

VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS E DE
IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA PARA A ESTIMATIVA DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL EM IDOSOS

por

Cassiano Ricardo Rech

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
da Universidade Federal de Santa Catarina,
na sub-área de Atividade Física Relacionada à Saúde,
como Requisito Parcial à Obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

Fevereiro, 2006.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

A Dissertação: **VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS E DE IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA PARA A ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM IDOSOS.**

Elaborada por: **CASSIANO RICARDO RECH**

e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora, foi aceita pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, e homologada pelo Colegiado do Curso, como requisito parcial à obtenção do título de

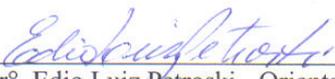
MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Florianópolis, 21 de Fevereiro de 2006.

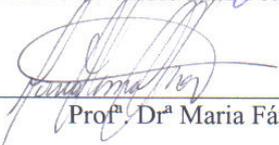
Prof. Dr. Juarez Vieira do Nascimento

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

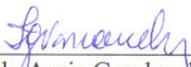
Banca Examinadora:



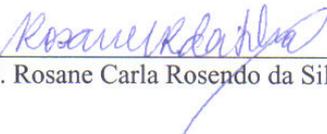
Prof.º Dr.º. Edio Luiz Petroski - Orientador



Prof.ª Dr.ª Maria Fátima Glaner



Prof.º Dr.º. Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos



Prof.ª Dr.ª. Rosane Carla Rosendo da Silva

DEDICATÓRIA

Aos meus Pais, Alfredo Rech e Iracema de David Rech, e a toda minha família pela *Educação, Carinho e Dedicção* durante essa caminhada.

EPÍGRAFE

“Certeza !

.... De tudo, ficaram três coisas:

A certeza de que estamos sempre começando...

A certeza de que precisamos continuar...

A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...

Portanto devemos:

Fazer da interrupção um caminho novo...

Da queda, um passo de dança...

Do medo, uma escada...

Do sonho, uma ponte...

Da procura, um encontro...”.

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTO

Agradeço a DEUS pelas conquistas, momentos de felicidade, de incerteza que me fizeram crescer pessoalmente e profissionalmente.

À minha família, que sempre foi minha base de sustentação, serenidade e compreensão, dedico todo o meu trabalho e agradeço por conviver ao lado de vocês.

A todas as Instituições que contribuíram para a elaboração e execução deste estudo:

Ao Centro de Diagnóstico por Imagens de Florianópolis- SC (SONITEC);

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal do Ensino Superior (CAPES);

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);

Ao Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina (CDS);

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação Física;

Ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina;

À Prefeitura Municipal de Florianópolis, em especial à professora Simone Korn;

Ao Núcleo de Estudos da Terceira Idade – NETI;

Ao Grupo de Atividades Físicas para a Terceira Idade, em especial às professoras Tânia Benedetti e Marize Amorim.

A todos os idosos que participaram do estudo. Muito obrigado.

Ao Braian Cordeiro e às alunas do curso de Nutrição pela amizade e dedicação na realização do trabalho.

Ao meu orientador, Edio Luiz Petroski, agradeço a atenção e a confiança no trabalho realizado e a amizade e o convívio que, com certeza, me incentivaram a realizar o estudo.

Aos meus amigos e orientadores, Prof^o. João Luiz Zinn, Prof^o. João Augusto Reis de Moura, Prof^o. Sérgio Alves e Prof^a. Daniela Lopes, obrigado pela força.

Aos membros da banca examinadora, Prof^o. Francisco A.G. Vasconcelos e a Prof^a. Maria Fátima Glaner, agradeço os conselhos e orientações.

À minha amiga, orientadora e “mãe adotiva”, Rosane Rosendo, agradeço a oportunidade de conhecer esta pessoa tão maravilhosa e tão cheia de vida e amor.

Aos amigos do NUCIDH: Nivia, Êlio, Ana, Priscilla, Sheilla, Rodrigo, Tânia, Ciro, Paula, Marize, Geovana, Marcelle, Francimara, Karen, Keila, André, Camila, Valmir, Ronaldo, Daniela, pelo incentivo neste período.

Aos meus amigos e parceiros de “grupos de estudos”, Doré (valeu véio), Tito, Rubão, Manu, Dani. Em especial às amigas Saray e Novânia, agradeço a dedicação profissional e amizade.

Aos amigos da turma de mestres de 2004-2006 – Grazi, Letícia, Inês, Daniel, Verônica, Spock, Evandra, Aninha, Bruno, Galdino, Patrícia, Marlina, Giancarlo, valeu pelos momentos de convívio e obrigado por fazerem parte da história da minha vida.

Agradeço aos meus amigos e parceiros Marcius Gomes (Manu e Mel), Hector, Maria, Carmen, Dedé, Elusa, Patrícia, Leandro, Jansen, João, Elvio, Alexandre, Renata, Paula, Cláudia e Nica, valeu pela torcida de todos.

Aos membros do “NUBEM” – Núcleo de Bem-Estar do Mestrando – não tenho palavras para agradecer os momentos que passamos nesses dois anos nesta cidade, nos eventos, nos encontros de grupos, nas salas de discussões, nos relatórios sobre as atividades extras do mestrado, das conversas sobre (deixa assim....). Elto, Mathias, Marcelo e Silvio, valeu por tudo durante esse tempo. Sei que conquistei amigos verdadeiros e que nunca me deixaram na mão, agradeço a vocês e tenho certeza que cada reencontro será marcado pela expectativa das memórias alegres, dos risos, dos jogos.

