribuição normal foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson e aquelas com distribuição não normal foram analisadas pelo Coeficiente de Correlação de Spearman. Para analisar a diferença de médias e a associação entre as variáveis relacionadas ao gênero e grupos etários foram utilizados os Testes Anova e Qui-quadrado de Pearson. A *Receiver Operating Characteristic Curve* – Curva ROC – foi construída usando um ponto de corte para o teste de referência, ou seja, a área de tecido adiposo visceral medida pela TC, onde foi selecionado o valor de 130 cm² (teste de referência positivo). Para avaliar a performance da BIA, a sensibilidade (probabilidade de corretamente detectar os verdadeiros positivos) e a especificidade (probabilidade de corretamente detectar os verdadeiros negativos) de cada ponto de corte foram estimadas e o ponto de corte que produzir a melhor combinação de sensibilidade e especificidade foi selecionado como valor mais apropriado para a BIA predizer o nível de tecido adiposo visceral de 130 cm², para cada gênero e grupo etário. Para testar a concordância de métodos entre as propriedades da BIA e as medidas antropométricas na classificação do estado nutricional e da composição corporal foram utilizados o teste Bland; Altman e o Coeficiente *Kappa*.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Atividades	Duração do estudo em meses março de 2009 a dezembro de 2010																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Levantamento bibliográfico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elaboração de plano de trabalho	x	x	x	x																	
Construção do banco de dados	x	x	x	x																	
Qualificação do Projeto															x						
Análise e interpretação dos dados	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Produção de trabalho científico							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Defesa																					x

REFERÊNCIAS

- ACOSTA EJ, GÓMES-TELLO V, RUIZ SS. Nutritional assessment of the severely ill patient. *Nutr Hosp* 2005; 20(2): 5-8.
- ACUÑA K, CRUZ, T. Avaliação do estado nutricional de adultos e idosos e situação nutricional da população brasileira. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2004; 48(3): 345-61.
- ADA- American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association and the Canadian Dietetic Association: nutrition for physical fitness and athletic performance for adults. *Journal of the American Dietetic Association* 1993; 93(6): 691-96.
- ALONSO KC, SAUTCHUK FG, MALFATTI CRM, ARTONI RF. Comparação de percentuais de gordura corporal, utilizando impedância bioelétrica e a equação de Deurenberg. *Cinergis* 2009; 10 (1): 29-34.
- AZEVEDO ZMA, SILVA DR, DUTRA MVP, ELSAS MICG, BARBOSA-SILVA MCG, FONSECA VM. Associação entre ângulo de fase, PRISM I e gravidade da sepse. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* 2007; 19 (3): 297-303.
- BARBOSA AR, SANTAREM JM, JACOB FILHO W, MEIRELLES ES, MARUCCI MFN. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. *ALAN* 2001; 51 (1).
- BARBOSA DMO, DALTRO CS, TORRES AC, REIS GP, COSTA GLOB, COSTA MSG, LOPES ARC, FREIRE ANM. Aplicação clínica do ângulo de fase em oncologia. *Rev Bras Nutr Clin* 2008; 23 (3): 209-42.
- BARBOSA-SILVA MC, BARROS AJ, POST CL, WAITZBERG DL, HEYMSFIELD SB. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition* 2003; 19: 422-6.
- BARBOSA-SILVA MC, BARROS AJ, WANG J, HEYMSFIELD SB, PIERSON RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005. 82: 49- 52.
- BARRETO-SILVA, AVESANI CM, VALE B, LEMOS C, BREGMAN R. Agreement between anthropometry and bioelectrical impedance for measuring body fat in nonobese and obese nondialyzed chronic kidney disease patients. *Journal of Renal Nutrition* 2008; 18 (4): 355-62.
- BAUMGARTNER RN, CHUMLEA WC, ROCHE AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1998; 48: 16-23.
- BEDOGNI G, PIETROBELLI A, HEYMSFIELD SB, BORCHI A, MANZIERI AM, MORINI P, BATTISTINI N, SALVIOLI G. Is body mass index a measure of adiposity in elderly women? *Obesity Research* 2001; 9 (1).
- BEERTEMA W, HEZEWIJK M, KESTER A, FORGET PP, KREEL B. Measurement of total body water in children using bioelectrical impedance: a comparison of several prediction equations. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2000; 31: 428-32.
- BELLIZZI V, SCALFI L, TERRACCIANO V, DE NICOLA L, MINUTOLO R, MARRA M, GUIDA B, CIANCIARUSO B, CONTE G, DI IORIO BR. Early changes in bioelectrical estimates of body composition in chronic kidney disease. *J Am Society Nephrol* 2006; 17: 1481-7.

- BRITTO EP, MESQUITA ET. Bioimpedância elétrica aplicada à insuficiência cardíaca. Rev SOCERJ 2008; 21 (3): 178-83.
- BURR ML, PHILLIPS KM. Anthropometric norms in the elderly. Br J Nutr 1984; 51: 165-9.
- CABRERA MAS. Abordagem da Obesidade em pacientes idosos. In: JACOB FILHO W (Org). Promoção da saúde do idoso. São Paulo: Lemos Editorial, 1998, p.93-108.
- CAMPOS MTFS, MONTEIRO JBR, CASTRO TG, VIANA EC. Correlação entre diferentes parâmetros de avaliação do estado nutricional de idosos. Rev Bras Nutr Clin 2001; 16 (1): 1-5.
- CERVI A, FRANCESCHINI SCC, PRIORE, SE. Análise crítica do uso do índice de massa corporal para idosos. Rev Nutr Campinas 2005; 18 (6): 765-75.
- CHAN DC, WATTS GF, BARRET PHR, BURKE V. Waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index as predictors of adipose tissue compartments in men. Q J Med 2003; 96: 441-7.
- CHUMLEA WC, ROCHE AF, STEINBAUGH ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. J Am Geriatr Soc 1985; 33: 116-20.
- COCETTI M, CASTILHO SD, BARROS FILHO, AA. Dobras cutâneas e bioimpedância elétrica perna-perna na avaliação da composição corporal de crianças. Rev Nutr Campinas 2009; 22 (4): 527-36.
- CONTERATO EV, VIEIRA EL. Composição corporal em universitários utilizando dobras cutâneas e bioimpedância elétrica: um método comparativo. Disciplinarum Scientia 2001; 2 (1): 125-37.
- COPPINI, L.Z. Determinação clínica da gordura corpórea total: comparação da bioimpedância elétrica com antropometria. Revista Brasileira de Nutrição Clínica 1997; 12 (Supl 2): 96-7.
- COPPINI LZ, BOTTONI A, TEIXEIRA SILVA ML. Aplicação da análise da impedância bioelétrica na avaliação nutricional. Rev Bras Clin 1998; 13: 81-89.
- COPPINI LZ, WAITZBERG DL. Obesidade: abordagem dietética. In: WAITZBERG DL, Ed. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3a ed. São Paulo: Atheneu, 2002, p.1023-35.
- CORREIA MITD. Avaliação nutricional subjetiva. Rev Bras Nutr Clin 1998; 13 (2): 68-73.
- DE LUIS DA, ALLER R, BACHILLER P, GONZALEZ-SAGRADO M, MARTIN J, IZAOLA O. Influence of hormonal status and oral intake on phase angle in HIV-infected men. Nutrition 2004; 20 (9): 731-4.
- DESPRES JP, LEMIEUX I, PRUD'HOMME D. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients. Brit Med J 2001; 322:716-720.
- DESPRES JP, LAMARCHE B. Effects of diet and physical activity on adiposity and body fat distribution: implications for the prevention of cardiovascular disease. Nutr Res Rev 1993; 6:137-59.
- DEURENBERG P, VAN DER KOOJ K, EVERS P, HULSHOF T. Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged > 60 years. American Journal of Clinical Nutrition 1990; 51 (1): 3-6.

- DEY DK, ROTHENBERG E, SUNDH V, BOSAEUS I, STEEN B. Height and body weight in the elderly. I. A 25 years longitudinal study of a population aged 70 to 95 years. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53: 905-14.
- DEY DK, BOSAEUS I. Comparison of bioelectrical impedance prediction equations for fat-free mass in a population based sample of 75 y olds: The NORA study. *Nutrition* 2003; 19 (10): 858-64.
- DURNIN JV, WOMERSLEY J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32: 77-97.
- EDEFONTI A, PICCA M, DAMIANI B, GARAVAGLIA R, LOI S, ARDISSINO G, MARRA G, GHIO L. Prevalence of malnutrition assessed by bioimpedance analysis and anthropometric in children on peritoneal dialysis. *Peritoneal Dialysis International* 2001; 21 (2): 172-9.
- ELLIS KJ, BELL SJ, CHERTOW GM, CHUMLEA WC, KNOX TA, KOTLER DP, LUKASKI HC, SCHOELLER DA. Bioelectrical impedance methods in clinical research: a follow-up to the NIH technology assessment conference. *Nutrition*, v. 15, p. 874-880, 1999.
- ELLIS KJ. Human body composition: in vivo methos. *Physiological Review* 2000; 80: 649-80.
- ELLIS KJ. Selected body composition methods can be used in field studies. *J Nutr* 2001; 131: 1589S-95S.
- FERNANDEZ RA, ROSA CSC, BUONANI C, OLIVEIRA AR, FREITAS JUNIOR IF. Utilização da impedância bioelétrica na indicação do excesso de gordura visceral e subcutânea. *Jornal de Pediatria* 2007; 83 (6): 529-34.
- FETT CA, FETT WCR, MARCHINI JS. Comparação entre bioimpedância e antropometria e a relação de índices corporais ao gasto energético de repouso e marcadores bioquímicos sanguíneos em mulheres da normalidade à obesidade. *Rev Cineantropom Desempenho Hum* 2006; 8 (1): 29-36.
- FIATARONE MA, MARKS EC, RYAN ND, MEREDITH N, LIPSITZ LA, EVANS WJ. High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. *JAMA* 1980; 263: 3029-34.
- FRANÇA AM, BARBOSA MTS. Perfil da composição corporal de mulheres de diferentes faixas etárias praticantes de atividade física regular. *Rev Digital de Ed Física* 2007; 2(1).
- FRANZ LBB. Bioimpedância elétrica como método de avaliação da composição corporal de indivíduos adultos e idosos. São Paulo 1998; 87.
- FRISANCHO AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. University of Michigan 1990: 189.
- FRISANCHO AR. New norms upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 2540-45.
- FRISANCO AR, FLEGEL PN. Relative merits of old and new indices of body mass with reference to skinfold thickness. *Amer J Clin Nutr* 1982; 36: 697-9.
- GAMBA EM, BARROS AAJ. A utilização do índice de massa corporal na avaliação da obesidade na infância: vantagens e limitações. *Rev Pediatr* 1999; 4: 181-9.

- GIBSON RS. Principles of nutritional assessment. New York: Oxford University Press, 1990.
- GLEW RH, CONN CA, BHANJI R, CALDERON P, BARNES C, VANDERJAGT DJ. Survey of the growth characteristics and body composition of FULANI children in a rural hamlet in northern Nigeria. *J Tropical Pediatrics* 2003; 49 (5): 313-22.
- GOING S, WILLIAMS D, LOHMAN T. Aging and body composition: Biological changes and methodological issues. *Exerc Sport Sci Rev* 1995; 23: 411-58.
- GOMES MA, RECH CR, GOMES MBA, SANTOS DL. Correlação entre índices antropométricos e distribuição de gordura corporal em mulheres idosas. *Rev Bras Cianoantrop desemp humano* 2006; 8 (3): 16-22.
- GRAY D, BRAY G, GEMAYEL N, et al. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 255-60.
- GUIDA B, DE NICOLA L, PECORATO P, TRIO R, DI PAOLA F, IODICE C, BELLIZZI V, MEMOLI B. Abnormalities of bioimpedance measures in overweight and obese hemodialyzed patients. *International J Obesity* 2001; 25 (2): 265-72.
- GUPTA D, LAMMERSFELD CA, BURROWS JL, DAHLK SL, VASHI PG, GRUTSCH JF, HOFFMAN S, LIS CG. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in advanced colorectal cancer. *Am J Clin Nutr* 2004; 80:1634-38.
- GUPTA D, LAMMERSFELD CA, VASHI PG, KING J, DAHLK SL, GRUTSCH JF, LIS CG. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer* 2008a; 8: 249.
- GUPTA D, LAMMERSFELD CA, VASHI PG, KING J, DAHLK SL, GRUTSCH JF, LIS CG. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer* 2009; 9: 37.
- GUPTA D, LIS CG, DAHLK SL, KING J, VASHI PG, GRUTSCH JF, LAMMERSFELD CA. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutrition Journal* 2008b; 7: 19.
- HAN TS, LEER EM, SEIDELL JC, LEAN MEJ. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *Br Med J* 1995; 311: 1401-5.
- HEITMANN BL. Avaliação de gordura corporal estimado do índice de massa corporal, dobras cutâneas e impedância. Um estudo comparativo. *Eur J Clin Nutr* 1990; 44 (11): 831-7.
- HENGSTERMANN S, FISCHER A, STEINHAGEN-THIESSEN E, SCHULZ R. Nutrition status and pressure ulcer. What we need for nutrition screening. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2007; 31: 288-94.
- HEYMSFIELD SB, MCMANUS C, SMITH J, STEVENS V, NIXON DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr* 1982; 36: 680-90.
- HEYMSFIELD SB, WANG J, LICHTMAN S, KAMEN Y, KEHAYIAS J, PIERSON RN. Body composition in elderly subjects: A critical appraisal of clinical methodology. *American Journal of Clinical Nutrition* 1989; 50: 1167-75.

- HEYWARD V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *J Exer Physiol* 2001; 4 (4): 1-12.
- HEYWARD VH, STOLARCZYK LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole, 2000.
- HIGGINS M, KANNEL W, GARRISON R, PINSKI J, STOKES J. Hazards of obesity the Framingham experience. *Acta Med Scand. Suppl* 1990; 723: 23-36.
- HOFFER EC, MEADOR CK, SIMPSON DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969; 27 (53): 1-4.
- HOUTKOOPER LB, LOHMAN TG, GOING SB, HOWELL WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 436-8.
- HUXLEY R, MENDIS S, ZHELEZNYAKOV E, REDDY S, CHAN J. Body mass index, waist circumference and waist:hip ratio as predictors of cardiovascular risk – a review of the literature. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64: 16-22.
- JAMES WPT, MASCIE-TAYLOR GCN, NORGAN NG, BISTRIAN BR, SHETTY PS, FERRO-LUZZI A. The value of arm circumference measurements in assessing chronic energy deficiency in third world adults. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48: 883-94.
- JANSSEN I, BAUMGARTNER RN, ROSS R, ROSENBERG IH, ROUBENOFF R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol* 2004; 159: 413-21.
- JELLIFFE, D. B. Evaluacion del estado de nutricion de la comunidad. Ginebra: OMS, n. 53, 1968.
- JUSTINO SR, SOUZA MH, SIMEONE G, GOMIDE PIC, MALAFAIA O. Correlação entre medidas antropométricas e massa reference data for older Americans. *J Am Diet Assoc* 2005; 100: 59-66.
- KAMIMURA MA, DRAIBE SA, SIGULEM DM, CUPPARI L. Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise. *Rev Nutr Campinas* 2004; 17 (1): 97-105.
- KUCZMARSKI MF. Need for body composition information in elderly subjects. *American Journal of Clinical Nutrition* 1989; 50: 1150-57.
- KUCZMARSKI MF, KUCZMARSKI RJ, NAJJAR M. Descriptive anthropometric reference data for older Americans. *Journal of American Dietetic Association* 2000; 100: 59-66.
- KVIST H, CHOWDHURY B, SJÖSTRÖM L, TYLÉN U, CEDERBLAD A. Adipose tissue volume determination in males by computed tomography end 40K. *Int J Obes* 1988; 12 (3): 249-66.
- KVIST H, SJOSTROM L, TYLEN U. Adipose tissue volume determinations in women by computed tomography: technical considerations. *International journal of obesity* 1986; 10 (1): 53-67.
- KYLE UG, BOSAEUS I, LORENZO AD, DEURENBERG P, ELIA M, GÓMEZ JM et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition* 2004; 23 (6): 1430-53.

- KYLE UG, GENTON L, PICHARD C. Hospital length of stay and nutritional status. *Current opinion clinical nutrition metabolic care* 2005; 8 (4): 397-402.
- LEMIEUX S, PRUD'HOMME D, BOUCHARD C, TREMBLAY A & DESPRES JP. A single threshold of waist girth identifies normal weight and overweight subjects with excess visceral adipose tissue. *American Journal of Clinical Nutrition* 1996, 64: 685-93.
- LIMA LRA, RECH CR, PETROSKI EL. Utilização da impedância bioelétrica para estimativa da massa muscular esquelética em homens idosos. *ALAN* 2008; 58 (4): 386-91.
- LIPSCHITZ DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care* 1994; 21(1):55-67.
- LOHMAN TG, ROCHE AF, MARTORELL R (eds). *Anthropometric standardization reference manual*. Illinois: Human Kinetics Books 1988: 177.
- LOHMAN TG, ROCHE AF, MARTORELL R. *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1992.
- LUKASKI, H. Biological indexes considered in the derivation of the bioelectrical impedance analysis. *American Journal of Clinical Nutrition* 1996; 64 (Suppl. 3): 397-404.
- MACHADO RSP, COELHO MASC. Métodos alternativos de estimativa do percentual de gordura em idosos. *Rev Digital* 2009; 14 (36).
- MAGGIORE Q, NIGRELLI S, CICCARELLI C, GRIMALDI C, ROSSI GA, MICHELASSI C. Nutritional and prognostic correlates of bioelectrical impedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney International* 1996; 50: 2103-08.
- MAHAN, LK, ESCOTT-STUMP, S. *Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia*. 10 ed. São Paulo: Roca, 2002.
- MAICÁ IAO, SCHWEIGERT D. Avaliação nutricional em pacientes graves. *Rev Bras Ter Intensiva* 2008; 20(3): 286-95.
- MALINA RM. Anthropometry. In: MAUD PJ, FOSTER C. *Physiological assessment of human fitness*. Champaign: human kinetics 1995; 205-19.
- MATSUDO SM, NETO TLB, MATSUDO VKR. Perfil antropométrico de mulheres maiores de 50 anos, fisicamente ativas, de acordo com a idade cronológica – evolução de 1 ano. *Rev Bras Ciên e Mov* 2002; 10(2): 15-25.
- MATTAR, R. Avaliação da composição corporal por bioimpedância: uma nova perspectiva. *J Biomolec Med Free Rad* 1998; 4(1).
- MC ARDLE WC, KATCH FI, KATCH VL. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*, trad. Giuseppe Taranto, 3 Ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.
- MCLAREN OS. Three limitation of body mass index. *Amer J Clin Nutr* 1987; 46: 121.
- MENEZES AS, SOUZA GS, DUARTE MFS. O perímetro da cintura como preditor de sobrepeso e hipertensão em mulheres idosas. *Rev Bras de Atividade Física e Saude* 2002; 8 (2): 12-8.
- MENEZES TN, MARUCCI MFN. Antropometria de idosos residentes em instituições geriátricas, Fortaleza, Ceará. *Rev Saude Pública* 2005; 39(2): 169-75.

MENEZES TN, MARUCCI MFN. Perfil dos indicadores de gordura e massa muscular corporal dos idosos de Fortaleza, Ceará, Brasil. *Cad Saúde Pública* 2007; 23 (12): 2887-95.

MIKA C, HERPERTZ-DAHLMANN B, HEER M, HOLTKAMP K. Improvement of nutritional status as assessed by multifrequency bioimpedance during 15 weeks of refeeding in adolescent girls with anorexia nervosa. *Journal of Nutrition* 2004; 134 (11): 3026-30.

MOREIRA AJ, NICASTRO H, CORDEIRO RC, COIMBRA P, FRANGELLA VS. Composição corporal de idosos segundo a antropometria. *Rev Bras Geriatr Gerontol* 2009; 12 (2): 201-13.

MORENO VM, GANDOY JBG, GONZALEZ MJA, CAMARA AG. Concordancia entre los porcentajes de grasa corporal estimados mediante el área adiposa del brazo, El pliegue del tríceps y por impedanciometria brazo-brazo. *Rev Esp Salud Publica* 2003; 77 (3).

MOTA JF, RINALDI AEM, PEREIRA AF, ORSATI FL, BURINI RC. Indicadores antropométricos como marcadores de risco para anormalidades metabólicas. *Rev Ciencia & Saude Colet da Assoc Bras de Pós Graduação em Saúde Coletiva* 2008; 554.

MUSHNICK R, FEIN PA, MITTMAN N, GOEL N, CHATTOPADHYAY J, AVRAM MM. Relationship of bioelectrical impedance parameters to nutrition and survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney International* 2003; 64: S53-6.

NAGAI M, KOMIYA H, MORI Y, OHTA T, KASAHARA Y, IKEDA Y. Development of a new method for estimating visceral fat area with multi frequency bioelectrical impedance. *J Exp Med* 2008; 214: 105-12.

NAGANO M, SUITA S, YAMANOUCHI T. The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutrition assessment in children. *Journal of Pediatric Surgery* 2000; 35(7): 1035-39.

NASCIMENTO ML. Avaliação da composição corporal de idosos: densitometria e impedância bioelétrica. [Tese de Doutorado], São Paulo: Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública. *Rev Bras Geriatr e Gerontol* 2006; 9 (1).

NYBOER J. Electrical impedance plethysmography. A physical and physiologic approach to peripheral vascular study. *Circulation* 1950; 2: 811-21.

NIEMAN David C. Exercício e Saúde, como se prevenir de doenças usando o exercício como seu medicamento, Tradução Marcos Ikeda. São Paulo: Manole, 1999.

NIHCDCS - NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE STATEMENT. Health implications of obesity. *Ann Intern Med* 1985; 6 (2): 1073-7.

NORMAN K, STUBLER D, BAIER P, SCHUTZ T, OCRAN K, HOLM E, LOCHS H, PIRLICH M. Effects of creatine supplementation on nutritional status, muscle function and quality of life in patients with colorectal cancer – A double blind randomized controlled trial. *Clinical Nutrition* 2007; 25: 596-605.

NSI - Nutrition Screening Initiative. A Physician's Guide to Nutrition in Chronic Disease Management for Older Adults. Leawood (KS): American Academy of Family Physicians 2002.

OLIVOTO RR. Pregas cutâneas x impedância bioelétrica: mensuração da composição corporal. *Rev Digital-Buenos Aires* 2004; 71.