Agradeço à Catiana, minha irmã de coração. Obrigado pelo convívio e pela atenção, em momentos de dificuldade foi bem mais do que uma amiga. À Lisandra, pelo carinho, atenção e parceria durante todo o período do mestrado; saiba que te admiro muito e tenho muito orgulho de poder partilhar momentos da minha vida com você. À Carine e sua família pela amizade, e por todos os momentos de convívio neste período.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que colaboraram para a realização deste sonho.

RESUMO

Validação de Equações Antropométricas e de Impedância Bioelétrica para a Estimativa da Composição Corporal em Idosos

Autor: Cassiano Ricardo Rech

Orientador: Prof. Dr. Edio Luiz Petroski

Data: 21 de fevereiro de 2006

Local: Universidade Federal de Santa Catarina/ SC/Brasil

O aumento da população de idosos tem desencadeado a necessidade de aprofundamento nas questões que abrangem o envelhecimento. Neste contexto, a análise das alterações morfológicas com a idade tem sido amplamente discutida. Evidências apontam que são poucas as informações sobre métodos válidos para a estimativa da composição corporal em idosos no Brasil. Desse modo, o objetivo deste estudo foi analisar a validade cruzada de equações antropométricas e de impedância bioelétrica (IB) para a estimativa da gordura corporal (%G) e da massa livre de gordura (MLG) em uma amostra de idosos do Município de Florianópolis-SC, tendo como medida-critério a Absortometria de Radiológica de Dupla Energia (DEXA). Foram avaliados 180 idosos (60 homens e 120 mulheres) com idade entre 60 e 81 anos, selecionados de forma aleatória sistemática, pertencentes a quatro Grupos de Terceira Idade, por meio de uma entrevista realizada por telefone. As variáveis de estatura, massa corporal, perímetros corporais, espessura de dobras cutâneas, reactância e resistência foram mensuradas pelo período da manhã, junto ao Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina. As medidas da DEXA foram realizadas no período da tarde no Centro de Diagnóstico por Imagem em Florianópolis-SC. Foi analisada a validade cruzada de 20 equações antropométricas e 8 equações de IB. Para as equações que estimam a densidade corporal, utilizaram-se a equação de Siri (1961) e a equação adaptada por Deurenberg et al., (1989) para conversão em %G. As análises foram realizadas no pacote estatístico *SPSS versão 11.5*, adotando-se um nível de significância de 5%. Os critérios de validação cruzada sugeridos por Lohman (1992) e a análise gráfica das dispersões em relação à média, por meio do método proposto por Bland e Altman (1986), foram utilizados. O grupo avaliado apresentou um índice de massa corporal entre 18,4kg/m² e 39,3kg/m². O %G médio foi de 23,1% (DP=5,8) nos homens e 37,3% (DP=6,9) nas mulheres, com uma variação entre 6% a 51,4%. As diferenças entre as estimativas das equações de conversão da densidade corporal em %G não foram significativas ($p < 0,05$). As equações antropométricas generalizadas desenvolvidas por Tran e Weltman (1988) e Deurenberg et al., (1991) mostraram-se válidas para a estimativa do %G de homens idosos, apresentando um erro padrão de estimativa (EPE) entre 3,2% e 3,5% e uma correlação significativa $r = 0,78$ e $r = 0,74$, respectivamente, com a medida critério. Em relação ao grupo de mulheres idosas, foram válidas as equações antropométricas generalizadas de Durnin e Womersley (1974), Tran e Weltman (1988) e a equação específica de Gonçalves (2004). As mesmas apresentaram um EPE entre 3,26% e 3,50% , com um erro constante entre - 1,2% e 1,9%. Para a estimativa da MLG, as equações de Kyle et al., (2001), Dey et al., (2003) e Sun et al., (2003) não diferem estatisticamente da medida da DEXA em homens, tendo um erro constante entre - 0,7kg e 2,5kg. Já para mulheres, as equações de Kyle et al., (2001) e Dey et al., (2003) mostraram-se válidas (EC entre 0,3kg e 2,7kg). Em relação à análise das categorias de índice de massa corporal (IMC), as equações de Tran e Weltman (1988) e Durnin & Womersley (1974) superestimam o %G em homens com $IMC < 25\text{kg/m}^2$. O mesmo aconteceu com a equação de Gonçalves (2004) em mulheres idosas, demonstrando que nesses grupos específicos de idosos essas equação não são válidas para a estimativa do %G. As equações de IB válidas não foram influenciadas pelas categorias de IMC. Com isso, as equações validadas no presente estudo podem ser utilizadas na população de idosos nacionais.

Palavras-chave: composição corporal, idosos, antropometria, impedância bioelétrica, absortometria radiológica de dupla energia.

ABSTRACT

Validation of equations using anthropometric and bioelectrical impedance for estimating body composition of the elderly

Author: Cassiano Ricardo Rech

Advisor: Dr. Edio Luiz Petroski

Date: February 21, 2006

Federal University of Santa Catarina - SC - Brazil

The increase of the elderly population has enhanced the need for studying aging-related issues. In this context, the analysis of morphological alterations occurring with the age has been discussed thoroughly. Evidences point that there are few information on valid methods for estimating body composition of senior citizens in Brazil. Therefore, the objective of this study was to cross-validate equations using either anthropometric or bioelectrical impedance (BIA) data for estimation of body fat (%BF) and of fat-free mass (FFM) in a sample of older individuals from Florianópolis-SC, having the dual energy x-ray absorptiometry (DEXA) as the criterion-measurement. The group was composed by 180 subjects (60 men and 120 women) who participated in four community Groups for the elderly and were systematically randomly selected by a telephone interview, with age ranging from 60 to 81 years. The variables stature, body mass, body circumferences, skinfold thickness, reactance and resistance were measured in the morning at The Sports Center of the Federal University of Santa Catarina. The DEXA evaluation was performed in the afternoon at The Diagnosis Center through Image in Florianópolis-SC. Twenty anthropometric and 8 BIA equations were analyzed for cross-validation. For those equations that estimate body density, the equation of Siri (1961) and the adapted-equation by Deurenberg et al. (1989) were used for conversion into %BF. The analyses were performed with the statistical package SPSS, version 11.5, establishing the level of significance at 5%. The criteria of cross-validation suggested by Lohman (1992) and the graphic dispersion analyses in relation to the mean, as proposed by Bland and Altman (1986) were used. The group presented values for the body mass index (BMI) between $18.4\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ and $39.3\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$. The mean %BF was of 23.1% (sd=5.8) for men and 37.3% (sd=6.9) in women, varying from 6% to 51.4%. There were no differences among the estimates of the equations converting body density into %BF ($p<0.05$). The general anthropometric equations developed by Tran and Weltman (1988) and by Deurenberg et al. (1991) showed to be valid for estimating %BF for males, with a standard error of estimate (SEE) ranging from 3.2% and 3.5% and significant correlations with the criterion- measurement ($r = 0.78$ and 0.74 , respectively, $p<0.05$). For females, the general anthropometric equations of Durnin and Womersley (1974), Tran and Weltman (1988) and Gonçalves specific equation (2004) were valid. These equations presented SEE ranging from 3.3% and 3.5%, with a constant error varying from -1,2% to 1,9%. For the FFM estimation, the equations of Kyle et al. (2001), Dey et al. (2003) and Sun et al. (2003) did not differ from DEXA measures in men ($p>0.05$), with a constant error varying from -0.7kg to 2.5kg. For women, the equations of Kyle et al. (2001) and Dey et al. (2003) were valid (constant error from 0.3kg to 2.7kg). When using the BMI categories, the equations of Tran and Weltman (1988) and Durnin and Womersley (1974) overestimated the %BF in men with $\text{BMI} < 25\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$. The same pattern was observed with Gonçalves equation (2005) among women, showing that in those specific groups of seniors those equations were not valid for the %BF estimation. The results of the valid BIA equations were not influenced by the BMI categories. Therefore, the valid equations in the present study can be used with the Brazilian elderly population.

Key words: body composition, elderly, bioelectrical impedance, DEXA, anthropometric equations

ÍNDICE

	Página
LISTA DE ANEXOS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE SIGLAS.....	xiii
Capítulo	
I. INTRODUÇÃO.....	01
O Problema e sua Importância	
Objetivos do Estudo	
Delimitação do Estudo	
Definição de Termos	
II. REVISÃO DE LITERATURA.	07
Alterações Morfológicas do Envelhecimento	
Métodos de estimativa da Composição Corporal em Idosos	
Método Antropométrico	
Método da Impedância Bioelétrica	
Método da Absortometria Radiológica de Dupla Energia	
Procedimentos de Validação Cruzada	
III. METODOLOGIA.....	32
Caracterização do Estudo	
População e Amostra	
Variáveis do Estudo	
Protocolos e Instrumentos de Medidas	
Procedimentos de Coleta de Dados	
Fidedignidade das Medidas Antropométricas e de Impedância Bioelétrica	
Limitações do Estudo	
Tratamento e Análise dos Dados	
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
Características sociodemográficas, atividade física e osteoporose	
Características físicas e da composição corporal	
Análise dos critérios de validação cruzada das equações antropométricas (perímetros corporais e índice de massa corporal) para a estimativa da gordura corporal em idosos	
Análise dos critérios de validação cruzada das equações antropométricas (espessura de dobras cutâneas) para a estimativa da gordura corporal em idosos	
Análise dos critérios de validação cruzada de equações de impedância bioelétrica para a estimativa da massa livre de gordura em idosos	
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS.....	91

LISTA DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Critério de Classificação Econômica do Brasil de acordo com a ANEP.....	92
2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	94
3. Protocolos e Procedimentos Antropométricos.....	96
4. Ficha de Coleta de Dados.....	100
5. Avaliação dos Componentes Corporais pelo Método da DEXA.....	102
6. Parecer Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC.....	108
7. Roteiro de Entrevista para Seleção da Amostra.....	111
8. Valores de Fidedignidade das Medidas Antropométricas e de IB.....	115
9. Valores Descritivos da Amostra em Relação às Categorias de Idade.....	117