- ORIA E, LAFITA J, PETRINA E, ARGÜELLES I. Composición corporal y obesidad. *Anales Sis San Navarra* 2002; 25 (supl.1): 91-102.
- OTT M, FISCHER H, POLAT H, HELM EB, FRENZ M, CASPARY WF, LEMBCKE B: Bioelectrical impedance analysis as a predictor of survival in patients with human immunodeficiency virus infection. *J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol* 1995; 9:20-25.
- PEREIRA SF, MARTINS MSA, AGUILAR-NASCIMENTO JE. Estudo comparativo da estimação da gordura corporal através da antropometria e da impedância elétrica. *J Bras Med* 1998; 75 (2): 51.
- PERISSINOTTO E, PISENT C, SERGI G, GRIGOLETTO F, ENZI G. Anthropometric measurements in the elderly: Age and gender differences. *Br J Nutr* 2002; 87: 177-86.
- PASSONI CMS. Antropometria na prática clínica. *RUBS-Curitiba* 2005; 1 (2): 25-32.
- PETERS BSE, JORGETTI V, MARTINI LA, Body composition changes in hemodialysis patients with secondary hyperparathyroidism after parathyroidectomy measured by conventional and vector bioimpedance analysis. *Br J Nutr* 2006; 95 (2): 353-7.
- PETROSKI EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa de densidade corporal em adultos. [Tese de Doutorado], Santa Maria: UFSM; 1995.
- PETROSKI EL. Antropometria: técnicas e padronizações. Porto Alegre: Palloti, p.53-86, 1999.
- POLACOW VO et al. Correlação entre o acúmulo de gordura visceral determinada por tomografia computadorizada e os parâmetros antropométricos de IMC, peso corporal, circunferência da cintura, razão cintura quadril e dobra cutânea abdominal. In: Congresso Nacional: Nutrição e alimentação: da adequação a excelência. VI, 2001, Florianópolis. Livros de resumos. Florianópolis: 2001.
- RADOMINSKI RB, VEZOZZO DP, CERRI GG, HALPERN A. O uso da ultrasonografia na avaliação da distribuição de gordura abdominal. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2000; 44 (1): 5-12.
- RECH CR, LIMA LRA, CORDEIRO BA, PETROSKI EL, VASCONCELOS FAG. Validade de equações antropométricas para a estimativa da gordura corporal em idosos do sul do Brasil. *Rev Bras Cineantrop Desempenho Hum* 2010; 12 (1): 1-7.
- RECH CR, SILVA AT, LUNARDI CC, BOHRER T, PETROSKI EL. Comparação da absorptometria radiológica de dupla energia, antropometria e impedância bioelétrica na avaliação da composição corporal em mulheres. *Rev Digital-Buenos Aires* 2005; 91.
- REZENDE F, ROSADO L, FRANCESCHINI S, ROSADO G, RIBEIRO R, MARINS JCB. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. *ALAN* 2007; 57 (4).
- ROCHE AF. Anthropometric methods: new and old, what they tell us. *Int J Obesity* 1984; 8: 509-23.
- RODRIGUES MN, SILVA SC, MONTEIRO WD, FARINATTI PTV. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. *Rev Bras Med Esporte* 2001; 7 (4): 125-30.

- RODRÍGUEZ PN, BERMÚDEZ EF, RODRÍGUEZ GS, SPINA MA, ZENI SN, FRIEDMAN SM, EXENI RA. Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X. *Arch Argent Pediatr* 2008; 106 (2): 102-109.
- ROMAN MC, TORRES SP, BELLIDO MC. Bases físicas del análisis de La impedância bioelétrica. *Vox Paediatr* 1999; 7 (2): 139-43.
- RÖSSNER S, BO WJ, HILTBRANDT E, HINSON W, KARSTAEDT N, SANTIAGO P, et al. Adipose tissue determinations in cadavers – a comparison between cross-sectional planimetry and computed tomography. *Int J Obes* 1990; 14: 893-02.
- ROUBENOFF R. Applications of bioelectrical impedance analysis for body composition to epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 1996; 64 (suppl): 459S-62S.
- RYO M, MAEDA K, ONDA T, KATASHIMA M, OKUMIYA A, NISHIDA M, ET AL. A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diabetes Care* 2005; 28 (2): 451-3.
- SAMPAIO LR. Avaliação nutricional e envelhecimento. *Rev Nutr* 2004; 17(4): 507-14.
- SANT'ANNA MSL, TINOCO ALA, ROSADO LEFPL, SANT'ANNA LFR, MELLO AC, BRITO ISS, ARAUJO LF, SANTOS TF. Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with different anatomical sites used in the measurement of waist circumference in children. *J Pediatr* 2009; 85 (1): 61-6.
- SANTOS DM, SICHIERI R. Índice de massa corporal e indicadores de adiposidade em idosos. *Rev Saude Publica* 2005; 39 (2): 163-8.
- SCHARFETTER H, SCHLAGER T, STOLLBERGER R, FELSBERGER R, HUTTEN H, HINGHOFER-SZALKAY H. Assessing abdominal fatness with local bioimpedance analysis: basic and experimental findings. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25: 502-11.
- SCHEUNEMANN L, WAZLAWIK E, TRINDADE EBSM. Aplicação do ângulo de fase na prática clínica nutricional. *Rev Bras Nutr Clin* 2008; 23 (4): 292-7.
- SCHWENK A, BEISENHERZ A, ROMER K, KREMER G, SALZBERGER B, ELIA M. Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 496-501.
- SEGAL KR, GUTIN B, PRESTA, WANG J, VAN ITALLIE TB. Estimation of human body composition by electrical impedance methods a comparative study. *J Appl Physiol* 1985; 58 (5): 1565-71.
- SEIDELL JC, BAKKER CJG. Imaging techniques for measuring adipose-tissue distribution – a comparison between computed tomography and 1,5 magnetic resonance. *Am J Clin Nutr* 1990; 51 (6): 953-7.
- SEIDELL JC, OOSTERLEE A, THIJSEN MAO, BUREMA J. Assessment of intra-abdominal and subcutaneous abdominal fat: relation between anthropometry and computed tomography. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 7-13.
- SELBERG O, SELBERG D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86: 509-16.

SERGI G, LUPOLI L, VOLPATO S. Reliability of bioelectrical impedance methods in detecting body fluids in elderly with congestive heart failure. *Scand J Clin Lab Invest* 2006; 66 (1): 19-30.

SHIGA T; OSHIMA Y; KANAI H; HIRATA M; HOSODA K; NAKAO K. A simple measurement method of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance analysis. *ICEBI* 2007; 17: 687-90.

SHIROMA GM, SILVA MLT, BORGES VC, HORIE LM, MARTINS JR, ORTOLANI MC, LOGULLO LCE, WAITZBERG DL. Antropometria e bioimpedância elétrica na doença celíaca. *Rev Bras Nutr Clin* 2009; 24 (3): 174-7.

SICHERI R, FONSECA V M, LOPES CS. Como medir a confiabilidade de dobras cutâneas. *Revista Brasileira de Epidemiologia* 1999; 2 (1-2): 82-9.

SILVA LMDL, CARUSO L, MARTINI LA. Aplicação do ângulo de fase em situações clínicas. *Rev. Bras Nutr Clin* 2007; 22(4): 317-21.

SJÖSTRÖM L, KVIST H, CEDDERBLAD A, TYLÉN U. Determination of total adipose tissue and body fat in women by computed tomography 40K, and tritium. *Am. J. Physiol* 1986; 250: 736-45.

SLINDE F, ROSSANDER-HULTHEN L. Bioelectrical impedance: effect of three identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 474-8.

SONSIN PB, BONFIM C, SILVA ALND, CARUSO L. Análise da assistência nutricional a pacientes disfágicos hospitalizados na perspectiva de qualidade. *O mundo da saúde - São Paulo* 2009; 33 (3): 310-9.

SUN S, CHUMLEA W, HEYMSFIELD S, et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 331-40.

SVENDSEN OL, HASSAGER C, BERGMANN I, CHRISTIANSEN C. Measurement of abdominal and intra-abdominal fat in postmenopausal women by dual energy X-ray absorptiometry and anthropometry: comparison with computerized tomography. *International Journal of Obesity* 1993; 17: 45-51.

TAVARES EL, ANJOS LA. Perfil antropométrico da população idosa brasileira. Resultados da Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição. *Cad Saúde Pública* 1999; 15(4): 759-68.

TEIXEIRA RA. Avaliação do perfil nutricional e metabólico. In TEIXEIRA NETO F. *Nutrição Clínica*. Rio de Janeiro: Ed Guanabara Koogan, 2003, p.137-55.

THOMASSET A. Bioelectrical properties of tissue impedance measurements. *Lyon Med* 1962; 207: 107-18.

TOKUNAGA K, MATSUZAWA Y, ISHIKAWA K, TARUI S. A novel technique for the determination of body fat by computed tomography. *International journal of obesity* 1983; 7 (5): 437-4.5

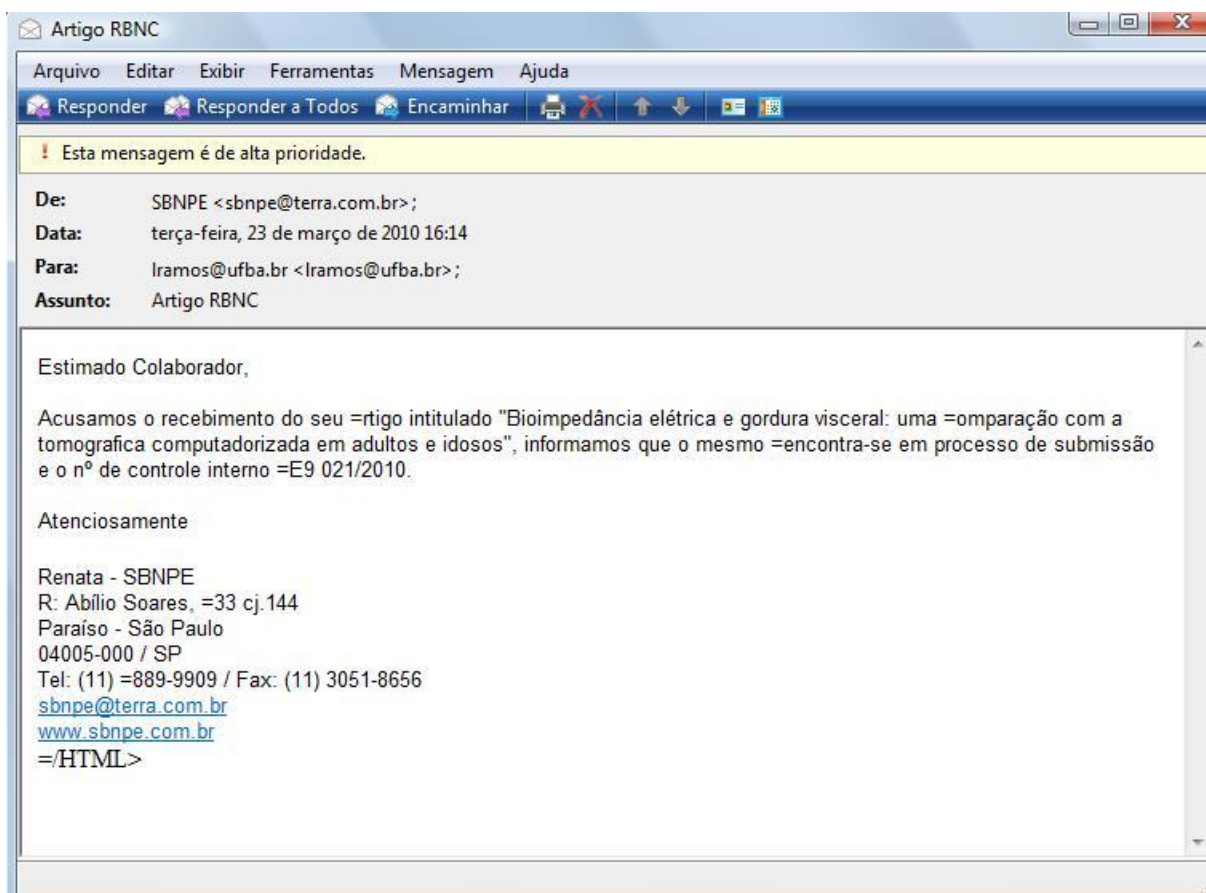
VAN DER KOOY K, LEENEN R, SEIDELL JC, DEURENBERG P, VISSER M. Abdominal diameters as indicators of visceral fat: comparison between magnetic resonance imaging and anthropometry. *Br J Nutr* 1993; 70: 47-58.

- VANNUCCHI H, UNAMUCO MRDL, MARCHINI JS. Avaliação do estado nutricional. *Medicina, Ribeirão Preto* 1996; 29: 5-18.
- VELASQUEZ AMC, CASTILLO ML, IRIGOYEN CE, ZEPEDA ZMA, GUTIERREZ RLM, CISNEROS MP. Estudio antropométrico em um grupo de hombres y mejeeres de la tercera edad em la Ciudad de Mexico. *Salud Publica Mex* 1996; 38: 466-74.
- VELASQUEZ-MELENDZ G, KAC G, VALENTE JG, TAVARES R, SILVA CQ, GARCIA ES. Evaluation of waist circumference to predict general obesity and arterial hypertension in woman em greater metropolitan Belo Horizonte, Brazil. *Cad Saude Publica* 2002; 18 (3): 765-71.
- WAITZBERG DL, CORREIA MI. Nutritional assessment in the hospitalized patient. *Current opinion clinical nutrition and metabolic care* 2003; 6(5): 531-38.
- WAITZBERG DL, FERRINI, MT. Exame físico e Antropometria. In: Waitzberg DL, Ed. *Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica*. 3a ed. São Paulo: Atheneu, 2002, p.255-78.
- WATSON S, BLUNDELL HL, EVANS WD, GRIFFITHS H, NEWCOMBE RG, REES DA. Can abdominal bioelectrical impedance refine the determination of visceral fat from waist circumference? *Physiol Meas* 2009; 30: N53-8.
- WHO - World Health Organization – Obesity preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneve, WHO, 1998: 277p.
- WHO - World Health Organization. Expert Committee on Physical Status: the use and interpretation of anthropometry physical status: the use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series Switzerland; 1995.
- WOLFE RR. Underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2006; 84 (3): 475-82.
- YAO M, ROBERTS SB, MA G, PAN H, MCCRORY MA. Field methods for body composition assessment are valid in healthy Chinese adults. *J Nutr* 2002; 132 (2): 310-7.

APÉNDICE

APÊNDICE A – Artigo 1

Artigo submetido à Revista Brasileira de Nutrição Clínica



**BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA E GORDURA VISCERAL: UMA
COMPARAÇÃO COM A TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA EM
ADULTOS E IDOSOS**

**BIOELECTRICAL IMPEDANCE AND VISCERAL FAT: A COMPARISON
WITH COMPUTED TOMOGRAPHY IN ADULTS AND ELDERLY**

**IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA Y GRASA VISCERAL: UNA
COMPARACION CON TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN ADULTOS Y
PERSONAS DE EDAD AVANZADA**

**Michaela Eickemberg¹, Anna Karla Carneiro Roriz², Gardênia Abreu Vieira
Fontes³, Adriana Lima Mello⁴, Lílian Ramos Sampaio⁵**

¹Mestranda do Programa de Pós Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde da Escola de Nutrição da UFBA.

²Mestre em Alimentos, Nutrição e Saúde pela UFBA.

³Mestre em Saúde Coletiva pelo Instituto de Saúde Coletiva da UFBA. Coordenadora do Consultório Dietético da Escola de Nutrição da UFBA. Professora Adjunto do Departamento de Ciência da Nutrição da Escola de Nutrição, UFBA

⁴Doutorado em Nutrição Humana Aplicada pela USP. Professora Adjunto do Departamento de Ciência da Nutrição da escola de Nutrição, UFBA.

⁵Doutorado em Ciência da Saúde pela UNIFESP. Coordenadora do Ambulatório de Nutrição e Geriatria do Hospital das Clínicas/UFBA. Professora Adjunto do Departamento de Ciência da Nutrição da Escola de Nutrição, UFBA.

Estudo realizado no Hospital Universitário Professor Edgar Santos, Salvador, BA, Brasil.

Correspondência para: Sampaio LR. Araújo Pinho, 32, Canela, 40110-150, Salvador, BA, Brasil. Telefone: (71)3283-7715. E-mail: lramos@ufba.br

RESUMO

Objetivo: Avaliar a estimativa da gordura visceral (GV) por meio da bioimpedância elétrica (BIA) em adultos e idosos. **Métodos:** Participaram 191 indivíduos (52% mulheres, 49% idosos). Obtiveram-se dados sobre tomografia computadorizada e BIA. Para análise estatística utilizou-se Coeficiente de Correlação de Pearson, Curva ROC, Anova, Qui-quadrado de Pearson. **Resultados:** Áreas de GV $\geq 130\text{cm}^2$ foram mais observadas em idosos e em homens. A correlação entre o percentual de gordura corporal total (%GCT-BIA) e a área de GV foi inferior à observada entre %GCT-BIA e área de gordura abdominal total. A curva ROC indicou os seguintes %GCT-BIA que identificaram área de risco: 21,5% para homens adultos, 24,25% para homens idosos; 35,05% para mulheres adultas, 38,45% para mulheres idosas, com sensibilidade de 78,6%, 82,1%, 83,3%, 66,7% e especificidade de 70,6%, 62,5%, 79,1%, 69%, respectivamente. **Conclusão:** A BIA apresentou boa sensibilidade e especificidade para predizer GV, entretanto, outros aparelhos e técnicas devem ser investigados com o intuito de melhorar esta predição.

Palavras-chave: gordura visceral, obesidade, bioimpedância elétrica, tomografia computadorizada

ABSTRACT

Aim: To assess visceral fat (VF) estimates through electrical bioimpedance analysis (BIA) in adults and elderly. **Methods:** A sample of 191 subjects (52% women, 49% elderly). CT data and BIA data were generated. Pearson's Correlation Coefficient, ROC curves, Anova and Pearson's Chi-square were employed in the statistic analysis. **Results:** VF areas $\geq 130\text{cm}^2$ were more prevalent among the elderly and among men. The correlations between total body fat percentage (%TBF-BIA) and the VF area were lower than those found between %TBF-BIA and area of total abdominal fat. ROC curves showed the following %TBF -BIA which presented a VF area $\geq 130\text{cm}^2$: for male subjects: 21.5% in adults and 24.25% among the elderly; for female subjects: 35.05% in adults and 38.45% among the elderly with a sensitivity of 78.6%, 82.1%, 83.3% and 66.7% and a specificity of 70.6%, 62.5%, 79.1% e 69%, respectively. **Conclusão:** The BIA was found to have good sensitivity and specificity to predict VF; however, other devices and other techniques must be investigated towards improving VF prediction.

Key words: visceral fat, obesity, electrical bioimpedance, computerized tomography.

RESUMEN

Propósito: Evaluar la estimación de la grasa visceral (GV) por el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) en adultos y personas de edad avanzada. **Métodos:** Participaron 191 personas (52% mujeres, 49% mayores). Se obtuvo información sobre la TC y la BIA. El análisis estadístico utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, la curva ROC, Anova, test de chi-cuadrado. **Resultados:** Áreas $GV \geq 130\text{cm}^2$ fueron más frecuentes en las personas de edad avanzada y los hombres. La correlación entre el porcentaje de grasa corporal total (GCT%-BIA) y el área de GV fue menor que la observada entre GCT% BIA y el área de la grasa abdominal total. La curva ROC demostró la GCT%-BIA como la zona de riesgo identificados: hombres: 21,5% de los adultos, 24,25% de edad avanzada, mujeres: 35,05% de los adultos, 38,45% de edad avanzada, con una sensibilidad de 78,6 %, 82,1%, 83,3%, 66,7% y una especificidad del 70,6%, 62,5%, 79,1%, 69%, respectivamente. **Conclusión:** La BIA mostró una buena sensibilidad y especificidad para predecir GV, sin embargo, otros dispositivos y técnicas deben ser investigados a fin de mejorar esta predicción.

UNITÉRMINOS: grasa visceral, obesidad, análisis de impedancia bioeléctrica, tomografía computarizada.

INTRODUÇÃO

A importância da quantificação da gordura visceral (GV) reside na preocupação de avaliar o risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, dada a sua estreita relação com estas enfermidades, principalmente, as cardiovasculares^(1,2).

A tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética são métodos considerados padrão-ouro para a detecção de GV, porém, são de elevado custo, necessitam de técnico habilitado e a operacionalização é complexa^(3,4). A bioimpedância (BIA) é um método que avalia a composição corporal, estimando os compartimentos de gordura, massa muscular e hídrico, entretanto, estudos são necessários para avaliar se a BIA identifica o excesso de GV⁽⁵⁻⁷⁾. Assim, a BIA se apresenta como um método alternativo, podendo ser utilizado na prática clínica e epidemiológica.

Considerando a importância da GV como fator determinante de alterações metabólicas associadas à obesidade, a substituição da TC por um método mais simples, de baixo custo e livre de irradiação, significa um avanço no diagnóstico da obesidade visceral. E, amparado nestas convicções este estudo tem como objetivo identificar, por meio da BIA, o excesso de gordura visceral identificado pela TC em adultos e idosos.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, realizado no período de janeiro a março de 2009, em Salvador-Bahia.

Amostra: Participaram do estudo 191 indivíduos voluntários, os quais foram incluídos na amostra segundo estratificação por gênero, idade (adultos – 20 a 40 e 41 a 59 anos e idosos – 60 a 74 anos e 75 anos e mais) e índice de massa corporal (IMC) (adultos: $25 > \text{IMC} \geq 25 \text{ Kg/m}^2$, de acordo com a WHO⁽⁸⁾; idosos: $27 > \text{IMC} \geq 27 \text{ Kg/m}^2$, segundo American Academy of Family Physician⁽⁹⁾; ADA⁽¹⁰⁾; National Council of the Aging Inc⁽¹¹⁾, NSI⁽¹²⁾).

Aspectos éticos: O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Escola de Nutrição da UFBA (Parecer nº 01/09) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Coleta de dados: Foram coletadas informações referentes às características demográficas, da BIA e da TC por meio de questionário e técnicas padronizados, aplicados por equipe devidamente treinada. Todas as medidas foram verificadas no mesmo dia.

Crêterios de não-inclusão: Excluiu-se deste estudo os indivíduos < 20 anos, com IMC $\geq 40 \text{ kg/m}^2$ ou com qualquer problema que comprometesse a realiza o da BIA e a acurada estimativa da gordura abdominal, como portadores de distúrbios graves e de marcapasso, indivíduos que realizaram cirurgias abdominais recentes, amputados, gestantes ou mulheres que tiveram parto nos últimos seis meses, portadores de lesões e tumora es abdominais, hepatomegalia e/ou esplenomegalia, ascite.

Bioimpedância elétrica: O percentual de gordura corporal total (%GCT) foi avaliado por meio de BIA tetrapolar marca Biodynamics modelo 310. O teste foi realizado com o indivíduo deitado sobre uma superfície não-condutora, na posi o supina, com braços e pernas abduzidos a 45 . Os voluntários foram orientados a seguir alguns procedimentos prévios: jejum absoluto de 04 horas; não realizar exercícios físicos extenuantes nas 12 horas anteriores ao teste; não ingerir álcool nas 48 horas antes do teste; esvaziar a bexiga pelo menos 30 minutos antes da avalia o e retirar objetos metálicos do local de coloca o dos eletrodos no momento da realiza o do teste^(13,14). O cálculo do ângulo de fase (AF) foi obtido pela fórmula: $\text{Reactância/Resistência} \times 180^\circ/\pi$ ^(15,16).

Tomografia computadorizada: Foram obtidas por meio do Tomógrafo Picker PQ5000, realizadas por um mesmo técnico de radiologia e analisadas por um mesmo observador. O exame foi realizado em jejum completo de 04 horas com o paciente em decúbito dorsal e os braços estendidos acima da cabeça. O corte tomográfico foi obtido com parâmetros radiográficos de 140 kV e 45 mA, no nível de L4-L5, tendo espessura de 10 mm com tempo de exposi o de 3 segundos. Com cursor livre, contemplando as bordas mais externas que limitam a circunferência abdominal, obteve-se a área de gordura abdominal total (GAT) e a área de GV foi determinada tomando como limites as bordas internas dos músculos reto abdominal, oblquo interno e quadrado lombar, excluindo-se o corpo vertebral e incluindo a gordura retroperitoneal, mesentérica e omental. As áreas de gordura foram descritas em cm^2 . Para identifica o do tecido adiposo utilizou-se os valores de densidade de -50 e -150 Unidades Hounsfields⁽¹⁷⁾. Para o excesso de GV foi considerada uma área $\geq 130 \text{ cm}^2$ como excesso deste tecido e risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV)⁽¹⁸⁾.

Análise Estatística: Por meio do programa SPSS Versão 11.5 os dados foram apresentados como média e amplitude de varia o. Para avaliar a correla o entre as variáveis foi utilizado o Coeficiente de Pearson. Foram calculadas as prevalências de obesidade geral e visceral. Para analisar a diferença de médias e a associa o entre as variáveis relacionadas ao gênero e grupos etários foram utilizados os Testes Anova e

Qui-quadrado de Pearson. A *Receiver Operating Characteristic Curve* – Curva ROC – foi construída usando um ponto de corte para o teste de referência, ou seja, a área de GV medida pela TC, onde foi selecionado o valor de 130 cm² (teste de referência positivo). Para avaliar a performance da BIA, foram estimadas a sensibilidade e a especificidade de cada ponto de corte do %GCT. O ponto de corte que produziu a melhor combinação de sensibilidade e especificidade foi selecionado como valor mais apropriado para a BIA prever o nível de GV de 130 cm², para gênero e grupo etário.

RESULTADOS

A amostra de 191 indivíduos foi bem representada segundo gênero (48% masculino e 52% feminino) e grupo etário (51% adultos e 49% idosos).

As prevalências de obesidade geral, segundo o IMC, para os homens foram 54,2% e 40,9% e para as mulheres 51% e 42%, para adultos e idosos, respectivamente.

Com a finalidade de caracterizar a amostra, estão apresentados na Tabela 1 os valores médios, mínimos e máximos das variáveis obtidas por meio dos dois métodos analisados (BIA e TC), para gênero e grupo etário.

TABELA 1

Com relação às variáveis determinadas pelo método da BIA, observou-se que os idosos apresentaram valores médios de %GCT acima dos valores dos adultos, sendo que para as mulheres este valor foi ainda maior (37,2%). Os valores médios de reactância foram mais elevados nos adultos e como consequência o AF apresentou valores mais elevados neste grupo, quando comparados com os idosos.

Com relação às áreas de GAT e GV, medidas por meio da TC, foram encontradas maiores médias entre os idosos, sendo que os valores de GV foram maiores entre o gênero masculino, em ambos os grupos etários.

Utilizou-se a TC para quantificar a GV, considerando um valor $\geq 130\text{cm}^2$ como excesso deste tecido e risco para o desenvolvimento de DCV. Áreas de GV consideradas de risco foram mais observadas em idosos de ambos os gêneros e, na análise por gênero, em homens, conforme ilustra a Figura 1. A mulher adulta representou o grupo de menor risco (12,20%).

FIGURA 1

Na investigação sobre a relação entre AF e GV a Tabela 2 evidencia que os valores médios do AF-BIA não diferem entre os indivíduos com e sem excesso de GV-TC, com exceção das mulheres adultas.

TABELA 2

Observa-se uma forte correlação estatisticamente significativa entre o %GCT-BIA e a GAT-TC para os indivíduos adultos do gênero feminino. Para o restante dos grupos encontraram-se correlações semelhantes e estatisticamente significantes, conforme demonstra a Tabela 3. Nota-se que as correlações obtidas entre a BIA e a GAT-TC foram mais fortes do que aquelas encontradas entre a BIA e a GV-TC, para ambos os gêneros e grupos etários.

TABELA 3

Ainda na mesma Tabela 3 observam-se fracas correlações entre a GAT-TC, GV-TC e o AF-BIA, com associação estatisticamente significativa apenas para a GAT no grupo das mulheres idosas.

Conforme os dados da Tabela 4, a BIA apresentou maior sensibilidade do que especificidade para a identificação de uma área de GV considerada de risco para todos os grupos avaliados, exceto para o grupo das idosas.

TABELA 4

Utilizando o ponto de corte para excesso de GV ($\geq 130\text{cm}^2$), identificado pela TC, as áreas sob a Curva ROC foram elevadas e maiores para os indivíduos adultos comparadas com os idosos (Tabela 4).

DISCUSSÃO

A relação entre gordura abdominal e morbidades é atualmente bem estabelecida na literatura, demonstrando a necessidade de estudos que desenvolvam métodos simples e acessíveis para a avaliação da composição corporal, principalmente do idoso, e em especial, para diagnosticar a GV, já que esta apresenta estreita relação com as doenças metabólicas, como as cardiovasculares^(12,19-21).

Este estudo avaliou a BIA na identificação do excesso de GV, utilizando como método de referência a TC, em adultos e idosos, sendo de interesse a investigação das diferenças existentes entre estes dois grupos etários e seus gêneros.

Sabe-se que a TC é o método mais confiável para quantificar a GV, entretanto tem suas limitações⁽⁴⁾, conforme já mencionado neste estudo. Em oposição, a BIA é um método que está se popularizando, sendo bastante citado na literatura como método confiável para a estimativa de gordura corporal⁽⁵⁾. Entretanto ainda é bastante limitado o desenvolvimento de estudos que aplicam a BIA na indicação da adiposidade visceral.

Nesta amostra as mulheres apresentaram valores médios maiores para o %GCT do que os homens, nos dois grupos etários. Estes resultados são compatíveis com os descritos na literatura, onde indivíduos de 60 a 81 anos apresentaram maior percentual de gordura entre as mulheres⁽²²⁾. Tem sido observado também maior quantidade de gordura corporal nos indivíduos do gênero feminino pertencentes a outras faixas etárias^(22,23). O percentual de gordura, quantificado no presente estudo por meio da BIA, permitiu ainda observar que as mulheres idosas apresentaram valores maiores que as adultas. Em concordância, pesquisadores traçaram o perfil da composição corporal de mulheres praticantes de atividade física regular em diferentes faixas etárias, entre 23 a 78 anos e atentam que mesmo na ausência de aumento de peso corporal, há um aumento na quantidade de gordura corporal que acompanha o envelhecimento⁽²⁴⁾.

Os valores médios das GAT e GV assim como o excesso de GV ($\geq 130\text{cm}^2$), analisadas neste estudo por meio da TC, foram maiores nos indivíduos idosos e em especial, nos homens. Nos indivíduos idosos existe um maior acúmulo de gordura abdominal, principalmente da GV, quando comparados com os adultos e isto ocorre para ambos os gêneros, mas, como característica masculina, aceita-se que existe um maior acúmulo de gordura na região abdominal e nas mulheres este acúmulo ocorre principalmente na região gluteofemoral e no tecido abdominal subcutâneo, o que explica os resultados supracitados⁽²⁴⁻²⁸⁾. Para justificar a força da correlação entre o %GCT-BIA e a GAT-TC para o gênero feminino neste estudo, são necessárias novas investigações.

Considerando que os homens possuem maior quantidade de gordura na região abdominal visceral, talvez por este motivo, com pontos de corte menores seja possível prever a GV por meio da BIA. Isto provavelmente explica os valores encontrados (adultos - 21,5% e idosos - 24,25%), que estão abaixo dos 25% recomendados pela literatura⁽¹⁰⁾ para este grupo. As mulheres, que apresentam maior quantidade de gordura corporal total (adultas - 34,3% e idosas - 34,8%), possivelmente necessitam de maior quantidade de gordura total para poder prever a GV e, neste trabalho, os valores do %GCT estão acima dos 30% recomendados⁽¹⁰⁾.

O AF é um parâmetro obtido diretamente dos valores de resistência e reactância, e pode ser associado à morte celular ou a alteração na permeabilidade seletiva da membrana celular⁽²⁹⁻³¹⁾. Assim, é esperado que ocorram mudanças em seus valores de acordo com o envelhecimento⁽³²⁾. Em concordância a estas observações, neste estudo encontraram-se valores médios de reactância e AF menores entre os idosos, para ambos

os gêneros. Esses achados são justificados pela diminuição da massa muscular relacionada ao envelhecimento⁽²¹⁾.

Diversos estudos realizados com pacientes portadores de algumas patologias mostraram boa correlação entre o AF e o tempo de sobrevida, o índice de morbidade e as complicações pós-operatórias⁽³²⁻³⁷⁾.

Baseado nestas evidências este estudo explorou os valores do AF nos indivíduos com e sem excesso de GV por meio da TC ($\geq 130\text{cm}^2$), e ainda correlacionou o AF com a GAT e GV. A intenção foi investigar este ângulo como indicador de morbidades relacionadas a este tecido, entretanto, nesta análise foram observadas fracas correlações.

A correlação entre BIA e GAT-TC foi mais forte do que com a GV-TC para todos os grupos avaliados. Sendo assim, chamamos a atenção para o tipo de método multicompartimental utilizado para avaliar a gordura abdominal por meio da BIA. Neste caso, o método da BIA segmentar, talvez possibilitasse uma maior precisão na avaliação da gordura abdominal, tornando-se o método mais indicado. A partir desta técnica verifica-se com maior acurácia a massa gorda total e por segmento⁽³⁸⁾. Dessa forma, a análise da gordura do tronco permite estimar com mais precisão a GV.

Na literatura encontram-se novas técnicas de referência para avaliar a GV pela BIA, posicionando os eletrodos diretamente no abdômem (Nagai et al⁽⁷⁾, Watson et al⁽³⁹⁾, Ryo et al⁽⁴⁰⁾). Nestes estudos a BIA abdominal demonstrou forte correlação com a GV, determinada pela TC e segundo os autores, este método permite avaliar com mais precisão a gordura abdominal, incluindo a visceral.

CONCLUSÃO

A BIA multicompartimental apresentou boa sensibilidade e especificidade para identificar o excesso de gordura visceral nos dois grupos etários, sendo que os pontos de corte que identificaram uma área de risco foram superiores no gênero feminino.

Novos estudos tornam-se necessários utilizando outros aparelhos, a exemplo da BIA segmentar assim como outras técnicas de posicionamento dos eletrodos com o intuito de melhorar esta predição, especialmente em indivíduos idosos pela provável influência de fatores relacionados ao envelhecimento.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que financiou esta pesquisa (processo nº 470882/2006-9).

REFERÊNCIAS

1. Kissebah AH, Vydelingun N, Murray R, Evans DJ, Hartz AJ, Kalkhoff RK. Relation of body fat distribution to metabolic complication of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 1982; 54: 254-60.
2. Leite CC, Matsuda D, Wajchenberg BJ, Cerri GG, Halpern A. Correlação da medida de espessura intra-abdominal medida pela ultra-sonografia com os fatores de risco cardiovascular. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2000; 44(1): 49-55.
3. Sjöström L, Kvist H, Cedderblad A, Tylén U. Determination of total adipose tissue and body fat in women by computed tomography 40K, and tritium. *Am. J. Physiol* 1986; 250: 736-45.
4. Van Der Kooy K, Leenen R, Seidell JC, Deurenberg P, Visser M. Abdominal diameters as indicators of visceral fat: comparison between magnetic resonance imaging and anthropometry. *Br J Nutr* 1993; 70: 47-58.
5. Britto EP, Mesquita ET. Bioimpedância elétrica aplicada à insuficiência cardíaca. *Rev SOCERJ* 2008; 21 (3): 178-83.
6. Vieira ACR, Alvarez MM, Marins VMR de, Sichieri R, Veiga GV. Desempenho de pontos de corte do índice de massa corporal de diferentes referências na predição de gordura corporal em adolescentes. *Cad Saúde Pública* 2006; 22(8): 1681-90.
7. Nagai M, Komiya H, Mori Y, Otha T, Kasahara Y, Ikeda Y. Development of a new method for estimating visceral fat área with multi frequency bioelectrical impedance. *J Exp Med* 2008; 214: 105-12.
8. World Health Organization - Obesity Preventing and managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva, WHO/NUT/NCD, 1998.
9. American Academy of Family Physician - Nutrition Screening Initiative, NSI-2002. A Physician's Guide to Nutrition in Chronic Disease Management for Older Adults. Leawood (KS): American Academy of Family Physicians, 2002.
10. American dietetic association. Position of the American Dietetic Association and the Canadian Dietetic Association: nutrition for physical fitness and athletic performance for adults. *Journal of the American Dietetic Association* 1993; 93(6):691-96.

11. National Council of the Aging Inc. - Committee on Diet and Health, Food and Nutrition Board, National Research Council. Diet and health implications for reducing chronic disease risk. Washington (DC): National Academy Press; 1989. p. 564-65.
12. Nutrition Screening Initiative incorporating nutrition screening and intervention into medical practice. A monograph for physicians. Washington, DC: Nutrition Screening Initiative, 1994.
13. Sant'anna MSL, Tinoco ALA, Rosado LEFPL, Sant'anna LFR, Mello AC, Brito, et al. Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with different anatomical sites used in the measurement of waist circumference in children. *J Pediatr* 2009; 85 (1): 61-6.
14. Slinde F, Rossander-Hulthen L. Bioelectrical impedance: effect of three identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 474-8.
15. Coppini LZ, Bottoni A, Teixeira Silva ML. Aplicação da análise da impedância bioelétrica na avaliação nutricional. *Rev Bras Clin* 1998; 13:81-9.
16. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1988; 48:16-23.
17. Seidell JC, Oosterlee A, Thijssen MAO, Burema J. Assessment of intra-abdominal and subcutaneous abdominal fat: relation between anthropometry and computed tomography. *Am. J. Clin. Nutr* 1987; 45: 7-13.
18. Desprès JP, Lamarche B. Effects of diet and physical activity on adiposity and body fat distribution: implications for the prevention of cardiovascular disease. *Nutr Res Rev* 1993; 6: 137-59.
19. Radominski RB, Vezozzo DP, Cerri GG, Halpern A. O uso da Ultra sonografia na avaliação da distribuição de gordura abdominal. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2000; 44(1): 5-12.
20. Sampaio LR. Avaliação nutricional e envelhecimento. *Rev. Nutr. Campinas* 2004; 17(4): 507-14.
21. Lima LRA, Rech CR, Petroski EL. Utilização da impedância bioelétrica para estimativa da massa muscular esquelética em homens idosos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 2008; 58(4): 386-91.

22. Rech CR, Cordeiro BA, Petroski EL, Vasconcelos FAG. Validation of bioelectrical impedance for the prediction of fat-free mass in Brazilian elderly subjects. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2008; 52 (7): 1163-71.
23. Correa FHS, Taboada GF, Junior CRMA, Faria AM, Clemente ELS, Fuks AG, Gomes MB. Influência da gordura corporal no controle clínico e metabólico de pacientes com diabetes mellitus tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2003; 47(1): 62-8.
24. França AM, Barbosa MTS. Perfil da composição corporal de mulheres de diferentes faixas etárias praticantes de atividade física regular. *Revista Digital de Educação Física* 2007; 2(1): 1-13.
25. Enzi G, Sergi G, Bussolotto M, Ceccon A, Giantin V & Beninca P. Methods for quantitation of body Composition, with particular reference to lean body mass. In *Amino Acid and Protein Metabolism in Health and Disease*. Bedford, Great Britain: Smith-Gordon 1997; 5–11.
26. Perissinotto E, Pisent C, Sergi G, Grigoletto F, Enzi G. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *British Journal of Nutrition* 2002; 87: 177–86.
27. Kim JA, Choi CJ, Yun KS. Cut-off Values of Visceral Fat Area and Waist Circumference: Diagnostic Criteria for Abdominal Obesity in a Korean Population. *Journal of Korean Medical Science* 2006; 21(6): 1048-53.
28. Sampaio LR, Simões EJ, Assis AMO, Ramos LR. Validity and Reliability of the Sagittal Abdominal Diameter as a Predictor of Visceral Abdominal Fat. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab* 2007; 51: 980-6.
29. Negano M, Suita S, Fukuoike TY. The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutritional assessment in children. *J Pediatr Surg* 2000; 35: 1035-9.
30. Silva LMDL, Caruso L, Martini LA. Aplicação do ângulo de fase em situações clínicas. *Rev Bras Nutr Clin* 2007; 22(4): 317-21.
31. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Post CL, Waitzberg DL, Heymsfield SB. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition* 2003; 19: 422-6.
32. Barbosa-Silva MCG, Barros AJD. Bioelectrical impedance and individual characteristics as prognostic factors for post-operative complications. *Clinical Nutrition* 2005; 24: 830-8.

33. Guida B, De Nicola L, Pecorato P, Trio R, Di Paola F, Iodice C, et al. Abnormalities of bioimpedance measures in overweight and obese hemodialyzed patients. *Int J Obes* 2001; 25: 265-72.
34. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, Vashi PG, Grutsch JF, Lammersfeld CA. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *British Journal of Nutrition* 2004; 92: 957-62.
35. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86(6): 509-16.
36. Avram MM, Sreedhara R, Fein PA, Oo KK, Chattopadhyay J, Mittmam N. Survival of hemodialysis and peritoneal dialysis over 12 years with emphasis on nutritional parameters. *Am J Kidney Dis* 2001; 37: S77-80.
37. Fein PA, Gundumalla G, Jordan A, Matza B, Chattopadhyay J, Avram MM. Usefulness of bioelectrical impedance analysis in monitoring nutrition status and survival in peritoneal dialysis patients. *Adv Periton Dial* 2002; 18: 195-9.
38. Howell W. Anthropometry and Body Composition Analysis, in: Matarese L, Gottschlich M. *Contemporary Nutrition Support Practice. A Clinical Guide.* W.B. Saunders 1998; 33-46.
39. Watson S, Blundell HL, Evans WD, Griffiths H, Newcombe RG, Rees DA. Can abdominal bioelectrical impedance refine the determination of visceral fat from waist circumference? *Physiol Meas* 2009; 30: N53-8.
40. Ryo M, Maeda K, Onda T, Katashima M, Okumiya A, Nishida M, et al. A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diabetes Care* 2005; 28 (2): 451-3.

Tabela 1 – Valores médios, mínimos e máximos das variáveis obtidas por meio da BIA e da TC, estratificados por gênero e grupo etário.

	FEMININO		MASCULINO	
	ADULTO	IDOSO	ADULTO	IDOSO
Bioimpedância				
%GCT	31,5 (20,2 – 45) ^I	37,2 (16,2 – 47,6) ^I	21,1 (7,2 – 33,8) ^I	27,5 (16 – 36,3) ^I
Resistencia	579,9 (467 – 781) ^{II}	580,9 (447 – 799) ^{II}	497,2 (377 – 687) ^{III}	485,4 (343 – 657) ^{III}
Reactância	66,2 (43 – 84) ^I	57,5 (32 – 85) ^I	65,1 (49 – 85) ^I	53,5 (36 – 70) ^I
Ângulo de fase	6,5 (4,8 – 8,4) ^I	5,6 (3,6 – 7,7) ^I	7,5 (5,9 – 9,5) ^I	6,3 (4,3 – 8,2) ^I
Tomografia computadorizada				
GAT	573,6 (321,2 – 1004,6) ^{IV}	637,3 (262 – 961,5) ^{IV}	572,7 (294,5 – 918,8) ^V	649,8 (335,2 – 1161,7) ^V
GV	71,8 (11,2 – 202,7) ^I	120,2 (9,1 – 231,2) ^I	95,6 (13,4 – 295,8) ^I	158,1 (9,9 – 379,6) ^I

%GCT= percentual de gordura corporal total, GAT= gordura abdominal total, GV= gordura visceral

^I p=0,000, ^{II} p=0,942, ^{III} p=0,387, ^{IV} p=0,021, ^V p=0,042

Tabela 2 – Valores médios, mínimos e máximos dos AF-BIA, segundo as áreas de GV-TC, por gênero e grupo etário.

	FEMININO		MASCULINO	
	ADULTO ¹	IDOSO	ADULTO	IDOSO
GV ≥ 130cm²	6,32 (5,45 – 6,77)	5,67 (4,34- 6,93)	7,56 (5,91- 8,57)	6,41 (4,34- 8,29)
GV < 130cm²	6,59 (4,85- 8,46)	5,70 (3,68- 7,72)	7,52 (6,01- 9,55)	6,28 (4,33- 7,74)

AF-BIA = ângulo de fase medido pela bioimpedância, GV-TC = gordura visceral medida pela tomografia computadorizada; ¹ p < 0,05

Tabela 3 – Correlação entre as áreas de GAT e GV determinadas pela TC com o %GCT e o AF obtidos pela BIA, segundo gênero e grupo etário, Salvador, 2009.