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Demonstração da Emissão da Corrente Elétrica por meio da IB.....	18
2. Modelo de Estimativa dos Componentes Corporais por Meio da DEXA	23
3. Percentual de Idosos que Realizam Atividades Físicas Regulares	46
4. Percentual de Idosos com perdas de Densidade Mineral Óssea	47
5. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Deurenberg et al., (1991) para a estimativa do %G em homens idosos.....	56
6. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Tran e Weltman (1988) para a estimativa do %G em homens idosos.....	61
7. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Tran e Weltman (1989) para a estimativa do %G em mulheres idosas.....	61
8. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Gonçalves (2004) para a estimativa do %G em mulheres idosas	63
9. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Durnin e Womersley (1974) para a estimativa do %G em homens idosos.....	66
10. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Durnin e Womersley (1974) para a estimativa do %G em mulheres idosas	66
11. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Kyle et al., (2001 ^a) para a estimativa da MLG em homens idosos.....	72
12. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Kyle et al., (2001 ^a) para a estimativa da MLG em mulheres idosas	72
13. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Dey et al., (2003 ^a) para a estimativa da MLG em homens idosos.....	73
14. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Dey et al., (2003 ^a) para a estimativa da MLG em mulheres idosas	73
15. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Sun et al. (2003) para a estimativa da MLG em homens idosos.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Perdas de conteúdo mineral ósseo, proteína e água corporal (%), e suas conseqüências para a estimativa da densidade da massa livre de gordura, adotando como referência um homem com MLG de 50 kg e idade de 40 anos.....	09
2. Perdas de conteúdo mineral ósseo, proteína e água corporal (%), e suas conseqüências para a estimativa da densidade da massa livre de gordura, adotando como referência uma mulher com MLG de 50 kg e idade de 40 anos.....	09
3. Equação de Siri (1961) ajustada em decorrência das perdas de conteúdo mineral ósseo, proteína e água corporal a partir dos 40 anos de idade	12
4. Características da população de origem das equações antropométricas	14
5. Características da população de origem das equações de IB.....	19
6. Erro Padrão de Estimativa para a avaliação do %G e da MLG	31
7. Equação de Siri (1961) ajustada por Deurenberg et al., (1989) para conversão da densidade corporal em %G.....	35
8. Equações antropométricas para idosos analisadas neste estudo	36
9. Equações de IB para idosos analisadas neste estudo.....	37
10. Valores aceitáveis para o erro técnico de medida (relativo-%).....	40
11. Características sociodemográficas de idosos participantes do estudo.....	45
12. Características físicas de idosos participantes do estudo	48
13. Características da composição corporal de idosos participantes do estudo	50
14. Características da população, médias e desvios padrões de idade, IMC, %G e MLG em diferentes estudos.....	51
15. Análise dos critérios de validação cruzada das equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG em homens idosos.....	54
16. Análise dos critérios de validação cruzada das equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG em mulheres idosas.....	55

17. Análise dos critérios de validação cruzada de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG em homens idosos em relação às categorias de IMC.....	57
18. Análise dos critérios de validação cruzada de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG em mulheres idosas em relação às categorias de IMC	58

LISTA DE SIGLAS

CDS	Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina
LAEF	Laboratório de Esforço Físico do CDS/UFSC
ID	Idade
MC	Massa Corporal
EST	Estatutura
%G	Gordura Corporal
MG	Massa Gorda
MCM	Massa Corporal Magra
MLG	Massa Livre de Gordura
DMO	Densidade Mineral Óssea
CMO	Conteúdo Mineral Ósseo
DEXA	Absortometria Radiológica de Dupla Energia
DC	Dobras Cutâneas
IB	Impedância Bioelétrica
EC	Erro Constante
ET	Erro Total
EPE	Erro Padrão de Estimativa
PPES	Perímetro do Pescoço
PANT	Perímetro do Antebraço
PCIN	Perímetro da Cintura
PABD	Perímetro do Abdômen
PQU	Perímetro do Quadril
PILI	Perímetro Ilíaco
DC SE	Dobra Cutânea Subescapular
DC TR	Dobra Cutânea Tricipital
DC BI	Dobra Cutânea Bicipital
DC PT	Dobra Cutânea Peitoral
DC SI	Dobra Cutânea Supra-Ilíaca
DC ABD	Dobra Cutânea Abdominal
DC CX	Dobra Cutânea Coxa medial
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
WHO	World Health Organization
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
D	Densidade Corporal
PH	Pesagem Hidrostática

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O Problema e Sua Importância

Alterações demográficas consideráveis têm sido observadas na população mundial nas últimas décadas (*World Health Organization - WHO, 2003*). Fatores como a diminuição da taxa de fecundidade, diminuição da mortalidade, os avanços tecnológicos, o controle sobre infecções e doenças e a melhora nos níveis de qualidade de vida da população em geral, têm contribuído para a longevidade das pessoas e, conseqüentemente, para o surgimento de um fenômeno conhecido como “envelhecimento da população” (Carvalho & Garcia, 2003).

Estima-se um crescimento da população idosa: dos 9,6% atuais, para cerca de 13% nos próximos 20 anos. No Brasil, por exemplo, em 2025 haverá mais de 32 milhões de idosos, colocando-o, em termos absolutos, na sexta posição mundial em relação ao número de pessoas com mais de 60 anos de idade (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2005).

Contudo, paralelamente a essas alterações demográficas, tem-se observado o aumento do número de doenças crônicas não-transmissíveis, que tem se caracterizado como um dos principais fatores associados ao envelhecimento, provocando, muitas vezes, perda da autonomia, maior consumo de medicamentos e até mesmo maiores índices de internações hospitalares entre os idosos (OPAS, 2003).

Nesse sentido, alterações nos componentes corporais, como a redução da massa muscular (sarcopenia), a diminuição da densidade mineral óssea e o aumento excessivo dos estoques de gordura corporal (obesidade), têm contribuído, direta ou indiretamente, para esse quadro de dependência entre os idosos (Doherty, 2003; Kalache, Veras & Ramos, 1987).

O excesso de gordura corporal é indicado como um fator predisponente para a mortalidade por todas as causas (Bigaard, Frederiksen, Tjønneland, Thomsen, Overvad, Heitmann & Sorensen, 2004), além de estar associado a doenças como o diabetes, a pressão alta e alguns tipos de câncer (OPAS, 2003; Rapp, Schroeder, Klenk, Ulmer, Concin, Diem, Oberaigner & Weiland, 2005). Por outro lado, a redução da massa livre de gordura, cerca de 10-16% entre os 25 e 65 anos de idade (Heymsfield, Wang, Lichtman, Kamen, Kehayias & Pierson, 1989), principalmente devido às alterações da densidade mineral óssea e da quantidade de massa muscular, está associada a quadros de osteoporose, que trazem como consequência direta a dificuldade de realizar deslocamentos (Doherty, 2003).