	Feminino		Masculino	
	Adulto	Idoso	Adulto	Idoso
GAT x %GCT	0,826 ^I	0,618 ^I	0,660 ^I	0,506 ^I
GAT x AF	-0,174 ^{IV}	0,347 ^{III}	0,085 ^{IV}	0,004 ^{IV}
GV x %GCT	0,611 ^I	0,579 ^I	0,597 ^I	0,438 ^{II}
GV x AF	-0,16 ^{IV}	0,144 ^{IV}	0,100 ^{IV}	0,104 ^{IV}

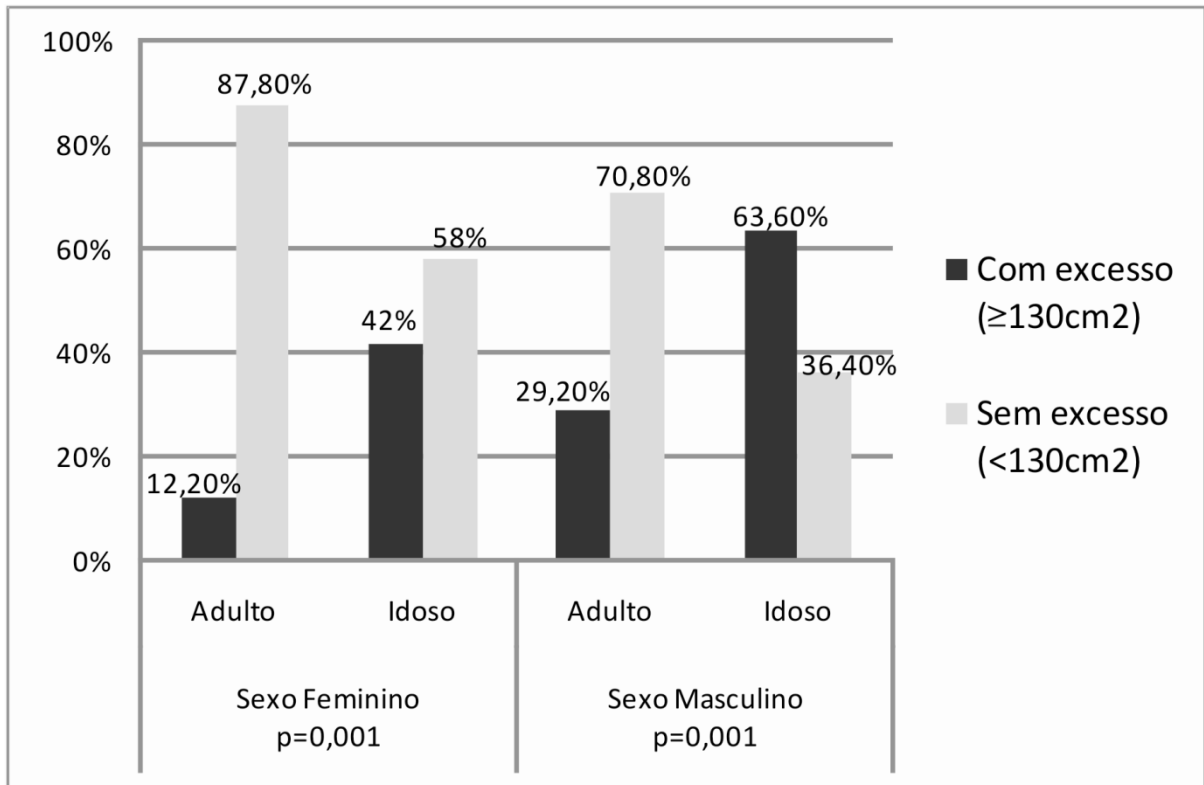
GAT= gordura abdominal total, %GCT= percentual de gordura corporal total, AF = ângulo de fase, GV= gordura visceral; ^I p= 0,000, ^{II} p=0,003, ^{III} p= 0,01, ^{IV} p>0,05

Tabela 4 – Valores sob a Curva ROC, sensibilidade e especificidade do melhor ponto de corte para o %GCT identificado pela BIA para determinar excesso de GV, segundo gênero e grupo etário.

	Feminino		Masculino	
	Adulto	Idoso	Adulto	Idoso
Ponto de corte %GCT	34,30	34,80	21,5	24,25
Área sob a Curva ROC	0,845	0,711	0,808	0,694
Sensibilidade (%)	83,3	66,7	78,6	82,1
Especificidade (%)	79,1	69	70,6	62,5

%GCT = percentual de gordura corporal total

Figura 1 – Excesso de GV identificada pela TC, segundo gênero e grupo etário.



APÊNDICE B – Artigo 2

Concordância entre bioimpedância e antropometria na avaliação da composição corporal de adultos e idosos

Concordância entre a bioimpedância e antropometria na avaliação da composição corporal de adultos e idosos

Michaela Eickemberg¹, Magali Teresopolis Reis Amaral², LÍlian Ramos Sampaio³

¹Mestranda do programa de Pós Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde da Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA.

²Mestre em Biometria e Estatística aplicada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE. Professora do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana – BA.

³Doutora em Ciências da Saúde pela UNIFESP. Gerontóloga titulada pela Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia. Professora Adjunto do Departamento de Ciência da Nutrição da Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA.

Estudo realizado no Hospital Universitário Professor Edgar Santos, Salvador, BA, Brasil.

Correspondência para: Sampaio LR. Araújo Pinho, 32, Canela, 40110-150, Salvador, BA, Brasil. Telefone: (71) 3283-7715. E-mail: lramos@ufba.br

RESUMO

Objetivo: Avaliar a concordância entre a bioimpedância (BIA) e antropometria na estimativa de gordura corporal total (GCT) e massa corporal magra (MCM) em adultos e idosos. **Métodos:** Participaram 196 indivíduos (51% mulheres e 49% idosos). Obtiveram-se dados antropométricos (IMC, somatório das quatro pregas e CMB) e sobre a BIA (percentual de GCT e MCM). Para análise estatística utilizou-se Anova, Coeficiente de Correlação de Pearson, *Kappa* e Bland-Altman. **Resultados:** As correlações entre os dois métodos foram estatisticamente significantes, exceto para GCT em homens idosos e MCM em idosas. A análise de concordância dos métodos pelo coeficiente *Kappa* mostrou uma concordância considerável entre os métodos somente para GCT em mulheres adultas e idosas. Para os dois modelos de análise de concordância *Kappa* e Bland-Altman, a BIA e antropometria não concordaram na estimativa de GCT e MCM. **Conclusão:** A antropometria e a BIA não concordam na determinação de gordura e massa corporal magra em adultos e idosos. Novas investigações devem ser realizadas, explorando, especialmente, métodos simples como as pregas cutâneas e a CMB, e que comparem estas técnicas com parâmetros de referência para estimar a composição corporal.

Palavras-chave: bioimpedância, antropometria, gordura corporal, massa corporal magra.

ABSTRACT

Aim: To evaluate the concordance between bioimpedance (BIA) and anthropometry in the estimate of total body fat (TBF) and lean body mass (LBM) in adults and the elderly. **Methods:** 196 individuals participated (51% women and 49% elders). Anthropometric data has been collected (BMI, sum total of four folds AMC-Arm Muscle Circumference) and about BIA (TBF and LBM). ANOVA, Pearson's Coefficient of Correlation, Kappa and Bland-Altman have been used to statistics analysis. **Results:** The correlations between both methods were statistically significant, except for TBF in elderly men and LBM in elderly women. The analysis concordance of methods by Kappa's Coefficient showed considerable concordance between methods only for TBF in adult and elderly women. For both Kappa's and Bland-Altman's models of concordance analysis, BIA and anthropometry do not consent in the estimate of TBF and LBM. **Conclusion:** The anthropometry and BIA do not consent in the results for fat and lean body mass in adults and the elderly. New investigations must be carried out, in order to explore, especially, simple methods such us skin folds and AMC, and these techniques must be compared to reference parameters to estimate body composition.

Key Words: bioimpedance, anthropometry, body fat, lean body mass.

INTRODUÇÃO

Tem-se observado nos últimos anos um crescente interesse pela avaliação da composição corporal de indivíduos e populações. Alterações nos componentes corporais podem interferir no estado nutricional e na qualidade de vida dos indivíduos, apresentando também um papel fundamental no direcionamento das ações de saúde, objetivando a redução da morbi-mortalidade (BARBOSA et al, 2001; SAMPAIO, 2004).

A utilização de métodos considerados de referência torna as avaliações e pesquisas dispendiosas e demoradas, o que justifica a busca por parâmetros que, apesar de não fornecerem uma avaliação tão acurada e detalhada, possam ser empregados devido à praticidade e ao custo relativamente baixo. Na ausência deste padrão, a ferramenta para avaliação e classificação do estado nutricional depende do tipo de população de indivíduos e dos recursos disponíveis.

Em adição, para indivíduos adultos e idosos, a literatura dispõe de inúmeras técnicas e equações que avaliam a composição corporal e o estado nutricional, e cada uma destas, possui características próprias que lhes conferem vantagens e desvantagens, dificultando a escolha de um método como referência (CORREIA, 1998).

A antropometria tem se mostrado um importante indicador, tradicionalmente utilizado devido à simplicidade, ao baixo custo e por apresentar boa correlação com os componentes corporais avaliados por meio de parâmetros mais precisos (BARBOSA et al, 2001).

Um método simples, com potencial para exceder certas limitações apresentadas por algumas técnicas de determinação da composição corporal, especialmente em indivíduos idosos, é a bioimpedância elétrica (BIA) (MACHADO; COELHO, 2009). Além de esta técnica apresentar como vantagem a reprodutibilidade e o custo relativamente baixo, a BIA estima os componentes corporais e a distribuição dos fluidos nos espaços intra e extracelulares (KYLE et al, 2004).

Desta forma, considerando a avaliação da composição corporal como um importante indicador clínico torna-se necessário avaliar métodos acessíveis que possam contribuir para uma estimativa adequada desta composição, principalmente em indivíduos idosos. Neste sentido, o objetivo deste estudo é avaliar a concordância entre a BIA e a antropometria na estimativa de gordura corporal total (GCT) e massa corporal magra (MCM) em indivíduos adultos e idosos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, desenvolvido a partir de um projeto de pesquisa mais extenso, realizado no período de janeiro a março de 2009, em Salvador-Bahia.

Amostra: Participaram do estudo 196 indivíduos voluntários, os quais foram incluídos na amostra segundo estratificação por gênero, idade (adultos – 20 a 40 e 41 a 59 anos e idosos – 60 a 74 anos e 75 anos e mais) e índice de massa corporal (IMC), de acordo com a WHO (1998), para adultos, e segundo WHO (2000) para idosos.

Aspectos éticos: O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Escola de Nutrição da UFBA (Parecer nº 01/09) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Coleta de dados: Foram coletadas informações referentes às características demográficas, à antropometria e à BIA através de questionário e técnicas padronizados, aplicados por equipe devidamente treinada. Todas as medidas foram verificadas no mesmo dia.

Crítérios de exclusão: Excluiu-se deste estudo os indivíduos < 20 anos, com $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ou com qualquer problema que comprometesse a realização das medidas antropométricas e da BIA, como portadores de distúrbios graves e de marcapasso, indivíduos que realizaram cirurgias abdominais recentes, amputados, gestantes ou mulheres que tiveram parto nos últimos seis meses, no período pré-menstrual, portadores de lesões e tumorações abdominais, hepatomegalia e/ou esplenomegalia, hepatopatias, nefropatias, ascite e edemas.

Bioimpedância elétrica: O percentual de gordura corporal total (GCT) e a quantidade de massa corporal magra (MCM) foram avaliados por meio da BIA tetrapolar, marca Biodynamics modelo 310, com frequência única de 50 KHz. O teste foi realizado com o indivíduo deitado sobre uma superfície não-condutora, na posição supina, com braços e pernas abduzidos a 45°. Os voluntários foram orientados a seguir alguns procedimentos prévios: jejum absoluto de 04 horas; não realizar exercícios físicos extenuantes nas 12 horas anteriores ao teste; não ingerir álcool nas 48 horas antes do teste e retirar objetos metálicos do local de colocação dos eletrodos no momento da realização do teste (SLINDE; ROSSANDER-HULTHEN, 2001).

Antropometria: As técnicas antropométricas foram obtidas segundo os critérios propostos por Lohman (1988). Foram verificadas as medidas do peso e estatura pelo método convencional para adultos e idosos, com auxílio de balança digital portátil

(marca Filizola, capacidade de 150Kg, intervalo de 100g) e estadiômetro portátil (marca Seca, TBW Importadora Ltda). O índice de massa corporal (IMC) foi obtido a partir da divisão do peso em quilograma, pela estatura em metro, elevada ao quadrado ($IMC = \text{peso} / \text{estatura}^2$) e classificado segundo a WHO (1998) para adultos e a WHO (2000) para idosos.

Para a aferição das pregas cutâneas tricipital (PCT), bicipital (PCB), subescapular (PCSE) e supra-ílica (PCSI) foi utilizado um adipômetro (Lange[®] – TBW Importadora Ltda). Em seguida, conforme Durnin e Womersley (1974), foram calculados os somatórios das pregas para estimar %GCT em adultos e idosos e, segundo Lohman et al (1992), este percentual foi classificado em excesso e não excesso de gordura corporal para homens e mulheres.

A circunferência braquial (CB) foi medida através de uma fita métrica flexível e inelástica (TBW Importadora Ltda), e utilizada para o cálculo da circunferência muscular do braço (CMB). A CMB foi utilizada para estimar a massa magra em adultos e idosos, através da seguinte equação: $CMB = [CB - (\pi \times PCT/10)]^2$ (GIBSON, 1990). Para classificação utilizou-se os critérios do NHANES III (KUCZMARSKI; KUCZARISK; NAJJAR, 2000).

A classificação da reserva muscular foi baseada no modelo de dois compartimentos corporais, onde a GCT foi subtraída do peso corporal total e, com base na recomendação de GCT ideal para sexo e grupo etário, calculou-se o percentual de MCM ideal. Admitiu-se para este estudo a recomendação de GCT e MCM para mulheres adultas, respectivamente, 23% e 77% e para idosas 32% e 68%. Para homens adultos, adotou-se a recomendação de GCT de 15% e de MCM de 85% e para homens idosos 25% e 75%, respectivamente (MAHAN, SCOTT-STUMP, 2002; LOHMAN, 1992; BROZEK et al, 1963).

Análise Estatística: As análises foram realizadas por meio dos programas SPSS versão 17.0, Stata versão 10 e R-projet versão 2.11. Os dados foram apresentados como média e desvio padrão. Foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$. Foram calculadas as prevalências do estado nutricional dos indivíduos segundo o IMC. O Coeficiente de Correlação de Pearson foi usado para determinar a correlação entre as variáveis com distribuição normal. O Teste Anova foi utilizado na análise da diferença de médias entre as variáveis relacionadas aos grupos etários, por gênero. Para avaliar a concordância entre os métodos da BIA e da antropometria na estimativa de massa gorda

e magra empregou-se o Coeficiente *Kappa* para variáveis categóricas e o Gráfico de Bland-Altman para variáveis contínuas.

RESULTADOS

A amostra estava distribuída de forma equitativa segundo o sexo (49% homens e 51% mulheres) e grupo etário (51% adultos e 49% idosos).

Na Tabela 1 estão descritos a prevalência do IMC e os valores médios e desvio padrão das variáveis obtidas por meio da BIA e da antropometria, para sexo e grupo etário.

Na análise por grupo etário, observa-se que os idosos apresentaram maiores percentuais de baixo peso e menores percentuais de excesso de peso em relação aos adultos. Com relação à GCT, a avaliação por ambos os métodos mostrou valores médios superiores para as mulheres e para os idosos de ambos os sexos.

Por outro lado, apesar dos dois métodos apontarem maiores médias de reserva de massa magra (MCM, CMB) nos indivíduos do sexo masculino, a análise por grupo etário pela antropometria não mostrou diferença estatisticamente significativa entre homens adultos e idosos. Além disso, esta análise evidenciou maior média deste compartimento corporal nas mulheres idosas quando comparadas às adultas.

Tabela 1 – Análise descritiva e de comparação de média das variáveis da BIA e da antropometria por sexo e grupo etário.

	FEMININO			MASCULINO		
	ADULTO	IDOSO	P- valor	ADULTO	IDOSO	P- valor
IMC (%)						
Baixo peso	00	10	-	02	13	-
Eutrofia	49	48	-	43,1	43,5	-
Excesso de peso	51	42	-	54,9	43,5	-
Bioimpedância						
GCT (%)	31,58(6,09)	37,20(5,78)	0,001	22,84 (9,10)	28,45(7,24)	0,000
MCM (%)	44,75(5,93)	38,97 (6,56)	0,001	57,38(9,72)	50,86(9,60)	0,000
Antropometria						
GC Σ (%)	36,60(5,20)	39,99 (4,59)	0,008	25,05(6,56)	28,78(6,65)	0,001
CMB (cm)	22,51 (3,56)	22,94(3,64)	0,003	26,79 (3,29)	24,99(2,47)	0,554

IMC – índice de massa corporal; GCT – gordura corporal total pela BIA; MCM – massa corporal magra pela BIA; GC Σ – percentual de gordura corporal total pelo somatório de pregas; CMB – circunferência muscular do braço.

Método estatístico: Anova.

Na investigação sobre a correlação existente entre as variáveis que avaliam GCT e MCM por meio da BIA e da antropometria, a Tabela 2 evidencia correlações estatisticamente significantes, exceto para GCT x GC Σ e MCM x CMB no grupo dos idosos do sexo masculino e feminino, respectivamente.

Tabela 2 – Análise de correlação entre as variáveis da BIA e da antropometria, segundo sexo e grupo etário.

VARIÁVEIS	FEMININO		MASCULINO	
	ADULTO (P- valor)	IDOSO (P- valor)	ADULTO (P –valor)	IDOSO (P –valor)
BIA x ANTROPOMETRIA				
GCT x GC Σ	0,708 (0,000)	0,556 (0,000)	0,510 (0,000)	0,286 (0,059)
MCM x CMB	0,458 (0,001)	0,197 (0,169)	0,389 (0,005)	0,671 (0,000)

GCT – gordura corporal total pela BIA; GC Σ – percentual de gordura corporal total pelo somatório de pregas; MCM – massa corporal magra pela BIA; CMB – circunferência muscular do braço.

Método estatístico: Coeficiente de Correlação de Pearson.

Foi realizada a análise de concordância entre a BIA e a antropometria enquanto métodos de estimativa da composição corporal, por meio do Coeficiente *Kappa*, por gênero e grupo etário (Tabela 3). Observou-se que o grau de concordância é considerável entre o percentual de GCT identificado pela BIA e pelo somatório de pregas somente para o grupo das mulheres, adultas e idosas. Nesta mesma análise, a MCM avaliada pelo método da BIA e pela CMB não apresentou concordância.

Tabela 3 – Análise de concordância de métodos por meio do Coeficiente *Kappa* entre a BIA e a antropometria para a classificação do estado nutricional segundo a gordura corporal e massa corporal magra, por gênero e grupo etário.

VARIÁVEIS	FEMININO		MASCULINO	
	Adulto	Idoso	Adulto	Idoso
	<i>Kappa</i> (P- valor)	<i>Kappa</i> (P- valor)	<i>Kappa</i> (P- valor)	<i>Kappa</i> (P- valor)
BIA x ANTROPOMETRIA				
CLASGCT X CLASGC Σ	0,266 (0,006)	0,207 (0,037)	0,135 (0,080)	0,172 (0,104)
CLASMCM X CLASCMB	-0,065 (0,676)	0,191 (0,873)	-0,147 (0,873)	-0,150 (0,845)

CLASGCT – classificação do estado nutricional segundo quantidade de gordura corporal total pela BIA; CLASGC Σ – classificação do estado nutricional segundo o percentual de gordura corporal total pelo somatório de pregas; CLASMCM – classificação da massa corporal magra pela BIA; CLASCMB – classificação da massa corporal magra pela CMB.

Método estatístico: Coeficiente *Kappa*

As Figuras 1 e 2 mostram as análises de concordância entre os métodos realizada a partir do modelo de Bland-Altman. Nesta análise, as diferenças das medidas são alocadas ao redor da média e mostram boa concordância se esta diferença for pequena

(próxima a zero), se a distribuição for aleatória e se 95% delas estiverem dentro de 2 desvios-padrão (DP) da média com uma pequena variação.

Para ambos os sexos e grupos etários não houve concordância entre os métodos na avaliação da GCT, como demonstram as Figuras 1 e 2. Apesar de a distribuição estar contida em mais de 95% dentro do intervalo aceitável de variação e para os homens a média se aproximar de zero, os limites superiores e inferiores de concordância apresentam-se bastante distantes entre si, mostrando que as diferenças entre os métodos são bem expressivas, evidenciando a não concordância.

Para MCM os métodos também não apresentam concordância para todos os grupos avaliados, como expresso nas Figuras 1 e 2. Esta análise indica que as diferenças entre os métodos apresentam uma tendência de superestimar este componente corporal, pois neste resultado observa-se o valor médio negativo e a variância positiva. Além disso, apesar de a distribuição compreender mais de 95% dentro do intervalo aceitável de variação, esta não apresenta-se aleatória e está bastante distante de zero, indicando a não concordância.