Desse modo, torna-se necessário monitorar as alterações nesses componentes corporais, principalmente quando relacionados aos efeitos do envelhecimento, para que as estratégias voltadas para a promoção da saúde sejam adequadas à realidade da população nacional (Simões, 2002; Zamboni, Mazzali, Zoico, Harris, Meigs, Di Francesco, Fantin, Bissoli & Bosello, 2005). Com isso, uma das preocupações tem sido desenvolver métodos válidos para a estimativa da composição corporal na população de idosos, que sejam aplicáveis em levantamentos de dados populacionais e que acompanhem as alterações dos componentes corporais com o avanço da idade (Lukaski, 1987; Perissinoto, Pisent, Sergi, Grigoletto & Enzi, 2002; Kyle, Genton, Hans, Karsegard, Slosman & Pichard, 2001b).

Diversos métodos de estimativa dos componentes corporais são apresentados na literatura, dentre os quais têm-se aqueles que são considerados métodos diretos (dissecação de cadáveres), métodos indiretos (hidrodensitometria, raios-X, densitometria óssea, ressonância magnética e outros), e os métodos duplamente indiretos (antropometria e impedância bioelétrica) (Heyward, 2001). Entretanto, a medida da Pesagem Hidrostática (PH) tem sido adotada como referência¹ para o desenvolvimento e a validação de equações de regressão antropométricas e de impedância bioelétrica, por apresentar uma melhor relação com a quantidade de gordura corporal total e com a massa livre de gordura (Guedes, 1985; Lukaski, 1987; Petroski, 1995).

Porém, a pesagem hidrostática, como método de referência, tem apresentado algumas limitações quando utilizada em idosos: 1) não leva em consideração a densidade mineral óssea; 2) estabelece constantes para a massa magra e massa gorda; 3) a dificuldade dos idosos em realizarem uma expiração máxima sob a água diminui a acuracidade da

¹ Referência – padrão para a comparação, apresenta uma excelente validade.

medida do peso submerso (Brodowicz, Mansfield, McClung & Althoff, 1994). Assim, a PH, que seria um método alternativo e de custo acessível para estimativa da gordura corporal, não apresenta uma fácil aplicação neste grupo específico da população (Brodowicz et al., 1994).

Outro procedimento, indireto, que tem sido sugerido como alternativa na estimativa dos componentes corporais, nessa faixa etária, é a Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA) (Clasey, Kanaley, Wideman, Heymsfield, Teates, Gutgessel, Thorner, Hartman & Weltman, 1999; Kohrt, 1998; Visser, Fuerst, Lang, Salamone & Harris, 1999). Esse método requer por parte do avaliado pouco esforço e seus níveis de confiabilidade são aceitos como padrão para estimativa dos componentes corporais, bem como para o desenvolvimento e validação de outros procedimentos (Brodowicz et al., 1994; Kohrt, 1998).

A utilização da DEXA como recurso na análise da composição corporal baseia-se no pressuposto de que o raio de absorção de radiações de cada tecido orgânico depende do comprimento da onda utilizada e do número dos elementos interpostos (Adams, 1997). A medida da DEXA informa o conteúdo mineral ósseo, e seu resultado permite estabelecer estimativas dos componentes de gordura e de massa livre de gordura dos tecidos não-ósseos (Lohman, 1996).

Alguns estudos (Albanese, Diessel & Genant, 2003; Kohrt, 1998; Svendsen, Haarbo, Heitmann, Gotfredsen & Christiansen, 1991; Visser et al., 1999; Wang, 1996) têm utilizado a DEXA para a estimativa da composição corporal nos mais diversos grupos etários, assegurando-a como possível substituta do método da pesagem hidrostática no desenvolvimento e na validação de métodos duplamente indiretos de estimativa da composição corporal.

Entretanto, são os métodos duplamente indiretos, principalmente a antropometria e a impedância bioelétrica, que têm sido utilizadas em pesquisas epidemiológicas, avaliações diárias em academias, clínicas e centros de atividades físicas, em função de apresentarem baixos custos operacionais.

O método antropométrico baseia-se na predição da gordura corporal (%G), por meio da medida de massa corporal, estatura, perímetros corporais e de espessura de dobras cutâneas. Alguns modelos utilizam a idade a fim de acompanhar os efeitos do envelhecimento. A literatura já apresenta algumas equações generalizadas e específicas que foram propostas para a estimativa da densidade corporal e gordura corporal em diversos grupos etários (Durnin & Womersley, 1974; Jackson & Pollock, 1978; Petroski,

1995; Tran & Weltman, 1989).

Já a impedância bioelétrica pressupõe que a resistência a uma determinada corrente elétrica é inversamente proporcional à distribuição de água corporal total e de eletrólitos (Lukaski, 1996). Assim, quantifica-se a água corporal total, podendo estimar a quantidade de massa livre de gordura (MLG). Esse método é considerado prático, de baixo custo e fidedigno para estimar a MLG, porém deve haver alguns cuidados na pré-avaliação, como a prática de atividades físicas e a utilização de diuréticos, que devem ser observados para não interferir na hidratação dos tecidos corporais, alterando, assim, a resistência à corrente elétrica (Kyle, Bosaeus, Lorenzo, Deurenberg, Elia, Go´mez, Heitmann, Kent-Smith, Melchior, Pirlich, Scharfetter, Schols & Pichard, 2004).