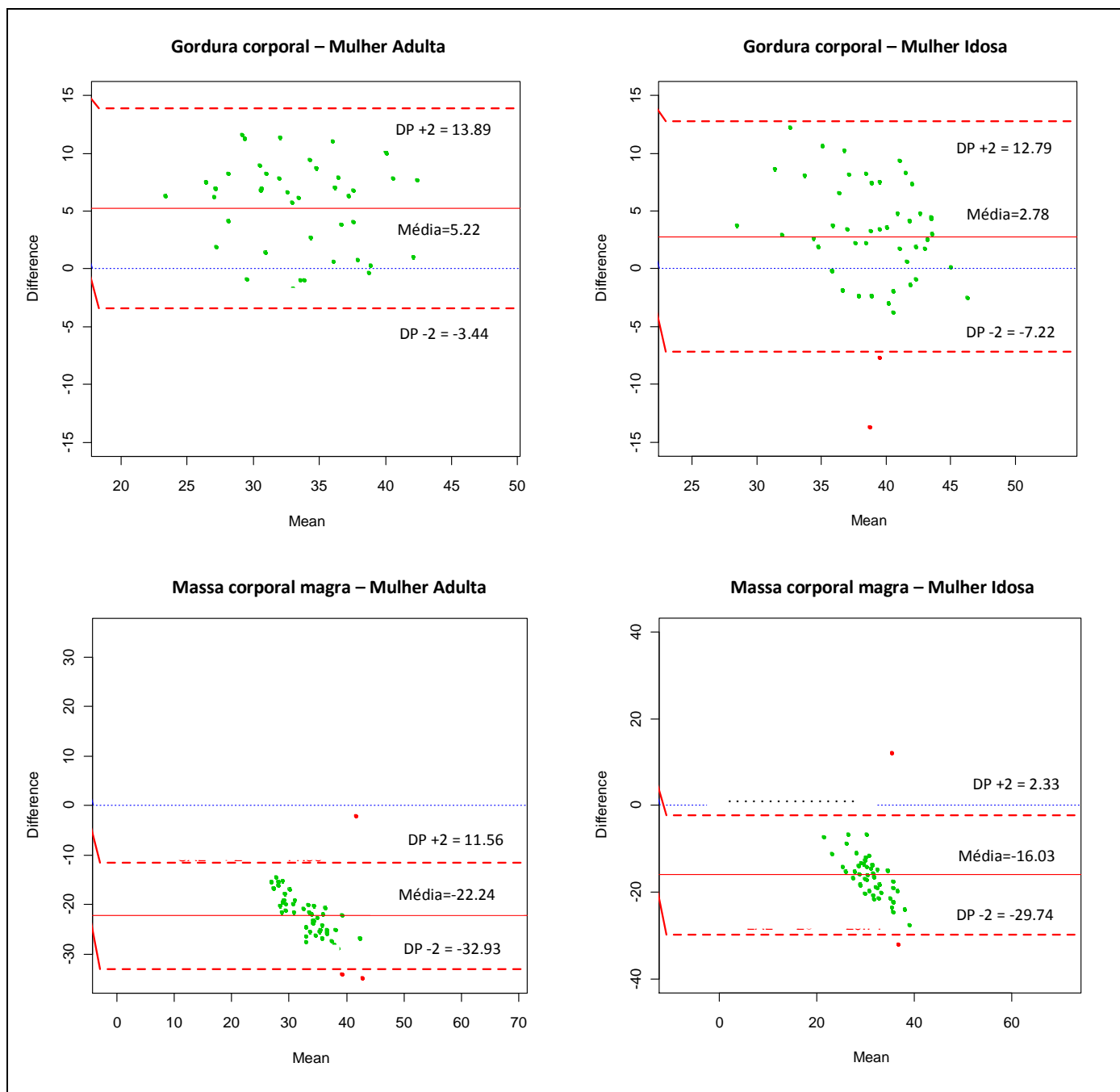


Figura 1 – Modelo Bland-Altman comparando a diferença das medidas de gordura corporal e massa muscular obtidas pela BIA e antropometria, para mulheres adultas e idosas.

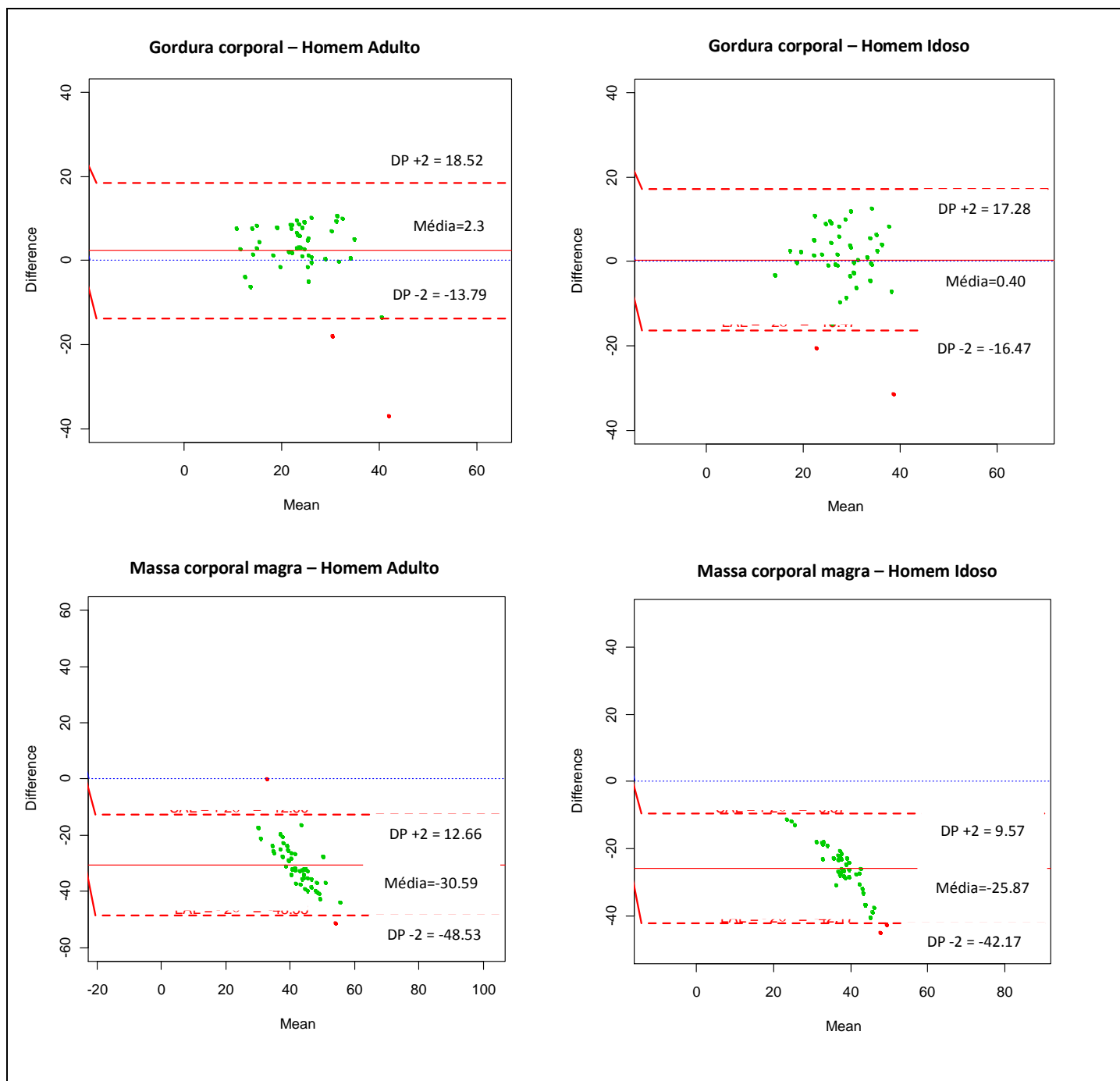


Figura 2 – Modelo Bland-Altman comparando a diferença das medidas de gordura corporal e massa muscular obtidas pela BIA e antropometria, para homens adultos e idosos.

DISCUSSÃO

Cada um dos métodos disponíveis para determinar a composição corporal possui características próprias, que lhes conferem vantagens e desvantagens, o que dificulta a escolha de um como referência e justifica a forte relevância na utilização de alternativas

simples e de custo relativamente baixo em estudos epidemiológicos tais como a antropometria e a bioimpedância.

Embora o objetivo deste estudo não tenha sido comparar qual o melhor método para estimativa dos componentes corporais em adultos e idosos, a investigação sobre a concordância entre formas alternativas se faz necessária visto que nem sempre é possível contar com métodos de referência.

Este estudo comparou a BIA com a antropometria na estimativa de GCT e MCM, em adultos e idosos e observou resultados semelhantes aos encontrados na literatura quanto à maior quantidade de gordura corporal e menor quantidade de massa magra encontrada nos indivíduos do sexo feminino e idosos, de ambos os sexos (RECH et al, 2008; FRANÇA; BARBOSA, 2007; MENEZES; MARUCCI, 2007).

As alterações na composição corporal, especialmente durante o envelhecimento, são resultantes do processo de diminuição de água corporal total, massa óssea e muscular, acompanhada por um aumento e redistribuição de gordura corporal (BARBOSA et al, 2001; RECH et al, 2008). O acompanhamento destas mudanças é fundamental, pois a quantificação apenas do peso corporal não reflete as modificações na massa magra e gorda desses indivíduos (RECH et al, 2008).

Quanto à análise de concordância na estimativa da composição corporal entre os dois métodos, verificou-se que não houve concordância tanto para a estimativa de GCT como de MCM. Ainda são pouco disponíveis os relatos na literatura sobre comparação da BIA com antropometria utilizando o somatório das quatro pregas e a CMB. A maioria destes estudos analisa tais métodos por meio da utilização de equações de predição, dificultando as comparações com nossos achados.

Segundo Lukaski et al (1986), é atribuída certa vantagem ao método da BIA quando comparada ao somatório de pregas cutâneas devido à capacidade de mensuração da água corporal e por apresentar menor erro inter e intra avaliador.

Ao analisarem a concordância entre antropometria e diferentes aparelhos de BIA na avaliação da gordura corporal de homens e mulheres fisicamente ativos, Portao et al (2009) concluíram que para os homens, a concordância foi moderada entre os métodos e para as mulheres esta concordância foi boa. Destaca-se que neste referido estudo utilizou-se a BIA segmentar e não foram observadas evidências de maior sensibilidade quando comparado com outros aparelhos de BIA utilizados. Em adição, os autores sugerem que apesar da dificuldade do protocolo da avaliação antropométrica, esta tem se mostrado mais sensível que a BIA para determinar os componentes corporais e pode

ser considerado um método de referência para a estimativa de gordura corporal, desde que as medidas sejam aferidas por equipe bem treinada. Os autores concluem ainda, que a BIA é uma alternativa que deve ser levada em consideração quando não se dispõe de tempo e pessoal treinado para realizar de forma precisa e exata a avaliação antropométrica.

Diferente do observado no presente trabalho, alguns estudos identificaram forte correlação e concordância entre a BIA e antropometria na estimativa da composição corporal e concluíram que estes métodos estimam de forma equivalente a composição. Segundo esses autores, a BIA parece ser o método mais preciso para estudos epidemiológicos desde que o protocolo seja bem controlado, além de ser de mais fácil aplicação (PEREIRA; MARTINS; AGUILAR-NASCIMENTO, 1998; HEITMANN, 1990; FETT; FETT; MARCHINI, 2006).

Considerando os diferentes estudos apresentados, observa-se a existência de resultados ainda conflitantes na literatura. Dentre as possíveis razões para a variabilidade dos resultados obtidos podem ser mencionadas as diversas metodologias empregadas quanto às populações analisadas, aos aparelhos usados e o processo de coleta de dados (RODRIGUES et al, 2001), e além disso, os diferentes princípios em que se baseiam os métodos (KAMIMURA et al, 2004). Em consequência, nenhuma técnica deve ser aceita como método único de referência, principalmente para a população idosa. Cada método apresenta limitações e a comparação entre eles pode ser útil para a interpretação dos resultados (BARBOSA et al, 2001).

Ressalta-se que os resultados encontrados em nosso estudo devem ser analisados com cautela, uma vez que a ausência de um método de referência neste estudo impossibilita análises mais consistentes da estimativa da composição corporal produzida pelos dois métodos.

As dobras cutâneas são bastante utilizadas na estimativa da gordura corporal e, no caso dos idosos, essas medidas apresentam algumas limitações devido às alterações como a redistribuição e internalização da gordura subcutânea, atrofia dos adipócitos, espessura e elasticidade da pele. Estas alterações podem contribuir para maior compressão entre a gordura e a massa muscular, o que pode afetar de forma significativa a confiabilidade das estimativas de gordura corporal, por este método (CHUMLEA et al, 1993).

Apesar de ser indicada a PCT para avaliar a gordura corporal em idosos (SAMPAIO, 2004), consideramos que o somatório das quatro pregas cutâneas avalia

melhor a GCT pelo fato de utilizar quatro medidas de diferentes pontos anatômicos, além das diferenças corporais existentes nos idosos, embora não tenhamos padrão de referência específico para esta comparação (MOREIRA et al, 2009).

Outro fator importante que merece consideração neste trabalho é a utilização da CMB para estimar a MCM também em adultos. Utilizamos esta variável para possibilitar as comparações das diferenças entre os grupos etários, no mesmo sexo.

Com relação à BIA, é importante salientar que no presente estudo não foi controlado o uso de medicamentos que pudessem influenciar no equilíbrio hidroeletrólítico dos pacientes, assim como o esvaziamento da bexiga 30 minutos antes da realização do teste, sendo esta uma limitação que pode comprometer de certa forma os resultados obtidos pela BIA.

Em contrapartida, destaca-se o rigor metodológico utilizado na seleção dos indivíduos no presente estudo, que foram incluídos de acordo com o sexo, idade e massa corporal, proporcionando uma equivalência na representatividade dos grupos, valorizando também as diferenças corporais relativas à idade nas análises realizadas para a investigação. Na literatura, ao contrário, grande parte dos estudos publicados apresenta amostras relativamente pequenas e ainda, muitos não valorizam as diferenças entre os grupos etários, unificando os grupos e analisando da mesma forma indivíduos adultos e idosos.

CONCLUSÃO

Com base nos achados, concluímos que a antropometria e a BIA não concordam na determinação de gordura e massa corporal magra em adultos e idosos. Novas investigações devem ser realizadas, explorando, especialmente, métodos simples como as pregas cutâneas e a CMB. Somado a isto, existe a necessidade de estudos que comparem estas técnicas com parâmetros de referência para estimar os componentes corporais.

REFERÊNCIAS

Barbosa AR, Santarem JM, Jacob Filho W, Meirelles ES, Marucci MFN. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. ALAN 2001; 51 (1).

Sampaio LR. Avaliação nutricional e envelhecimento. Rev Nutr 2004; 17(4): 507-14.

Correia MITD. Avaliação nutricional subjetiva. Rev Bras Nutr Clin 1998; 13 (2): 68-73.

- Machado RSP, Coelho MASC. Métodos alternativos de estimativa do percentual de gordura em idosos. *Rev Digital* 2009; 14 (36).
- Kyle UG, Bosaeus I, Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition* 2004; 23 (6): 1430-53.
- WHO – World Health Organization – Obesity preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneve, WHO, 1998: 277p.
- WHO – World Health Organization. Defining the problem of overweight and obesity. In: World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a Who Consultation. Geneva; 2000.
- Slinde F, Rossander-Hulthen L. Bioelectrical impedance: effect of three identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 474-8.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R (eds). Anthropometric standardization reference manual. Illinois: Human Kinetics Books 1988: 177.
- Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32: 77-97.
- Lohman, TG. Advances in body composition assessment. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.
- Gibson RS. Principles of nutritional assessment. New York: Oxford University Press, 1990.
- Kuczmarski MF, Kuczarisk RJ, Najjar M. Descriptive anthropometric reference data for older Americans. *J Am Assoc* 2000; 100: 59-66.
- Mahan, LK, Escott-Stump, S. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 10 ed. São Paulo: Roca, 2002.
- Brozek J, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann NY Acad Sci* 1963; 110: 113-140.
- Rech CR, Cordeiro BA, Petroski EL, Vasconcelos FA. Validation of bioelectrical impedance of fat free mass in brazilian elderly subjects. *Arch Bras Endocrinol Metab* 2008; 52 (7): 1163-71.
- França AM, Barbosa MTS. Perfil da composição corporal de mulheres de diferentes faixas etárias praticantes de atividade física regular. *Rev Digital de Ed Física* 2007; 2(1).
- Menezes TN, Marucci MFN. Perfil dos indicadores de gordura e massa muscular corporal dos idosos de Fortaleza, Ceará, Brasil. *Cad Saúde Pública* 2007; 23 (12): 2887-95.
- Lukasli HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 1986; 60: 1327-32.
- Portao J, Bescós R, Iurtia A, Cacciatori E, Vallejo L. Valoración de la grasa corporal em jovens fisicamente activos: antropometría vs bioimpedância. *Nutrición Hospitaria* 2009; 24 (5): 529-534.

Pereira SF, Martins MSA, Aguilar-Nascimento JE. Estudo comparativo da estimação da gordura corporal através da antropometria e da impedância elétrica. *J Bras Med* 1998; 75 (2): 51.

Heitmann BL. Avaliação de gordura corporal estimado do índice de massa corporal, dobras cutâneas e impedância. Um estudo comparativo. *Eur J Clin Nutr* 1990; 44 (11): 831-7.

Fett CA, Fett WCR, Marchini JS. Comparação entre bioimpedância e antropometria e a relação de índices corporais ao gasto energético de repouso e marcadores bioquímicos sanguíneos em mulheres da normalidade à obesidade. *Rev Cineantropom Desempenho Hum* 2006; 8 (1): 29-36.

Rodrigues MN, Silva SC, Monteiro WD, Farinatti PTV. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. *Rev Bras Med Esporte* 2001; 7 (4): 125-30.

Kamimura MA, Draibe SA, Sigulem DM, Cuppari L. Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise. *Rev Nutr Campinas* 2004; 17 (1): 97-105.

Chumlea WC, Guo SS, Kuczmarski RJ, Vellas B. Bioelectric and anthropometric assessments and reference data in the elderly. *J Nutr* 1993; 123 (2): 449-53.

Moreira AJ, Nicastro H, Cordeiro RC, Coimbra P, Frangella VS. Composição corporal de idosos segundo a antropometria. *Rev Bras Geriatr Gerontol* 2009; 12 (2): 201-13.

APÊNDICE C – Artigo 3

Bioimpedância elétrica e sua aplicação na prática nutricional

Artigo de comunicação submetido à Revista de Nutrição de Campinas

BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA E SUA APLICAÇÃO NA PRÁTICA NUTRICIONAL

BIOIMPEDÂNCIA NA PRÁTICA NUTRICIONAL

ELECTRIC BIOIMPEDANCE AND ITS USE IN NUTRITIONAL PRACTICE

**Michaela Eickemberg¹, Carolina Cunha de Oliveira², Anna Karla Carneiro Roriz³,
Lílian Ramos Sampaio⁴**

^{1,2}Mestranda em Alimentos, Nutrição e Saúde, Escola de Nutrição, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil.

³Mestre em Alimentos, Nutrição e Saúde pela Universidade Federal da Bahia.

⁴Professora Doutora do Departamento de Ciência da Nutrição, Escola de Nutrição, Universidade Federal da Bahia.

Correspondência para: Lílian Ramos Sampaio, Email: lramos@ufba.br, Telefone: (71)3283-7715, Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, Av. Araújo Pinho, 32, Canela, Salvador, Bahia, Brasil.

RESUMO

A busca por métodos de estimativa da composição corporal é uma preocupação constante na comunidade científica, tendo em vista a obtenção de um acurado diagnóstico do estado nutricional de indivíduos e populações. A bioimpedância elétrica (BIA) tem sido uma alternativa atraente na avaliação da composição corporal pela possibilidade de se trabalhar com equipamento não invasivo, portátil, de fácil manuseio, boa reprodutibilidade e, portanto, viável para prática clínica e estudos epidemiológicos. Sua utilização, que tem como finalidade determinar o fracionamento da composição corporal, tem sido apontada como uma técnica capaz de superar alguns desafios encontrados em outros métodos para avaliar o estado nutricional. Entre os componentes da BIA, o ângulo de fase consiste em uma ferramenta cada vez mais utilizada na prática clínica, sendo estudado enquanto indicador prognóstico e de estado nutricional. Este ângulo indica alterações na composição corporal, na função da membrana celular e, portanto no estado de saúde de indivíduos. No Brasil há carência de estudos sobre determinadas aplicações da BIA, e buscando contribuir com a literatura, a proposta deste estudo é traçar um panorama sobre o emprego desta técnica e ainda, apresentar estudos que comparam a BIA com outros métodos de avaliação nutricional e composição corporal.

Termos de indexação: Bioimpedância elétrica; Ângulo de fase; Avaliação nutricional.

ABSTRACT

The search for estimative methods of corporal composition is a constant concern in scientific community, considering the obtention of an accurate diagnosis of the nutritional status of individuals and populations. The electric bioimpedance has been an attractive alternative in the evaluation of body corporal composition for the possibility of working with non invasive, portable, of easy handling and good reproducibility equipment, and, therefore, viable to clinic practice and epidemiologic studies. Its use, which is useful to determine the fractioning of corporal composition, has been pointed out as a technique able to overcome some challenges faced in other methods used to evaluate the nutritional status. Among the components of Electric Bioimpedance, the phase angle consists of a very used tool in the clinic practice, being studied as a prognostic and nutritional status indicator. This angle indicates alterations in the corporal composition, in the cellular membrane function or in the healthy status of individuals. In Brazil, there is a lack of studies on specific applications of electric bioimpedance, and aiming to contribute to literature, the objective of this study is to draw up a panorama on the use of this practice and, besides that, to present studies that compare the electric bioimpedance with other methods of nutritional evaluation and corporal composition.

Indexing terms: Electric Bioimpedance, Phase angle, Nutritional evaluation.

INTRODUÇÃO

Dentre os métodos utilizados para a avaliação da composição corporal, a bioimpedância elétrica (BIA) tem sido amplamente utilizada, sobretudo pela alta velocidade no processamento das informações, por ser um método não-invasivo, prático, reprodutível e relativamente barato, que estima, além dos componentes corporais, a distribuição dos fluidos nos espaços intra e extracelulares e a qualidade, tamanho e integridade celular^{1,2,3,4}.

A propriedade elétrica dos tecidos tem sido estudada desde 1871, mas somente em 1970 os fundamentos da BIA foram descritos^{1,2}. Os primeiros estudos com BIA ocorreram nas décadas de 30 e 40 e relacionaram a impedância com o fluxo sanguíneo^{5,6}. Posteriormente, Thomasset⁷ e Hoffer *et al*⁸ estudaram a relação entre a impedância com a água corporal total e massa magra.

Atualmente, a BIA tem sido validada para estimar a composição corporal e o estado nutricional de indivíduos saudáveis, e em diversas situações clínicas^{4,9,10,11}

como desnutrição, traumas, câncer, pré e pós-operatório, hepatopatias, insuficiência renal, gestação, em crianças, idosos e atletas.

O objetivo desta revisão é descrever e discutir os princípios e utilização da BIA, além de apresentar estudos que comparam este método com outros de avaliação nutricional e de composição corporal.

Princípios da BIA

A BIA baseia-se no princípio de que os tecidos corporais oferecem diferentes oposições à passagem da corrente elétrica. Essa oposição, chamada impedância, tem dois componentes, denominados resistência (R) e reactância (Xc). Em sistemas biológicos, a corrente elétrica é transmitida pelos íons diluídos nos fluidos corporais. Os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica devido à grande quantidade de água e eletrólitos, ou seja, apresentam baixa resistência à passagem da corrente elétrica. Por outro lado, a gordura, o osso e a pele constituem um meio de baixa condutividade, apresentando, portanto, elevada resistência^{1,2,12}.

O vetor R mede a oposição ao fluxo da corrente elétrica através dos meios intra e extracelulares do corpo, estando diretamente associado ao nível de hidratação destes meios; e o vetor Xc mede a oposição ao fluxo de corrente causada pela capacitância produzida pela membrana celular^{1,2,13}. Assim, após identificar os níveis de R e Xc do organismo à corrente elétrica, o analisador avalia a quantidade de água corporal total e, assumindo uma hidratação constante, prediz a quantidade de massa livre de gordura.

A Xc, também chamada de resistência capacitiva, significa a oposição do fluxo elétrico causada pela capacitância (propriedade de armazenar energia elétrica sob a forma de um campo eletrostático). Um capacitor é formado por duas ou mais membranas condutoras separadas por um material isolante ou não condutivo capaz de armazenar energia elétrica. A membrana citoplasmática do ser humano é constituída por duas camadas de material protéico (bom condutor) e uma camada de lipídio (isolante). Desta forma, a membrana celular atua como se fosse um capacitor, oferecendo Xc (capacitância)^{1,2}.

Assim, no corpo humano, as membranas celulares podem armazenar a energia por um período pequeno de tempo, “atrasando” a corrente; podendo elas também atuar como resistores, dependendo da frequência da corrente aplicada. À baixas frequências (~1kHz), nenhuma corrente elétrica passa pelas membranas celulares, então as membranas funcionam como resistores e apenas o fluido extracelular pode ser medido. Em frequências maiores, a corrente elétrica passa através das

membranas celulares permitindo as medidas de impedância dentro e fora das células. Então, a X_c se relaciona com o balanço hídrico intra e extracelular^{1,2}.

Para a avaliação da composição corporal, a técnica da BIA baseia-se no modelo de um condutor cilíndrico com comprimento e área transversal uniformes e homogêneos, ao qual o corpo humano assemelha-se¹⁴. Esta comparação é questionável, pois a composição corporal é heterogênea. Assume-se então, que o corpo humano seja composto por cinco cilindros conectados em série e não de um único cilindro^{1,2}.

Segundo a literatura, o volume do cilindro, assim como do corpo humano, é diretamente relacionado com a impedância total do corpo, estimando a composição corporal através da estatura ao quadrado, dividida pela resistência ($V = \text{estatura}^2/R$). A resistência à corrente é relacionada diretamente ao comprimento do condutor e inversamente à sua área transversal^{1,2}.

O método da BIA

Uma variedade de aparelhos de BIA se tornou comercialmente disponível a partir da década de 90, e hoje é possível encontrar aparelhos de frequência única, multifrequenciais e segmentar¹.

Nos aparelhos bipolares a transmissão da corrente elétrica se dá por sensores metálicos que, em contato com as mãos ou pés, registram a impedância dos segmentos corporais entre membros superiores e tronco ou somente entre membros inferiores¹⁵.

Todavia, o modelo mais utilizado da BIA é o tetrapolar, que consiste na utilização de quatro eletrodos que são fixados ao hemicorpo direito do avaliado, à mão, próximo à articulação metacarpo-falangea da superfície dorsal; ao pulso, entre as proeminências distais do rádio e da ulna; ao pé, no arco transversal da superfície superior e ao tornozelo, entre os máléolos medial e lateral^{1,2,16}.

Uma corrente de excitação é aplicada aos eletrodos-fonte (distais) na mão e no pé, e a queda de voltagem, provocada pela impedância, é detectada pelo eletrodosensor (proximal) localizado no pulso e no tornozelo². Sua análise baseia-se na medida da R total do corpo à passagem de uma corrente elétrica de baixa amplitude (0,8 mA) e alta frequência (50 KHz)^{2,14}.

Mais recentemente, a BIA segmentar foi desenvolvida. Ela aborda aspectos da análise da composição corporal que podem eliminar certas inconsistências existentes na avaliação da massa corporal total, analisando o corpo por segmento, ou seja, esta técnica determina isoladamente, a massa dos membros e do tronco¹.

Estudiosos afirmam que as alterações na massa magra do tronco, separadamente, provavelmente não são descritas de forma confiável através das medidas de impedância do corpo inteiro e ainda, que mudanças na impedância do corpo inteiro podem estar relacionadas às alterações tanto na massa magra dos membros, como do tronco^{1,17}, por isso a importância da avaliação isolada.

A BIA segmentar tem sido utilizada para determinar deslocamentos e distribuição de fluidos em algumas doenças, como ascite, insuficiência renal e, em cirurgia. Esta técnica pode também ser útil em fornecer informações sobre o acúmulo de líquidos na região pulmonar ou abdominal¹.

O modelo segmentar é um método que merece consideração e até o presente não existem estudos conclusivos sobre sua aplicação. Assim, pesquisas são necessárias para examinar a acurácia deste método na avaliação da composição corporal e outras funções

Modelos de predição

A partir dos valores da R e da Xc obtidos pela BIA, são utilizadas diferentes equações de regressão disponíveis na literatura, para estimar os componentes corporais, e assim, determinar os valores de massa de gordura, massa magra e água corporal. Estas equações preditivas são ajustadas para gênero, etnia, idade, peso, altura e nível de atividade física^{1,2,3,4,18}.

Estudos de desenvolvimento e validação de equações de BIA vêm sendo amplamente realizados, e o emprego da BIA na avaliação da composição corporal tem se tornado comum em circunstâncias clínicas diversas, mas existem algumas controvérsias sobre seu uso, principalmente, em condições onde há uma alteração do estado de hidratação dos indivíduos^{1,2,4,19}. Assim, se um indivíduo apresentar hiperhidratação, o valor da massa magra será superestimado, por ser através da quantidade de água corporal total que se obtém a massa corporal magra.

Segal *et al*²⁰ estudaram a massa magra de indivíduos obesos e não-obesos e encontraram que a massa magra avaliada pela BIA em obesos foi superestimada quando comparada com a densitometria corporal, considerada método de referência. Assim, para uma melhor correlação, os autores determinam várias fórmulas específicas para essa população.

Utilizando fórmulas propostas por Segal *et al*²⁰, outros autores concluíram que tais fórmulas, que consideram gênero, peso, altura e idade, produziram uma boa correlação entre a BIA e os métodos de referência para estimar a massa magra. Entretanto, em indivíduos obesos severos (>48% de gordura corporal) as fórmulas podem provocar erros²¹.

Outro estudo, que avaliou 1829 pacientes (1474 brancos e 355 negros), também desenvolveu equações para uso em estudos epidemiológicos, com excelente acurácia para avaliar água corporal total e massa magra²².

É importante salientar que as equações de predição variam conforme o aparelho e apresentam validade apenas para a população de origem, o que constitui um fator limitante para sua utilização em outros grupos populacionais. Neste sentido, deve-se analisar cuidadosamente a escolha de uma equação de BIA que seja específica para determinado grupo de indivíduos^{1,3,15,19}.

BIA x Gordura visceral

Outra vertente da utilização da BIA é a estimativa de gordura abdominal. Encontram-se na literatura novas técnicas de referência para avaliar a obesidade central e a gordura visceral através da BIA. Esta técnica consiste no posicionamento dos eletrodos diretamente no abdômen^{23,24,25}. Nestes estudos a BIA demonstrou forte correlação com a gordura abdominal e visceral, determinada pela tomografia computadorizada e ressonância magnética e, segundo os autores, este método permite avaliar com mais precisão a gordura abdominal, incluindo a visceral. No entanto, estes estudos não são conclusivos quanto à validade da BIA para estimativa de gordura visceral.

Segundo seus fabricantes, o modelo da BIA segmentar inclui avaliação do nível de gordura visceral. Através da análise isolada do tronco, este método estima com mais precisão esta gordura. Contudo, devem ser desenvolvidas investigações para testar a confiabilidade deste modelo, pois não existem estudos na literatura que sustentem esta afirmação.

Aplicabilidade da BIA

Apesar de a BIA ser indicada como um método preciso e confiável discute-se, na literatura, possíveis causas que dificultam o estabelecimento de um consenso a cerca do seu uso, pois resultados obtidos em determinadas pesquisas revelam-se, algumas vezes, discrepantes. Dentre as possíveis razões, poderia ser mencionada a utilização de uma variabilidade de equações disponíveis para vários grupos de indivíduos, que são aplicadas de forma equivocada em amostras bastante heterogêneas. Além disso, podem interferir as diferenças étnicas e de composição corporal entre as populações e a influência do estado de hidratação dos indivíduos avaliados, como mencionado anteriormente. Desta forma, pode-se afirmar que ainda pairam dúvidas quanto à precisão e à confiabilidade da técnica da BIA, quando

comparada com outros recursos^{1,3,4,15,19,26}. A Tabela 1 apresenta estudos que comparam a BIA com outros métodos de avaliação da composição corporal.

Tendo em vista que seus resultados podem ser afetados por diversas condições, o controle prévio de alguns fatores deve ser realizado para a confiabilidade do método da BIA na prática clínica^{2,15,27}. São eles:

- calibração do aparelho, que deve ser realizada regularmente;
- eletrodos, que devem ser mantidos em sacos fechados, protegidos do calor;
- posição do avaliado, que deve ser supina, com braços separados do tronco em um ângulo de 30° e pernas a 45°;
- ingestão alimentar dos avaliados, que devem estar em jejum de quatro horas;
- ingestão alcoólica, que não deve ocorrer por, no mínimo, oito horas antes do exame;
- prática de atividade física ou sauna, que não deve ocorrer por, no mínimo, oito horas antes do exame;
- acúmulo urinário, devendo a bexiga ser esvaziada antes da realização do exame;
- temperatura do ambiente, que deve ser adequada (em torno de 22°C);
- pele, que deve ser limpa com álcool e não deve conter lesões;
- distância entre os eletrodos, que deve ser, no mínimo, cinco centímetros;
- fase do ciclo menstrual, que deve ser observada;
- obesidade, utilizar material isolante, como exemplo toalhas entre as pernas;
- contato com superfície metálica, que não deve ocorrer;
- marca-passo e pinos metálicos, sendo a técnica contra-indicada para pacientes que o portam.

Tabela 1 – Comparação da BIA com outros métodos de avaliação do estado nutricional.

Autores	Amostra	Resultados encontrados
FRANZ ²⁸	125 pacientes de 44 a 80 anos de idade.	Correlação positiva para valores de BIA, IMC e PCT.
HEITMANN ²⁹	139 dinamarqueses com idade entre 35 e 65 anos.	Estimativas confiáveis do IMC, Σ quatro dobras cutâneas e BIA para gordura corporal total.
RODRIGUES <i>et al</i> ³	25 homens brancos com idade de 18 a 36 anos.	A técnica de dobras cutâneas apresentou maior correlação com a PH, quando comparada à BIA.
BARBOSA <i>et al</i> ²⁶	20 mulheres com idade entre 62 a 79 anos.	Entre a BIA, dobras cutâneas e DEXA, nenhuma técnica deve ser aceita como método único de referência nessa população, comparações podem ser úteis na interpretação dos resultados.

RECH <i>et al</i> ³⁰	15 mulheres pós menopausa, saudáveis, participantes do grupo de atividades aquáticas.	A BIA bipolar foi o único método que apresentou validade cruzada, tanto para a estimativa da massa gorda, quanto livre de gordura, quando comparado às dobras cutâneas, DEXA e BIA tetrapolar.
FERNANDEZ <i>et al</i> ³¹	811 jovens de 11 a 17 anos de idade.	BIA apresentou bom desempenho na identificação do excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade, em comparação com PCT e CC.
BARRETO-SILVA <i>et al</i> ³²	105 pacientes com doença renal crônica estágios 3 e 4.	Para não obesos, o IMC, as dobras cutâneas e a BIA podem ser aplicados com boa equivalência para estimar gordura corporal.
RODRÍGUEZ <i>et al</i> ³³	230 pré-escolares argentinos saudáveis, de 4 a 6 anos.	Alta correlação entre IMC, CC, BIA e DEXA para estimar composição corporal.
LIMA; RECH; PETROSKI ¹⁸	60 homens idosos, de 60 a 81 anos de idade.	Forte correlação entre BIA, DEXA e IMC (r=0,90).
COCKETT; CASTILHO; BARROS FILHO ³⁴	1286 escolares de 7 a 9 anos.	Alta e significativa correlação entre dobras cutâneas e BIA para o percentual de gordura corporal, para massa gorda e massa magra, mostrando boa concordância.

BIA- bioimpedância elétrica; IMC- índice de massa corporal; PCT- prega cutânea triceptal; Σ- somatório; PH- pesagem hidrostática; DEXA- absorção do raio X de dupla energia; CC- circunferência da cintura.

Ângulo de Fase da BIA

Através da BIA, o Ângulo de Fase (AF) pode ser obtido por meio da relação entre medidas diretas da R e da Xc, sendo calculado diretamente pela equação: $Xc/R \times 180^\circ/\pi^{2,9,10,35}$. A variação do AF ocorre entre zero grau (sistema sem membranas celulares, apenas resistivo) e 90 graus (sistema sem fluidos, apenas capacitivo), sendo que num indivíduo saudável o AF pode apresentar valores de aproximadamente 4 a 10 graus. Também encontra-se na literatura que este valor pode variar de 5 a 15 graus^{2,4,36}.

Este ângulo é dependente da capacitância dos tecidos e está associado com a qualidade, tamanho e integridade celular. Trata-se de uma ferramenta de diagnóstico nutricional cada vez mais utilizado na prática clínica. Estudos recentes têm validado este ângulo como indicador prognóstico em pacientes críticos^{10,11,13,35,37}. Salienta-se que o AF, relacionado com o equilíbrio celular, tem sido utilizado como medida de gravidade de doença, como instrumento de avaliação funcional e como indicador geral de saúde³⁸.

Portanto, variação no AF indica alterações na composição corporal, na função da membrana celular ou no estado de saúde. Valores de AF menores representam baixa Xc e alta R e podem ser associados à existência ou agravamento de doença, morte celular, ou a alguma alteração na permeabilidade seletiva da membrana; valores mais altos representam alta Xc e baixa R, podendo associar-se à maior quantidade de membranas celulares intactas, ou seja, maior massa celular corpórea e a um adequado estado de saúde^{10,11,35,37,39}.

Desta forma, modificações na massa celular corporal ou defeitos funcionais das membranas celulares podem resultar em mudanças no AF. Assim, é esperado que ocorram mudanças em seus valores de acordo com o gênero e envelhecimento, pois com o passar dos anos a capacitância dos tecidos associada à variabilidade do tamanho das células, à permeabilidade da membrana celular e à composição intracelular tornam-se diferentes, assim como a distribuição dos fluidos corporais entre os tecidos^{4,40,41}.

A grande vantagem desse parâmetro é que independe de equações de regressão e pode ser realizado mesmo em situações, nas quais as concepções da BIA não são válidas para estimar a composição corporal^{4,9,40}, eliminando uma enorme fonte de erro casual⁹. Este parâmetro pode, inclusive, ser utilizado mesmo em pacientes nos quais o peso atual e a altura não podem ser mensurados^{4,40}, ampliando a aplicabilidade da BIA na prática clínica.

AF como indicador prognóstico

Pesquisas realizadas para investigar o papel do AF como indicador prognóstico em pacientes hospitalizados, portadores de doenças graves como alguns tipos de câncer, HIV e AIDS, insuficiência renal crônica, doença pulmonar obstrutiva crônica, cirrose hepática, bacteremia e pacientes criticamente doentes, evidenciaram associação positiva entre valores do AF com o tempo de sobrevivência destes pacientes. Os autores sugerem que o AF poderia ser uma importante ferramenta para avaliar sinais clínicos e monitorar a progressão da doença, sendo até mesmo superior a outros indicadores séricos ou antropométricos^{7,10,11,13,35,37}.

Em pacientes críticos, ainda, Barbosa-Silva *et al*⁴ verificaram que o AF parece ser um importante fator prognóstico de complicações pós-operatórias, depois de ajustados os fatores de confusão, demonstrando que o método é útil na identificação de pacientes que necessitam de terapia nutricional.

AF como indicador de estado nutricional

O AF também tem sido utilizado como um indicador do estado nutricional. Especula-se que seja um marcador de nutrição relevante, clinicamente, que possa caracterizar o acréscimo de massa extracelular corporal e o decréscimo de massa celular corporal; provavelmente, porque a nutrição esta interligada às alterações na integridade da membrana celular e alterações no equilíbrio dos fluidos corporais^{4,7,35,37,40,41,42}.

Ellis⁴³ avaliando pacientes renais observou que o AF tipicamente <5°, pode ser interpretado como um indicador de expansão de água para o espaço extracelular e redução da água intracelular.

Tabela 2 - Avaliação do AF como indicador do estado nutricional.

Autores	Amostra	Resultados encontrados
MAGGIORI ⁴²	131 pacientes em hemodiálise.	AF apresentou correlação significativa com todos os índices nutricionais, exceto IMC.
BARBOSA-SILVA <i>et al</i> ⁴⁰	279 pacientes de cirurgia gastrointestinal eletiva.	Concordância moderada entre a avaliação subjetiva global e o AF. Pacientes desnutridos graves tiveram menores valores de AF.
MUSHNICK <i>et al</i> ⁴⁴	48 pacientes em diálise peritoneal, com idade média de 51 ± 15 anos.	A R correlacionou-se ao peso corporal, IMC e massa celular corporal. A Xc à pré-albumina e albumina; e o AF com a massa celular corporal, pré-albumina e albumina.
DE LUIS <i>et al</i> ⁴⁵	100 homens HIV ⁺ , com idade média de 39,1 ± 9,9 anos.	O peso corporal, IMC, transferrina e somatomedina C foram maiores no grupo com AF ≥ 8,2 (AF médio).
GUPTA <i>et al</i> ⁶	58 pacientes com câncer pancreático estágio IV.	Significativa correlação positiva entre o AF e a albumina e a pré-albumina.
BARBOSA-SILVA <i>et al</i> ⁴	1967 americanos saudáveis, de 18 a 94 anos de idade.	O AF muda conforme o gênero, idade, IMC e percentual de gordura corporal. Ainda, o AF demonstrou correlação positiva com o IMC.
HENGSTERMAN <i>et al</i> ⁴⁶	484 pacientes com multimorbidades, com idade média de 79,6 ± 7,6 anos.	O IMC reduziu significativamente nos pacientes com úlcera de pressão (UP). A BIA não apresentou resultados significantes para R e Xc, mas para AF na UP.

AZEVEDO <i>et al</i> ³⁹	75 pacientes, sendo 65 com sepse.	Tendência de associação entre o AF e escore prognóstico padrão para avaliação da gravidade de doença, evolução para disfunção de múltiplos órgãos e sistemas e tempo de internação.
GUPTA <i>et al</i> ³⁵	73 pacientes portadores de câncer colorretal estágios III e IV.	Pacientes bem nutridos apresentaram média de AF significativamente maior que os desnutridos. O AF pode ser um potencial indicador nutricional.
SONSIN <i>et al</i> ⁴⁷	30 pacientes com disfagia orofaríngea.	Os pacientes com AF $\geq 4^{\circ}$ apresentaram perspectivas de recuperação nutricional e clínica.

AF- ângulo de fase; IMC- índice de massa corporal; R- resistência; Xc- reactância; UP- úlcera de pressão.

Sua ainda restrita utilização na prática clínica e em situações epidemiológicas deve-se ao fato da carência de valores de referência para a população. Destaca-se que, tais valores são necessários para avaliar corretamente desvios individuais em relação à média populacional e para comparações entre estudos ^{4,10}.

Apesar do AF ser destacado como um importante marcador de morbidade e mortalidade em uma série de doenças e assim, um potencial indicador do estado nutricional^{4,9,10,11,13,35,41,42}, se faz necessário estudá-lo com maior profundidade, pois ainda é um parâmetro pouco utilizado e existem controvérsias sobre a sua relação com marcadores de estado nutricional. Na Tabela 2 estão apresentados diferentes estudos que utilizaram o AF, podendo inclusive, exercer um papel complementar aos indicadores habitualmente utilizados na prática clínica.

CONCLUSÃO

Os estudos revelam uma importante habilidade da BIA em determinar o fracionamento dos componentes corporais assim como valorizam a sua utilização enquanto marcador de estado nutricional e de avaliação de dano celular, entretanto, é recomendado o estabelecimento de critérios mais confiáveis para análise e interpretação dos resultados.

Nesta área, pesquisas que desenvolvam equações específicas para a população brasileira, inclusive para diferentes grupos etários, devem ser priorizadas.

REFERENCIAS

1. KYLE UG, BOSAEUS I, LORENZO AD, DEURENBERG P, ELIA M, GÓMEZ JM, et al. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition* 2004; 23: 1226-46.
2. BRITTO EP, MESQUITA ET. Bioimpedância elétrica aplicada à insuficiência cardíaca. *Rev SOCERJ* 2008; 21 (3): 178-83.
3. RODRIGUES MN, SILVA SC, MONTEIRO WD, FARINATTI PTV. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. *Rev Bras Med Esporte* 2001; 7 (4): 125-30.
4. BARBOSA-SILVA MC, BARROS AJ, WANG J, HEYMSFIELD SB, PIERSON RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005. 82: 49- 52.
5. ATZLER E, LEHMANN G. Über ein Neues Verfahren zur Darstellung der Herztätigkeit (Dielektrographie). *Arbeitsphysiol* 1931; 6: 636-80.
6. NYBOER J. Electrical impedance plethysmography. A physical and physiologic approach to peripheral vascular study. *Circulation* 1950; 2: 811-21.
7. THOMASSET A. Bioelectrical properties of tissue impedance measurements. *Lyon Med* 1962; 207: 107-18.
8. HOFFER EC, MEADOR CK, SIMPSON DC. Correlatiion of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969; 27 (53): 1-4.
9. GUPTA D, LAMMERSFELD CA, BURROWS JL, DAHLK SL, VASHI PG, GRUTSCH JF, HOFFMAN S, LIS CG. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in advanced colorectal cancer. *Am J Clin Nutr* 2004; 80:1634-38.
10. GUPTA D, LAMMERSFELD CA, VASHI PG, KING J, DAHLK SL, GRUTSCH JF, LIS CG. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer* 2008a; 8: 249.
11. GUPTA D, LAMMERSFELD CA, VASHI PG, KING J, DAHLK SL, GRUTSCH JF, LIS CG. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer* 2009; 9: 37.
12. MC ARDLE WC, KATCH FI, KATCH VL. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*, trad. Giuseppe Taranto, 3 Ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.
13. BAUMGARTNER RN, CHUMLEA WC, ROCHE AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1998; 48: 16-23.
14. HEYWARD VH, STOLARCZYK LM. *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo: Manole, 2000.