As alterações nos fluídos intra e extracelulares ocasionadas pelo envelhecimento alteram os valores de resistência. Assim, métodos desenvolvidos para populações jovens geralmente não são válidos quando aplicados em populações de idosos (Sun, Chumlea, Heymsfield, Lukaski, Schoeller, Friedl, Kuczmarski, Flegal, Johnson & Hubbard, 2003). Algumas equações de predição, baseadas nas medidas de resistência e estatura corporal, têm estimado com baixos erros a MLG em idosos (Gray, Bray, Gemayel & Kaplan, 1989; Lohman, 1992). Entretanto, há evidências associadas a erros elevados quando essas equações foram aplicadas em grupos de idosos brasileiros, provocando diferenças estatísticas na estimativa da composição corporal (Bottaro, 1999; Fregonasse, 2001).

Observa-se que as limitações para a utilização de equações desenvolvidas em outras populações, sem a devida validação em grupos de idosos, estão baseadas nas mudanças dos componentes corporais ocorridas com a idade. Nas pessoas idosas, as perdas de água corporal, cerca de 0,6% ao ano, a diminuição da densidade óssea, a redução de massa muscular têm-se relacionado com erros na estimativa dos componentes corporais (Kyle et al., 2004; Gariballa & Sinclair, 1998; Kyle, Bosaeus, De Lorenzo, Doherty, 2001a).

Algumas evidências demonstram que equações desenvolvidas em outras populações apresentam erros associados quando utilizadas na população idosa nacional, demonstrando que esses erros têm de ser conhecidos e analisados para uma melhor utilização destes procedimentos de avaliação (Barbosa, Santarém, Jacob Filho, Meirelles & Marucci, 2001; Fregonasse, 2001).

Assim sendo, torna-se necessário validar métodos simples de estimativa da composição corporal, como, por exemplo, a antropometria e a impedância bioelétrica, para acompanhar as mudanças nos componentes corporais de idosos, principalmente, por serem

escassas as equações que levam em consideração as alterações relacionadas com a idade na população brasileira (Petroski, 2003).

Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar o poder de predição das equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG em uma amostra de idosos. Para isso, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: **Qual a validade das equações de estimativa do %G e da MLG, a partir de medidas antropométricas e de impedância bioelétrica em idosos, utilizando como método de referência a DEXA ?**

Objetivos do Estudo

Objetivo Geral

Analisar a validade cruzada de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para estimativa do %G e da MLG em idosos por meio da DEXA.

Objetivos Específicos

Verificar a validade cruzada de equações antropométricas (perímetros corporais e IMC) para a estimativa do %G em idosos.

Verificar a validade cruzada de equações antropométricas (espessura de dobras cutâneas) para a estimativa do %G em idosos.

Verificar a validade cruzada de equações de impedância bioelétrica para a estimativa da MLG em idosos.

Analisar a validade das equações antropométricas e de impedância bioelétrica na estimativa do %G e da MLG em relação à categoria de índice de massa corporal (<25 kg/m²; 25-30 kg/m² e > 30 kg/m²).

Comparar as equações de Siri (1961) e Siri adaptada por Deurenberg et al., (1989) para a conversão da densidade corporal em %G em idosos.

Delimitação do Estudo

Este estudo propôs-se a avaliar sujeitos acima de 60 anos de idade de ambos os sexos. As análises foram realizadas por meio de três métodos de estimativa da composição corporal (DEXA, antropometria e impedância bioelétrica).

Foram utilizadas apenas as equações generalizadas e específicas analisadas neste estudo, podendo outras equações, quando testadas, produzirem resultados diferentes dos apresentados no presente estudo.

Definição de Termos

Para uma melhor compreensão dos termos abordados neste estudo, utilizou-se a seguinte definição operacional:

Absortometria Radiológica de Dupla Energia: método indireto, de estimativa dos componentes da composição corporal: conteúdo mineral ósseo, densidade mineral óssea, massa gorda, massa livre de gordura (Ragi, 1998).

Composição Corporal: no presente estudo o termo composição corporal refere-se ao estudo dos componentes de gordura corporal e massa livre de gordura.

Envelhecimento: processo natural de evolução do ser humano, dentro de uma perspectiva de evolução da espécie. Por vezes, representa as alterações na função normal que ocorrem após a maturação sexual e continuam até a longevidade máxima (Hayflick, 1997).

Equações Específicas: refere-se a equações desenvolvidas pelo método estatístico de regressão múltipla, usando populações homogêneas e com características semelhantes (Durnin & Womersley, 1974).

Equações Generalizadas: refere-se a equações desenvolvidas pelo método estatístico de regressão múltipla, usando populações heterogêneas e com amostras representativas de uma população (Durnin & Womersley, 1974).

Idosos: neste estudo, serão considerados como indivíduos com idade superior a 60 anos de idade.

Validação Cruzada: procedimento de comparação entre dois métodos que medem a mesma variável, sendo que um deles é tido como referência (Thomas & Nelson, 2002).

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

Para um melhor entendimento dos processos de estimativa da composição corporal, especialmente em idosos, este capítulo tem como objetivo apresentar os principais norteadores teóricos que permitem estimar a composição corporal por meio de medidas indiretas (DEXA) e duplamente indiretas (antropometria e impedância bioelétrica).

Primeiramente, apresentar-se-á uma análise das principais alterações morfológicas relacionadas com o avanço da idade e, posteriormente, será realizada uma revisão sobre os métodos antropométricos, de impedância bioelétrica e da DEXA aplicados à população de idosos. Por fim, serão discutidos os principais procedimentos de análise de validação cruzada, utilizados em estudos de equações de regressão para estimar os componentes corporais.

Alterações Morfológicas do Envelhecimento

Atrelado ao processo de envelhecimento, estudos procuram entender como se processa esse fenômeno no ser humano. Alguns autores têm pesquisado os efeitos físicos, psicológicos e sociais do envelhecimento na sociedade contemporânea (Shephard, 1991).

Desse modo, tem-se observado que, devido às mudanças fisiológicas relacionadas ao processo de envelhecimento, muitas das relações estabelecidas para a estimativa da composição corporal em adultos jovens não se aplicam na população de idosos (Perissinoto et al., 2002).

A estatura corporal tende a diminuir com o avanço da idade, devido à compressão das vértebras, mudanças na largura e forma dos discos vertebrais e perda de tônus muscular (WHO, 1995). A taxa de diminuição da estatura em relação à idade tem apresentado variações consideráveis. Perissinoto et al., (2002) relatam que essa diminuição pode ocorrer de 2 a 3cm por década. Já estudos longitudinais encontraram diminuições

entre 4 e 5cm, em quatro anos de acompanhamento em mulheres da Suécia (Dey, Rothenberg, Sundh, Bosaeus & Stenn, 1999).

Diferente da estatura, a massa corporal apresenta uma maior variabilidade individual, o que dificulta a avaliação em estudos transversais. Porém, em geral a massa corporal tende a aumentar até por volta dos 70 anos de idade (Seidell & Visscher, 2000), quando inicia um decréscimo em torno de 0,4kg por ano (Dey et al., 1999). Estudos como o de Perissinotto et al., (2002) encontraram valores de decréscimo na massa corporal em uma amostra de 3.356 indivíduos, entre 65-69 anos de idade, de 14% para os indivíduos mais magros (percentil 5) e de 11% para os indivíduos mais pesados (percentil 95).

Além disso, existem outras mudanças consideráveis nos componentes corporais, referentes a alterações internas e não tão perceptíveis, que também afetam o organismo com o processo de envelhecimento. Exemplo disso é a quantidade de gordura corporal, particularmente a de tronco, que é aumentada consideravelmente a partir dos 45 anos (Mohamad & Mooradian, 2002). Esse aumento está relacionado com a redistribuição da gordura corporal, que migra dos membros para o tronco, devido, principalmente, a fatores hormonais (Kyle et al., 2001b). Após os 70 anos, a gordura corporal, assim como acontece com a massa corporal, tende a diminuir (Eiben, Dey, Rothenberg, Steen, Bjoörkelundi, Bengtssoni & Lissneri, 2005), e especula-se que uma das possíveis causas dessa diminuição está relacionada à diminuição do consumo calórico diário (WHO, 2002).

Associadas às alterações no %G, também ocorrem mudanças consideráveis na MLG com o avanço da idade. A densidade específica da MLG em adultos, que aos 40 anos é de aproximadamente 1,0999g/cm³, valor esse utilizado pelo modelo de dois componentes para a estimativa da composição corporal, por meio da pesagem hidrostática (Siri, 1961), diminui consideravelmente com o avanço da idade.

Essas mudanças na densidade da MLG são ocasionadas por alterações nos componentes que formam a mesma (minerais, proteína, carboidratos, água). A variação na quantidade de carboidratos é relativamente pequena e não tem sido considerada como um componente que provoque alterações significativas no processo de estimativa da composição corporal. Já a implicação da redução do conteúdo mineral e da densidade mineral óssea tem-se mostrado significativa para a composição da densidade específica da MLG (Evans, Prior, Arngrimsson, Modlesky & Cureton, 2001). A perda é de cerca de 0,3% por ano entre os homens. Nas mulheres, após os 40 anos de idade, é de 0,6% a 1% por ano. Esse valor pode variar devido a alterações hormonais causadas, principalmente, pela menopausa (Evans et al., 2001).

As tabelas 1 e 2 apresentam a influência da perda de mineral ósseo, água corporal e proteína em homens e mulheres a partir dos 40 anos de idade na densidade específica da MLG.

Tabela 1.

Perdas de conteúdo mineral ósseo, proteína e água corporal (%), e suas conseqüências para a estimativa da densidade da MLG, adotando como referência um homem com MLG de 50 kg e idade de 40 anos.

Idade (anos)	Perda de:		Quantidade de:			Densidade MLG (kg/l)
	Mineral (%)	Proteína e água (%)	Mineral kg (%)	Proteína kg (%)	Água (%)	
40	0	0	3,45 (6,90)	9,80 (19,60)	36,75 (73,50)	1,0999
50	3	4	3,35 (6,97)	9,41 (19,59)	35,28 (73,44)	1,1005
60	6	8	3,24 (7,03)	9,02 (19,58)	33,81 (73,39)	1,1009
70	9	12	3,14 (7,12)	8,62 (19,55)	32,34 (73,33)	1,1016
80	12	16	3,04 (7,21)	8,23 (19,53)	30,98 (73,26)	1,1023

Fonte: Deurenberg, Weststrate & Kooy (1989; p. 562).

Tabela 2.

Perdas de conteúdo mineral ósseo, proteína e água corporal (%), e suas conseqüências para a estimativa da densidade da MLG, adotando como referência uma mulher com MLG de 50 kg e idade de 40 anos.

Idade (anos)	Perda de:		Quantidade de:			Densidade MLG (kg/l)
	Mineral (%)	Proteína e água (%)	Mineral kg (%)	Proteína kg (%)	Água (%)	
40	0	0	3,45 (6,90)	9,80 (19,60)	36,75 (73,50)	1,0999
50	6	3	3,26 (6,73)	9,51 (19,64)	35,65 (73,63)	1,0987
60	15	6	2,93 (6,28)	9,21 (19,73)	34,55 (74,00)	1,0952
70	24	9	2,62 (5,82)	8,92 (19,83)	33,44 (74,34)	1,0919
80	30	12	2,42 (5,58)	8,62 (19,87)	32,34 (74,55)	1,0900

Fonte: Deurenberg, Weststrate & Kooy (1989; p. 562).