15. JAMBASSI FILHO JC, CYRINO ES, GURJÃO ALD, BRAZ IA, GONÇALVES R, GOBBI S. Estimativa da composição corporal e análise de concordância entre analisadores de impedância bioelétrica bipolar e tetrapolar. *Rev Bras Med Esporte* 2010; 16 (1): 13-7.
16. MARQUES MB, HEYWARD V, PAIVA CE. Validação cruzada de equações de bioimpedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). *Rev Bras Cien e Mov* 2000; 8 (4): 14-20.
17. PIRLICH M, SCHUTZ T, SPACHOS T, et al. Bioelectrical impedance analysis is a useful bedside technique to assess malnutrition in cirrhotic patients with and without ascites. *Hepatology* 2000; 32: 1208–15.
18. LIMA LRA, RECH CR, PETROSKI EL. Utilização da impedância bioelétrica para estimativa da massa muscular esquelética em homens idosos. *ALAN* 2008; 58 (4): 386-91.
19. REZENDE F, ROSADO L, FRANCESCHINI S, ROSADO G, RIBEIRO R, MARINS JCB. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. *ALAN* 2007; 57 (4).
20. SEGAL KR, GUTIN B, PRESTA, WANG J, VAN ITALLIE TB. Estimation of human body composition by electrical impedance methods a comparative study. *J Appl Physiol* 1985; 58 (5): 1565-71.
21. GRAY D, BRAY G, GEMAYEL N, et al. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 255-60.
22. SUN S, CHUMLEA W, HEYMSFIELD S, et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 331-40.
23. NAGAI M, KOMIYA H, MORI Y, OTHA T, KASAHARA Y, IKEDA Y. Development of a new method for estimating visceral fat área with multi frequency bioelectrical impedance. *J Exp Med* 2008; 214: 105-12.
24. WATSON S, BLUNDELL HL, EVANS WD, GRIFFITHS H, NEWCOMBE RG, REES DA. Can abdominal bioelectrical impedance refine the determination of visceral fat from waist circumference? *Physiol Meas* 2009; 30: N53-8.
25. RYO M, MAEDA K, ONDA T, KATASHIMA M, OKUMIYA A, NISHIDA M, ET AL. A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diabetes Care* 2005; 28 (2): 451-3.
26. BARBOSA AR, SANTAREM JM, JACOB FILHO W, MEIRELLES ES, MARUCCI MFN. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. *ALAN* 2001; 51 (1).

27. SANT'ANNA MSL, TINOCO ALA, ROSADO LEFPL, SANT'ANNA LFR, MELLO AC, BRITO ISS, ARAUJO LF, SANTOS TF. Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with different anatomical sites used in the measurement of waist circumference in children. *J Pediatr* 2009; 85 (1): 61-6.
28. FRANZ LBB. Bioimpedância elétrica como método de avaliação da composição corporal de indivíduos adultos e idosos. São Paulo 1998; 87.
29. HEITMANN BL. Avaliação de gordura corporal estimado do índice de massa corporal, dobras cutâneas e impedância. Um estudo comparativo. *Eur J Clin Nutr* 1990; 44 (11): 831-7.
30. RECH CR, SILVA AT, LUNARDI CC, BOHRER T, PETROSKI EL. Comparação da absormetria radiológica de dupla energia, antropometria e impedância bioelétrica na avaliação da composição corporal em mulheres. *Rev Digital-Buenos Aires* 2005; 91.
31. FERNANDEZ RA, ROSA CSC, BUONANI C, OLIVEIRA AR, FREITAS JUNIOR IF. Utilização da impedância bioelétrica na indicação do excesso de gordura visceral e subcutânea. *Jornal de Pediatria* 2007; 83 (6): 529-34.
32. BARRETO-SILVA, AVESANI CM, VALE B, LEMOS C, BREGMAN R. Agreement between anthropometry and bioelectrical impedance for measuring body fat in nonobese and obese nondialyzed chronic kidney disease patients. *Journal of Renal Nutrition* 2008; 18 (4): 355-62.
33. RODRÍGUEZ PN, BERMÚDEZ EF, RODRÍGUEZ GS, SPINA MA, ZENI SN, FRIEDMAN SM, EXENI RA. Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X. *Arch Argent Pediatr* 2008; 106 (2): 102-109.
34. COCETTI M, CASTILHO SD, BARROS FILHO, AA. Dobras cutâneas e bioimpedância elétrica perna-perna na avaliação da composição corporal de crianças. *Rev Nutr Campinas* 2009; 22 (4): 527-36.
35. GUPTA D, LIS CG, DAHLK SL, KING J, VASHI PG, GRUTSCH JF, LAMMERSFELD CA. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutrition Journal* 2008b; 7: 19.
36. SILVA LMDL, CARUSO L, MARTINI LA. Aplicação do ângulo de fase em situações clínicas. *Rev. Bras Nutr Clin* 2007; 22(4): 317-21.
37. SELBERG O, SELBERG D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86: 509-16.

38. BARBOSA DMO, DALTRO CS, TORRES AC, REIS GP, COSTA GLOB, COSTA MSG, LOPES ARC, FREIRE ANM. Aplicação clínica do ângulo de fase em oncologia. *Rev Bras Nutr Clin* 2008; 23 (3): 209-42.
39. AZEVEDO ZMA, SILVA DR, DUTRA MVP, ELSAS MICG, BARBOSA-SILVA MCG, FONSECA VM. Associação entre ângulo de fase, PRISM I e gravidade da sepse. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* 2007; 19 (3): 297-303.
40. BARBOSA-SILVA MC, BARROS AJ, POST CL, WAITZBERG DL, HEYMSFIELD SB. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition* 2003; 19: 422-6.
41. SCHEUNEMANN L, WAZLAWIK E, TRINDADE EBSM. Aplicação do ângulo de fase na prática clínica nutricional. *Rev Bras Nutr Clin* 2008; 23 (4): 292-7.
42. MAGGIORE Q, NIGRELLI S, CICCARELLI C, GRIMALDI C, ROSSI GA, MICHELASSI C. Nutritional and prognostic correlates of bioelectrical impedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney International* 1996; 50: 2103-08.
43. ELLIS KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiological Review* 2000; 80: 649-80.
44. MUSHNICK R, FEIN PA, MITTMAN N, GOEL N, CHATTOPADHYAY J, AVRAM MM. Relationship of bioelectrical impedance parameters to nutrition and survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney International* 2003; 64: S53-6.
45. DE LUIS DA, ALLER R, BACHILLER P, GONZALEZ-SAGRADO M, MARTIN J, IZAOLA O. Influence of hormonal status and oral intake on phase angle in HIV-infected men. *Nutrition* 2004; 20 (9): 731-4.
46. HENGSTERMANN S, FISCHER A, STEINHAGEN-THIESSEN E, SCHULZ R. Nutrition status and pressure ulcer. What we need for nutrition screening. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2007; 31: 288-94.
47. SONSIN PB, BONFIM C, SILVA ALND, CARUSO L. Análise da assistência nutricional a pacientes disfágicos hospitalizados na perspectiva de qualidade. *O mundo da saúde - São Paulo* 2009; 33 (3): 310-9.

ANEXO

ANEXO A – Capítulo de livro

Capítulo de livro denominado “Bioimpedância elétrica”, desenvolvido para a Coleção Sala de Aula, Editora EDUFBA, Universidade Federal da Bahia, Salvador- BA

BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA

1. Introdução

A estimativa da composição corporal constitui uma importante etapa na identificação de possíveis distúrbios nutricionais e nas intervenções dietética e dietoterápica. Encontram-se disponíveis na literatura diferentes métodos para a determinação da composição corporal, desenvolvidos e validados em várias populações e com inúmeras finalidades¹.

Objeto de crescente número de estudos, a bioimpedância elétrica (BIA) tem sido indicada como um método preciso e confiável para determinar a composição corporal, sobretudo pela boa reprodutibilidade e possibilidade de se trabalhar com equipamento portátil, de fácil manuseio².

A BIA tem sido validada para estimar a composição corporal e o estado nutricional em indivíduos saudáveis e em diversas situações clínicas como desnutrição, traumas, câncer, pré e pós-operatório, doenças hepáticas, insuficiência renal, em crianças, idosos e atletas^{3,4}.

2. Princípios da BIA

A análise da BIA baseia-se na medida da resistência (R) total do corpo à passagem de uma corrente elétrica de pequena intensidade (imperceptível ao corpo humano), de baixa amplitude (0,8 mA) e alta frequência (50 KHz)⁵. A BIA fundamenta-se no princípio de que os tecidos corporais oferecem diferentes oposições à passagem da corrente elétrica, que flui através do corpo pela movimentação dos íons⁶.

A oposição ao fluxo total da corrente também chamada impedância, medida através do analisador de BIA, gera dois componentes, a resistência (R) e a reactância (Xc). O vetor R é a medida de oposição ao fluxo da corrente elétrica através dos espaços intra e extracelulares do corpo, estando esta diretamente associada ao nível de hidratação destes meios. O vetor Xc reflete a oposição ao fluxo de corrente causada pela capacitância produzida pela membrana celular. Após identificar os níveis de R e Xc do organismo à corrente elétrica, o analisador avalia a quantidade de água corporal total e, assumindo que o corpo mantém uma hidratação constante, prediz a quantidade de massa livre de gordura e, em seguida, calcula a massa corporal gorda⁷.

A Xc ou resistência capacitiva, é a oposição ao fluxo da corrente causado pela capacitância (propriedade de armazenar energia), assemelhando-se a um capacitor, que

é formado por duas ou mais membranas condutoras separadas por um material isolante ou não condutivo, capaz de armazenar energia elétrica. Do mesmo modo, a membrana celular do ser humano é constituída por duas camadas de material protéico (bom condutor) e uma dupla camada de lipídio (isolante), podendo tanto armazenar energia por um período pequeno de tempo, “atrasando” a corrente, quanto atuar como resistor, isso dependerá da frequência da corrente elétrica a ser aplicada^{8,9}.

Em baixas frequências (~1kHz) nenhuma corrente elétrica passa pelas membranas celulares, então as membranas funcionam como resistores e apenas o fluido extracelular pode ser medido. Em frequências maiores, a corrente elétrica pode passar através das membranas celulares permitindo as medidas de impedância dentro e fora das células¹⁰ (Figura 1).

Os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica devido à grande quantidade de água e eletrólitos, ou seja, apresentam baixa R à passagem da corrente elétrica. Por outro lado, a gordura, o osso, a pele e os pulmões constituem um meio de baixa condutividade, apresentando, portanto, elevada R. Assim, quanto maior a quantidade de água contida em um órgão, mais facilmente a corrente irá passar e menor será a impedância (resistência)⁶.

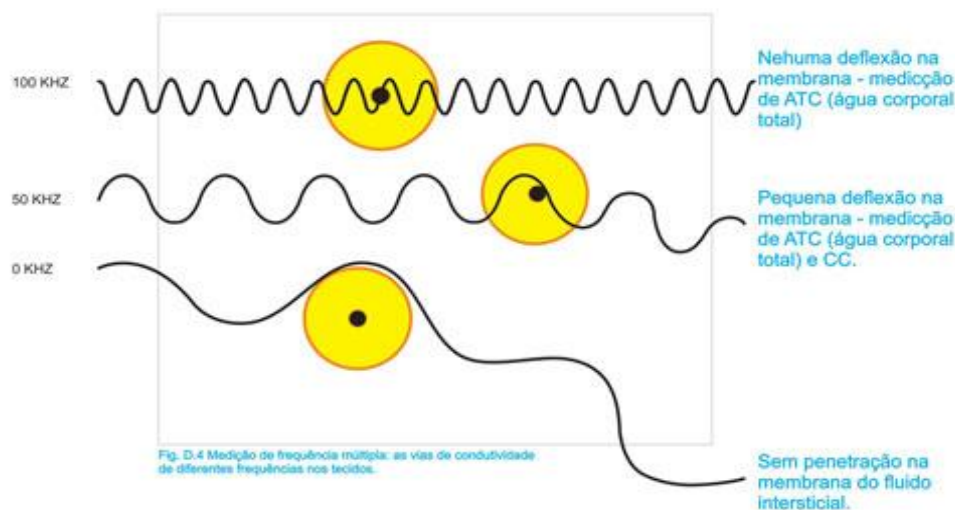


Figura 1 – Demonstração da condutividade de múltiplas frequências nos tecidos corporais. Fonte: <http://www.sistemaeis.com.br/site/base-cientifica/>

3. Método da BIA

Existe uma variedade de aparelhos de BIA disponíveis no mercado que avaliam a composição corporal de diferentes formas: por região, quando a corrente atravessa

apenas a porção superior ou inferior do corpo (BIA bipolar mão-mão ou pé-pé); total, quando a corrente atravessa todo o corpo (BIA tetrapolar mão-pé); e segmentar, onde apenas um segmento corporal ou membro é avaliado. Quanto ao tipo de frequência, atualmente é possível encontrar aparelhos de frequência única (50 KHz) e multifrequenciais (de 5 a 1000 KHz)².

O modelo da BIA mais utilizado é o tetrapolar. Nesse modelo, quatro eletrodos são fixados à mão, próximo à articulação metacarpo-falangea da superfície dorsal; ao pulso, entre as proeminências distais do rádio e da ulna; ao pé, no arco transverso da superfície superior e ao tornozelo, entre os maoléolos medial e lateral¹⁰ (Figura 2).



Figura 2 – Demonstração do local de colocação dos eletrodos. Fonte: Britto; Mesquita¹⁰.

Em seguida, uma corrente de excitação é aplicada aos eletrodos-fonte (distais) na mão e no pé, e a queda de voltagem, provocada pela impedância, é detectada pelo eletrodo-sensor (proximal) localizado no pulso e no tornozelo¹⁰.

Nos aparelhos bipolares a transmissão da corrente elétrica se dá por sensores metálicos que, em contato com as mãos ou pés, registram a impedância dos segmentos corporais entre membros superiores e tronco ou somente entre membros inferiores¹² (Figura 4).

O sistema de BIA tetrapolar parece apresentar melhor acurácia que os bipolares, sendo este último geralmente realizado através de plataforma de balanças. Nestes, os eletrodos estão em contato apenas com as regiões plantares, passando a corrente elétrica apenas pelas pernas e região pélvica. Isto possivelmente resulta em uma avaliação deficitária da composição corporal devido ao fato dessa técnica desconsiderar o tronco e os membros superiores, podendo superestimar a proporção de água se o indivíduo apresentar edema, por exemplo, ao nível dos membros inferiores, ou simplesmente se a

bexiga estiver cheia. Entretanto, até o momento, as informações não são conclusivas^{13,14}.

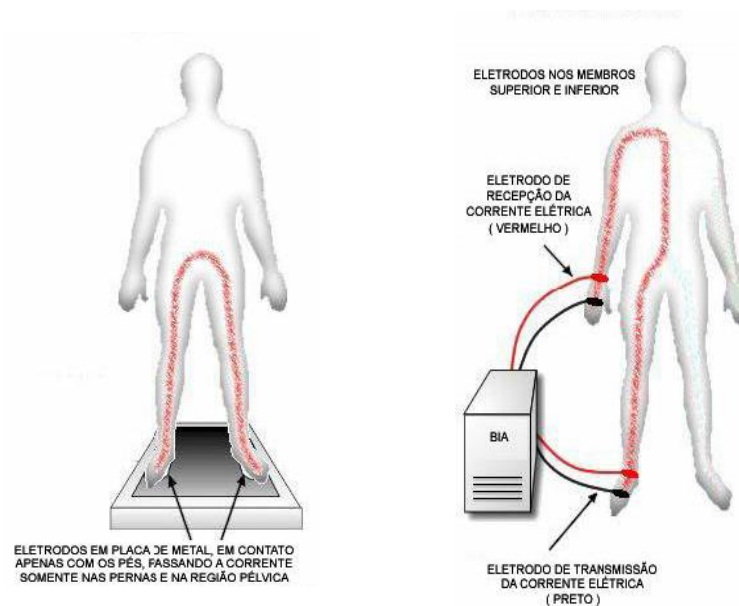


Figura 3 – Demonstração da BIA Bipolar de membros inferiores (à esquerda) e Tetrapolar (à direita).

Fonte: <http://medscanh.com.br/bioimpedancia.asp>

Mais recentemente, a BIA segmentar foi desenvolvida. Ela aborda aspectos da análise da composição corporal que podem eliminar certas inconsistências existentes na avaliação da massa corporal total, analisando o corpo por segmento, ou seja, esta técnica determina isoladamente, a massa dos membros e do tronco¹⁵ (Figura 5).

Estudiosos afirmam que as alterações na massa magra do tronco, separadamente, provavelmente não são descritas de forma confiável através das medidas de impedância do corpo inteiro e ainda, que mudanças na impedância do corpo inteiro podem estar relacionadas às alterações tanto na massa magra dos membros, como do tronco^{15,16}, por isso a importância da avaliação isolada.

A BIA segmentar tem sido utilizada para determinar deslocamentos e distribuição de fluidos em algumas doenças, como ascite, insuficiência renal e, em cirurgia. Esta técnica pode também ser útil em fornecer informações sobre o acúmulo de líquidos na região pulmonar ou abdominal. Entretanto, ressalta-se que ainda não existem estudos conclusivos sobre a aplicação do modelo segmentar da BIA¹⁵.

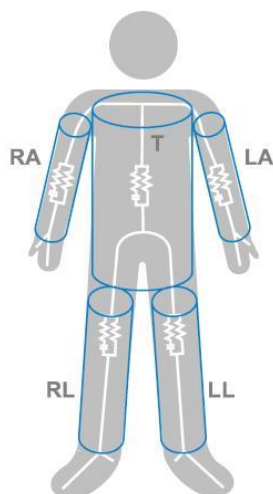


Figura 4 – Demonstração da BIA segmentar (RA- braço direito, LA – braço esquerdo, T- tronco, RL- perna direita, LL- perna esquerda. Fonte: Manual do usuário do aparelho de BIA Biospace.

4. Equações de predição

Encontram-se disponíveis na literatura diversas equações de predição que, a partir dos valores de R e X_c obtidos pela BIA, combinados com informações de peso corporal, altura, idade, sexo e atividade física estimam a composição corporal e assim quantificam a massa de gordura, massa magra e água corporal total^{2, 8, 10, 15, 17}.

Estudos de desenvolvimento e validação de equações de BIA vêm sendo amplamente realizados, entretanto, as equações de predição variam conforme o aparelho e apresentam validade apenas para a população de origem, o que constitui um fator limitante para sua utilização em outros grupos populacionais². Neste sentido, deve-se analisar cuidadosamente a escolha de uma equação de BIA que seja específica para determinado grupo de indivíduos^{2, 12, 15, 18}.

5. Aplicação da BIA

A BIA é um método de avaliação nutricional que estima os componentes corporais e a distribuição dos fluidos nos espaços intra e extracelulares^{15, 19}. É um método que permite detectar precocemente a retenção de fluidos corporais, podendo auxiliar na terapêutica medicamentosa, inibindo a deterioração funcional e a piora da qualidade de vida⁵.

O emprego da BIA na avaliação da composição corporal tem se tornado comum em diversas situações clínicas, mas existem algumas controvérsias sobre seu uso, principalmente, em condições onde há uma alteração do estado de hidratação dos

indivíduos^{10,20}, a exemplo dos casos de hiperhidratação, que podem superestimar o valor da massa magra corporal²¹.

Abaixo segue uma tabela reunindo pesquisas que utilizaram a BIA como método de avaliação da composição corporal em comparação com outros métodos tradicionalmente utilizados.

Tabela 1 – Estudos de comparação da BIA com outros métodos de avaliação da composição corporal.

Autores	Amostra	Resultados encontrados
FRANZ ²²	125 pacientes de 44 a 80 anos de idade.	Correlação positiva para valores de BIA, IMC e PCT.
HEITMANN ²³	139 dinamarqueses com idade entre 35 e 65 anos.	Estimativas confiáveis do IMC, Σ quatro pregas cutâneas e BIA para gordura corporal total.
FERNANDEZ <i>et al</i> ²⁴	811 jovens de 11 a 17 anos de idade.	BIA apresentou bom desempenho na identificação do excesso de gordura visceral e sobrepeso/obesidade, em comparação com PCT e CC.
BARRETO-SILVA <i>et al</i> ²⁵	105 pacientes com doença renal crônica estágios III e IV.	Para não obesos, o IMC, as dobras cutâneas e a BIA podem ser aplicados com boa equivalência para estimar gordura corporal.
RODRÍGUEZ <i>et al</i> ²⁶	230 pré-escolares argentinas saudáveis, de 4 a 6 anos.	Alta correlação entre IMC, CC, BIA e DEXA para estimar composição corporal.
LIMA; RECH; PETROSKI ¹⁷	60 homens idosos, de 60 a 81 anos de idade.	Forte correlação entre BIA, DEXA e IMC (r=0,90) para estimar a massa muscular esquelética.
COCETTI; CASTILHO; BARROS FILHO ²⁷	1286 escolares de 7 a 9 anos.	Alta e signficante correlação entre dobras cutâneas e BIA para o percentual de gordura corporal, para massa gorda e massa magra, mostrando boa concordância.

BIA- bioimpedância elétrica; IMC- índice de massa corporal; PCT- prega cutânea tricipital; Σ - somatório; CC- circunferência da cintura; DEXA- absorção do raio X de dupla energia.

6. Procedimentos para realização da BIA

Como os resultados obtidos através da BIA podem ser afetados por diversas condições, o controle prévio de alguns fatores deve ser realizado para a confiabilidade do método na prática clínica^{28,29}, apresentados no quadro a seguir:

FATORES A SEREM CONTROLADOS PARA APLICAÇÃO DA BIA
Calibração regular do aparelho.
Mantimento dos eletrodos em sacos fechados, protegidos do calor.
No momento da avaliação, o avaliado deve estar na posição supina, em uma superfície não condutora, com braços separados do tronco em um ângulo de 30° e pernas a 45°.
O avaliado deve estar em jejum de 4 horas.
A ingestão alcoólica e a prática de atividade física ou sauna não devem ocorrer por, no mínimo, 8 horas antes do exame.
A bexiga deve ser esvaziada antes da realização do exame.
A temperatura do ambiente deve estar em torno de 22°C.
Antes de colocar os eletrodos, a pele deve ser limpa com álcool e não deve conter lesões.
A distância entre os eletrodos deve ser, no mínimo, de 5cm.
Observar a fase do ciclo menstrual por conta da possível retenção hídrica.
Utilizar material isolante entre as pernas de indivíduos obesos (ex. toalhas).
A técnica é contra-indicada para pacientes que utilizam marca-passo.

7. BIA e o Ângulo de fase

O Ângulo de Fase (AF) é um parâmetro derivado da relação entre as medidas de R e Xc obtidas a partir da BIA, sendo calculado pela equação: $Xc/R \times 180^\circ/\pi$ ^{15,20,30,31}. Este ângulo é formado quando parte da corrente elétrica é armazenada pelas membranas celulares (capacitância dos tecidos), criando uma mudança de fase, medida geometricamente como transformação angular da capacitância^{7,8} (Figura 6).

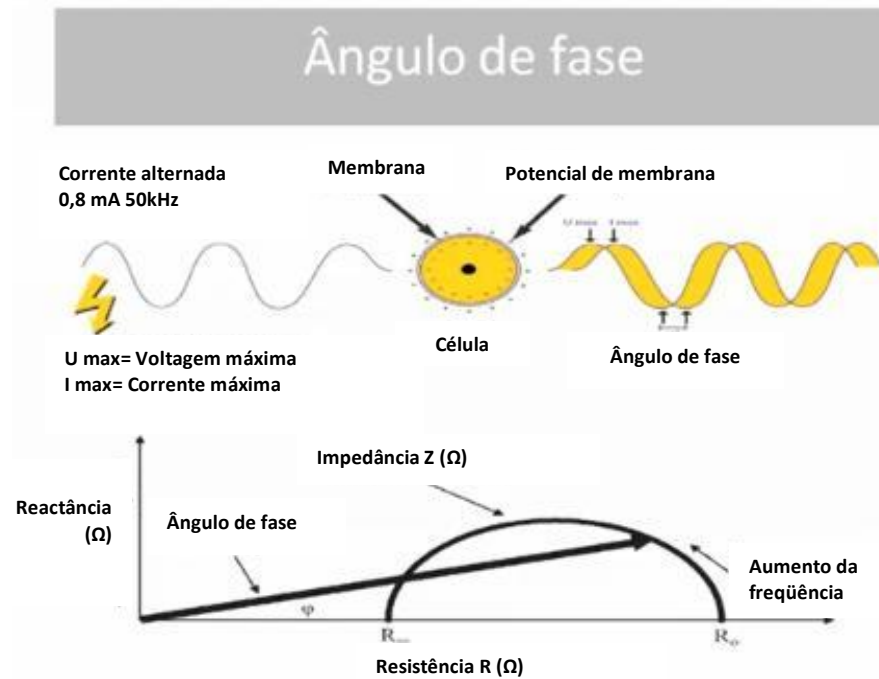


Figura 5 – Demonstração da formação do ângulo de fase. Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=DPIhtPS600>

Cada vez mais utilizado na prática clínica, a medida do ângulo de fase por ser uma ferramenta de diagnóstico nutricional que relaciona-se com o equilíbrio celular, tem sido utilizado como medida de gravidade de doença, como instrumento de avaliação funcional e como indicador geral de saúde³⁵. Estudos recentes têm validado este ângulo como indicador prognóstico em pacientes críticos^{3,7, 32, 33, 34}.

O ângulo de fase está associado também com a qualidade, tamanho e integridade celular, portanto, indica alterações na composição corporal, na função da membrana celular ou no estado de saúde. Num indivíduo saudável o AF pode apresentar valores de aproximadamente 4 a 15 graus^{8,10,36}. Valores de AF menores podem ser associados à existência ou agravamento de doença, morte celular, ou a alguma alteração na permeabilidade seletiva da membrana. Valores mais altos podem associar-se à maior quantidade de membranas celulares intactas, ou seja, maior massa celular corpórea e adequado estado de saúde^{31, 32, 33, 34, 36}.

Assim, modificações na massa celular corporal ou defeitos funcionais das membranas celulares podem resultar em mudanças no AF, sendo esperado que ocorram mudanças em seus valores de acordo com o sexo e idade, pois com o envelhecimento a capacitância dos tecidos associada à variabilidade do tamanho das células à

permeabilidade da membrana celular e à composição intracelular tornam-se diferentes, assim como a distribuição dos fluidos corporais entre os tecidos^{8, 37, 38}.

Pesquisas realizadas para investigar o papel do AF como indicador prognóstico em pacientes hospitalizados, portadores de doenças graves como alguns tipos de câncer, AIDS, insuficiência renal crônica, doença pulmonar obstrutiva crônica, cirrose hepática, bacteremia e pacientes criticamente doentes, evidenciaram associação positiva com o tempo de sobrevida destes pacientes. Os autores sugerem que o AF poderia ser uma importante ferramenta para avaliar sinais clínicos e monitorar a progressão da doença, sendo até mesmo superior a outros indicadores, séricos ou antropométricos^{3,7,31,33,34,39,40}.

O AF também tem sido utilizado como um indicador do estado nutricional. Cogita-se que, clinicamente, ele seja um marcador de nutrição relevante que possa caracterizar o acréscimo de massa extracelular corporal e o decréscimo de massa celular corporal; provavelmente, porque a nutrição esta interligada às alterações na integridade da membrana celular e alterações no equilíbrio dos fluidos corporais^{31,35,37,38,41,42,43}.

É um parâmetro que independe de equações de regressão e pode ser realizado mesmo em situações, nas quais a aplicação da BIA não é recomendada para estimar a composição corporal^{3,37,43}, eliminando uma enorme fonte de erro casual³. Este parâmetro pode, inclusive, ser utilizado mesmo em pacientes nos quais o peso e a altura não podem ser mensurados^{37,43}.

Contudo, sua escassa utilização na prática clínica deve-se ao fato da inexistência de valores de referência para a população. Estes valores são necessários para avaliar os desvios individuais em relação à média populacional e para analisar a influência do AF em resultados de estudos epidemiológicos^{32,43}.

A seguir, na Tabela 2, estão descritos alguns trabalhos que analisaram a utilização do AF como indicador prognóstico e de estado nutricional de indivíduos em diferentes condições clínicas.

Tabela 2 – Estudos que avaliaram o ângulo de fase como indicador prognóstico e de estado nutricional.

Autores	Amostra	Resultados encontrados
GUPTA et al ³¹	73 pacientes com CA colorretal estágios III e IV.	Pacientes bem nutridos apresentaram média de AF significativamente maior quando comparados aos desnutridos. Os autores sugerem que o AF é um potencial indicador nutricional nesta população.
BARBOSA-SILVA et al ⁴³	1967 americanos saudáveis, de 18 a 94 anos de idade.	Os autores mostram que o AF muda conforme o gênero, idade, IMC e %GC. O AF demonstrou correlação positiva com o IMC.
MAGGIORI et al ⁴¹	131 pacientes em hemodiálise.	AF apresentou correlação significativa com todos os índices nutricionais, exceto IMC. Houve uma associação significativa para AF e albumina sérica, índice de catabolismo protéico, ASG, massa celular corporal total e idade.
NAGANO et al ⁴⁴	81 crianças hospitalizadas, de um mês a 6 anos de idade.	O AF foi correlacionado ao peso corporal e à CMB nos pacientes bem nutridos, sendo menos nos desnutridos.
BARBOSA-SILVA et al ³⁷ .	279 pacientes de cirurgia gastro-intestinal eletiva, de 18 a 80 anos de idade.	Concordância moderada entre a ASG e AF. Os pacientes desnutridos graves, de acordo com a ASG, tiveram menores valores de AF.
GUPTA et al ³ .	52 pacientes com CA colorretal estágio IV.	O AF é um indicador de prognóstico em pacientes com CA colorretal avançado.
SCHWENK et al ⁴⁵ .	598 pacientes HIV ⁺ em tratamento anti-retroviral (HAART)	Baixo AF é um marcador prognóstico adverso independente da evolução clínica e sobrevivência dos pacientes em HAART.
GUPTA et al ³² .	259 pacientes com CA de mama.	O AF é um indicador prognóstico independente em pacientes com CA de mama.
SELBERG et al ³⁴	Pacientes com cirrose hospitalizados e pacientes controles.	AF baixos associaram-se com reduzido tempo de sobrevivência nos pacientes com cirrose, sendo os maiores valores de AF observados nos controles.

CA- câncer; AF- ângulo de fase; BIA- bioimpedância elétrica; ASG- avaliação subjetiva global; IMC- índice de massa corporal; %GC- percentual de gordura corporal; HIV- vírus da imunodeficiência humana; HAART- tratamento anti-retroviral altamente ativo; R- resistência; Xc- reactância; CMB- competência motora baixa.

8. Vantagens e limitações da BIA

No quadro a seguir estão descritas, resumidamente, as principais vantagens e limitações da BIA.

VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Confortável e não-invasiva.	Nem sempre os equipamentos dispõem das equações adequadas para avaliar determinados grupos de indivíduos, a exemplo de jovens e idosos.
Equipamento portátil, de fácil manuseio e custo relativamente baixo.	Apresenta custo mais elevado que as técnicas antropométricas, comumente utilizadas.
Fornecer resultados rapidamente.	Influenciada pelo estado de hidratação dos indivíduos avaliados, que pode inviabilizar sua utilização.
Alta correlação com os métodos antropométricos e técnicas consideradas padrão ouro para avaliar a composição corporal.	A confiabilidade depende do seguimento do protocolo.
Não requer a presença de técnicos altamente especializados para a sua utilização.	Depende de grande colaboração do avaliado para seguimento do protocolo.

Fonte: Heyward, Stolarczyk⁵; Costa⁴⁶.

REFERÊNCIAS

1. Deminici R, Rosa FT. Pregas cutâneas vs impedância bioelétrica na avaliação da composição corporal de atletas: uma revisão crítica. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2009;11(3):334-340.
2. Rodrigues MN, Silva SC, Monteiro WD, Farinatti PTV. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. Rev Bras Med Esporte 2001; 7 (4): 125-30.
3. Gupta D, Lammersfeld CA, Burrows JL, Dahlk SL, Vashi PG, Grutsch JF, Hoffman S, Lis CG. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in advanced colorectal cancer. Am J Clin Nutr 2004; 80:1634-38.
4. Kamimura MA, Draibe SA, Sigulem DM et al. Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos a hemodiálise. Revista de Nutrição 2004; 17 (1): 97-105.

5. Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole, 2000.
6. McArdle WC, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano, trad. Giuseppe Taranto, 3 Ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.
7. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1998; 48: 16-23.
8. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005. 82: 49- 52.
9. Mattar, R. Avaliação da composição corporal por bioimpedância: uma nova perspectiva. *J Biomolec Med Free Rad* 1998; 4(1).
10. Britto EP, Mesquita ET. Bioimpedância elétrica aplicada à insuficiência cardíaca. *Rev SOCERJ* 2008; 21 (3): 178-83.
11. Salmi JA. Body composition assessment with segmental multifrequency bioimpedance. *Journal of Sports Sciences & Medicine* 2003; 2 (3): 1-29.
12. Jambassi Filho JC, Cyrino ES, Gurjão ALD, Braz IA, Gonçalves R, Gobbi S. Estimativa da composição corporal e análise de concordância entre analisadores de impedância bioelétrica bipolar e tetrapolar. *Rev Bras Med Esporte* 2010; 16 (1): 13-7.
13. Dittmar M. Comparison of bipolar and tetrapolar impedance techniques for assessing fat mass. *Am J Hum Biol.* 2004;16: 593-7.
14. Lintsi M, Kaarma H, Kull I. Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17-18-year-old conscripts. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2004;4: 85-90.
15. Kyle UG, Bosaeus I, Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition* 2004; 23: 1226-46.
16. Pirlich M, Schutz T, Spachos T, et al. Bioelectrical impedance analysis is a useful bedside technique to assess malnutrition in cirrhotic patients with and without ascites. *Hepatology* 2000; 32: 1208–15.
17. Lima LRA, Rech CR, Petroski EL. Utilização da impedância bioelétrica para estimativa da massa muscular esquelética em homens idosos. *ALAN* 2008; 58 (4): 386-91.
18. Rezende F, Rosado L, Franceschini S, Rosado G, Ribeiro R, Marins JCB. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. *ALAN* 2007; 57 (4).
19. Roman MC, Torres SP, Bellido MC. Bases físicas del análisis de La impedância bioelétrica. *Vox Paediatr* 1999; 7(2): 139-43.
20. Lukaski, H. Biological indexes considered in the derivation of the bioelectrical impedance analysis. *American Journal of Clinical Nutrition* 1996; 64 (3): 397-404.

21. Deurenberg P, Vanderkooj K, Evers P, Hulshof T. Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged > 60 years. *American Journal of Clinical Nutrition* 1990; 51 (1): 3-6.
22. Franz LBB. Bioimpedância elétrica como método de avaliação da composição corporal de indivíduos adultos e idosos. São Paulo 1998; 87.
23. Heitmann BL. Avaliação de gordura corporal estimado do índice de massa corporal, dobras cutâneas e impedância. Um estudo comparativo. *Eur J Clin Nutr* 1990; 44 (11): 831-7.
24. Fernandez RA, Rosa CSC, Buonani C, Oliveira AR, Freitas Junior IF. Utilização da impedância bioelétrica na indicação do excesso de gordura visceral e subcutânea. *Jornal de Pediatria* 2007; 83 (6): 529-34.
25. Barreto-Silva, Avesani CM, Vale B, Lemos C, Bregman R. Agreement between anthropometry and bioelectrical impedance for measuring body fat in nonobese and obese nondialyzed chronic kidney disease patients. *Journal of Renal Nutrition* 2008; 18 (4): 355-62.
26. Rodríguez PN, Bermúdez EF, Rodríguez GS, Spina MA, Zeni SN, Friedman SM, Exeni RA. Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X. *Arch Argent Pediatr* 2008; 106 (2): 102-109.
27. Cocetti M, Castilho SD, Barros Filho AA. Dobras cutâneas e bioimpedância elétrica perna-perna na avaliação da composição corporal de crianças. *Rev Nutr Campinas* 2009; 22 (4): 527-36.
28. Sant'anna MSL, Tinoco ALA, Rosado LEFPL, Sant'anna LFR, Mello AC, Brito ISS, Araujo LF, Santos TF. Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with different anatomical sites used in the measurement of waist circumference in children. *J Pediatr* 2009; 85 (1): 61-6.
29. Slinde F, Rossander-Hulthen L. Bioelectrical impedance: effect of three identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 474-8.
30. Nolan MF. Conductive differences in electrodes used with transcutaneous electrical nerve stimulation devices. *Phys Ther.* 1991;71(10):746-51.
31. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, King J, Vashi PG, Grutsch JF, Lammersfeld CA. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutrition Journal* 2008a; 7: 19.
32. Gupta D, Lammersfeld CA, Vashi PG, King J, Dahlk SL, Grutsch JF, Lis CG. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer* 2008b; 8: 249.
33. Gupta D, Lammersfeld CA, Vashi PG, King J, Dahlk SL, Grutsch JF, Lis CG. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer* 2009; 9: 37.
34. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86: 509-16.

35. Barbosa DMO, Daltro CS, Torres AC, Reis GP, Costa GLOB, Costa MSG, Lopes ARC, Freire ANM. Aplicação clínica do ângulo de fase em oncologia. *Rev Bras Nutr Clin* 2008; 23 (3): 209-42.
36. Azevedo ZMA, Silva DR, Dutra MVP, Elsas MICG, Barbosa-Silva MCG, Fonseca VM. Associação entre ângulo de fase, PRISM I e gravidade da sepse. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* 2007; 19 (3): 297-303.
37. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Post CL, Waitzberg DL, Heymsfield SB. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition* 2003; 19: 422-6.
38. Scheunemann L, Wazlawik E, Trindade EBSM. Aplicação do ângulo de fase na prática clínica nutricional. *Rev Bras Nutr Clin* 2008; 23 (4): 292-7.
39. Acosta EJ, Gómez-Tello V, Ruiz SS. Nutritional assessment of the severely ill patient. *Nutr Hosp* 2005; 20(2): 5-8.
40. Ott M, Fischer H, Polat H, Helm EB, Frenz M, Caspary WF, Lembcke B: Bioelectrical impedance analysis as a predictor of survival in patients with human immunodeficiency virus infection. *J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol* 1995; 9:20-25.
41. Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, Grimaldi C, Rossi GA, Michelassi C. Nutritional and prognostic correlates of bioelectrical impedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney International* 1996; 50: 2103-08.
42. Thomasset A. Bioelectrical properties of tissue impedance measurements. *Lyon Med* 1962; 207: 107-18.
43. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005; 82: 49- 52.
44. Nagano M, Suita S, Yamanouchi T. The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutrition assessment in children. *Journal of Pediatric Surgery* 2000; 35(7): 1035-39.
45. Schwenk A, Beisenherz A, Romer K, Kremer G, Salzberger B, Elia M. Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 496-501.
46. Costa RF. A Impedância Bioelétrica e Suas Aplicações Para a Educação Física e Áreas Afins. *Revista de Educação Física da Cidade de São Paulo* 2000; 1(1): 43-50.

ANEXO B: Questionário



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA DE NUTRIÇÃO

PESQUISA: PREDITORES DE GORDURA VISCERAL: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS EM ADULTOS E IDOSOS.

Questionário nº. : _____ Data: ___/___/___ Registro: _____

Nome: _____

Endereço: _____

Telefone: _____

1.Sexo: (1) M (2) F 2.Idade: _____ 3.Data nasc.: ___/___/___

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

04.Peso: _____ IMC: _____

05.Altura(1): _____ CB: _____

06.CCintura(1): _____ CCintura(2): _____

07.CQuadril(1): _____ CQuadril(2): _____

08.CCoxa(1): _____ CCoxa(2): _____

09.DAS(1): _____ DAS(2): _____

10.PCT(1): _____ PCT (2): _____

11. PCSE (1) _____ PCSE (2) _____

12. PCB (1) _____ PCB (2) _____

13. PCSI (1) _____ PCSI (2) _____

AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA (Data: ___/___/___)

14.Glicemia de jejum: _____ 17. Colesterol total: _____

15. Insulina: _____ 18. HDL-Col: _____

16. Ácido úrico: _____ 19. LDL -col: _____

20. TG: _____ 22.VLDL: _____

21. Magnésio: _____

AVALIAÇÃO POR TOMOGRAFIA (cm²)

23. Área de tecido adiposo abdominal total: _____

24. Área de tecido adiposo subcutâneo: _____

25. Área de tecido adiposo visceral: _____

AVALIAÇÃO DA BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA

26. Reactância: _____

27. Resistência: _____

28. Ângulo de fase: _____

29. % Gordura corporal: _____

30. Massa magra: _____

ANEXO C: Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA DE NUTRIÇÃO

PROJETO DE PESQUISA: PREDITORES DE GORDURA VISCERAL: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS EM ADULTOS E IDOSOS.

Eu,, fui procurado(a) pela nutricionista Anna Karla Carneiro Roriz, mestranda da Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, quando fui informado (a) sobre o objetivo da pesquisa, sob a coordenação da professora Lílían Ramos Sampaio, com o título acima citado. O objetivo principal desta pesquisa é o de avaliar o quanto eu tenho de gordura na cavidade abdominal e isto será verificado através de medidas antropométricas e pela tomografia computadorizada abdominal. Foi colocada a importância deste estudo uma vez que pretende avaliar um melhor (es) método(s) antropométrico(s) que identifique (m) a gordura na cavidade abdominal como indicador (es) de risco cardiovascular. Foi explicado que, para a realização das medidas antropométricas, eu terei que vestir roupas finas e leves e que a tomografia computadorizada irá me expor a uma dose muito pequena de radiação a qual não causará qualquer dano à minha saúde. A mestranda deixou claro que caso eu desista de participar em qualquer fase da pesquisa, não terei prejuízo e que, caso eu necessite de algum tratamento, serei encaminhado (a) para acompanhamento.

Segundo as informações prestadas, a pesquisa consta de levantamento de meus dados pessoais, demográficos, avaliação antropométrica (peso, circunferências da cintura, quadril e coxa, comprimento da perna, pregas cutâneas tricipital e subescapular e o diâmetro do abdômen) e bioquímica, ao qual deverei comparecer ao laboratório indicado em jejum para realização da coleta de sangue (glicemia, insulina, colesterol total, HDL, LDL, VLDL, Triglicérides, magnésio e ácido úrico). Foi garantido que receberei os resultados de todos os exames realizados durante a pesquisa para acompanhamento e/ou tratamento, além de receber assistência nutricional permanente prestada por um dos ambulatórios de Nutrição do anexo Profº Francisco Magalhães Neto do HUPES. Foi dito também que todas as informações sobre a minha pessoa serão mantidas em sigilo, e não poderei ser identificado como participante da pesquisa.

Também fiquei ciente de que caso tenha alguma reclamação a fazer deverei procurar a professora Lilian Ramos Sampaio ou o Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Nutrição da UFBA (Rua Araújo Pinho, 32, Canela CEP: 40.110-150 Salvador, Bahia, Brasil Tel: 71-3283-7700/7704. Fax: 71-3283-7705) Assim, considero-me satisfeito(a) com as explicações da mestrande Anna Karla Carneiro Roriz e concordo em participar como voluntário(a) deste estudo.

COMO TENHO DIFICULDADE PARA LER (SIM..... NÃO), O ESCRITO ACIMA. ATESTO TAMBÉM QUE A PROFESSORA ANNA KARLA CARNEIRO RORIZ (OU UM MEMBRO DA SUA EQUIPE) LEU PAUSADAMENTE ESSE DOCUMENTO E ESCLARECEU AS MINHAS DÚVIDAS, E COMO TEM A MINHA CONCORDÂNCIA PARA PARTICIPAR DO ESTUDO, COLOQUEI ABAIXO A MINHA ASSINATURA (OU IMPRESSÃO DIGITAL).

SALVADOR , DE DE 2009

PESQUISADO

NOME.....

ASSINATURA:

IMPRESSÃO DATILOSCÓPICA (Quando se aplicar)

TESTEMUNHAS:

1. NOME:.....

ASSINATURA:

2. NOME:.....

ASSINATURA:

.....

ANNA KARLA CARNEIRO

RORIZ

CRN5 - 1511

DOCUMENTO EM DUAS VIAS, UMA PARA SER ENTREGUE AO PESQUISADO.