A sarcopenia (redução da massa muscular) é outra alteração decorrente do aumento da idade. Deurenberg, Weststrate e Kooy (1989) relatam uma perda de 0,6% em homens adultos jovens. Já, entre as mulheres, depois dos 40 anos de idade, observa-se uma perda de conteúdo mineral ósseo entre 0,3% a 0,4% por década. Essa redução da massa muscular, além de afetar a densidade específica da MLG, é um fator que pode estar associado à realização das atividades diárias dos idosos (Doherty, 2003).

Além da redução da massa muscular, a alteração de hidratação da MLG tem sido discutida na literatura como um fator que provoca erros na estimativa da composição

corporal em idosos. A hidratação da MLG é um importante componente para a estimativa da composição corporal, principalmente quando usado o método da impedância bioelétrica. Em idosos, essa preocupação é relevante, uma vez que cerca de 50% a 60% do corpo é constituído de água, além de que, com o avanço da idade, há uma diminuição desse percentual, devido, principalmente, à redução da massa muscular (Wang, Deurenberg, Wang, Pietrobelli, Baumgartner & Heymsfield, 1999).

Algumas técnicas de estimativa da composição corporal têm utilizado constantes de hidratação da MLG, como é o caso da DEXA, que utiliza uma hidratação de cerca de 72%. Wang et al., (1999) relatam que a hidratação, em adultos, dos tecidos livres de gordura é de aproximadamente 73%. Determinados fatores influenciam esse nível de hidratação, como o envelhecimento, adiposidade, sexo, tamanho corporal e algumas doenças crônicas (Wang, et al., 1999; Lukaski, 1987).

Assim, acredita-se que entender essas alterações pode facilitar as análises a respeito das limitações apresentadas pelas técnicas de estimativa da composição corporal em idosos, uma vez que as investigações mostram relações diferentes em relação à idade, pois a base teórica específica para grupos jovens é limitada quando utilizada em grupos com mais idade. Esse reflexo é observado na utilização das técnicas antropométricas e de impedância bioelétrica, que necessitam ser específicas para grupos de idosos e atendam a essas alterações (Steen, 1988).

Métodos de Estimativa da Composição Corporal em Idosos

A avaliação da composição corporal permite determinar os componentes do corpo humano de forma quantitativa e utilizar os dados desta análise para detectar o grau de desenvolvimento e crescimento de crianças, jovens, adultos e idosos, bem como prescrever exercícios físicos.

Entende-se como composição corporal a forma, a estrutura, o tamanho e a proporção do corpo humano. No presente estudo, a composição corporal foi referenciada utilizando dois principais componentes: a gordura corporal (%G) e a massa livre de gordura (MLG) expressa em quilogramas (kg).

Em estudos que pretendem estimar a composição corporal, podem ser empregadas técnicas envolvendo procedimentos de determinação direta, indireta e duplamente direta. A determinação direta ocorre através da manipulação dos corpos “*in vitro*”, ou seja, “em solução”. Esse procedimento reduz a massa corporal em componentes químicos primários,

entretanto é utilizado somente em cadáveres (Heyward, 2001).

A dificuldade associada à utilização da técnica direta está na aplicabilidade em seres humanos “*in vivo*”, na necessidade de equipamentos laboratoriais específicos e corpo técnico especializado, na duração da análise dos cadáveres, além de envolver questões de ordem ética e legal. Já o procedimento de determinação indireta, fundamentado em suposições teóricas do método direto, tem como objetivo estimar a densidade corporal e, conseqüentemente, a quantidade de gordura corporal e MLG.

Os métodos indiretos permitem uma avaliação relativamente precisa, nos seres vivos, da composição corporal (Siri, 1961), que pode ser determinada por meio da hidrodensitometria (pesagem hidrostática, volume de água), da imagem (radiografia, DEXA, ultra-sonografia, ressonância magnética, tomografia computadorizada) e de procedimentos físico-químicos (pletisamografia, absorção de gases, dissolução isotrópica, espectrometria, ativação de nêutrons, excreção de creatina) (Petroski, 2003).

Apesar da boa acuracidade, os métodos indiretos apresentam limitações quando se deseja avaliar grandes populações, devido aos altos custos. A pesagem hidrostática tem sido considerada um método padrão de referência para o desenvolvimento e a validação de outras técnicas de estimativa dos componentes da composição corporal.

Porém, em grupos de idosos, algumas limitações práticas são encontradas quando utilizado o método da pesagem hidrostática. Esse procedimento causa certo desconforto aos avaliados, pois somente aqueles totalmente adaptados ao meio líquido conseguem realizar o peso submerso e permanecer por algum tempo sob a água em apnéia. Esses fatores trazem, como conseqüência, a redução do número de indivíduos idosos avaliados, dificultando, assim, sua aplicabilidade nessa população (Brodowicz et al., 1994).

Outra questão refere-se à conversão da densidade corporal em %G. A equação de Siri (1961)² tem sido utilizada como padrão em diversas populações para a realização desta conversão; entretanto, duas evidências limitam sua utilização em grupos de idosos: 1) a utilização de constantes para a densidade específica da gordura (0,9007 g/cm³) e da MLG (1,10 g/cm³); 2) mudanças associadas a alterações nos componentes corporais alteram, consideravelmente, a densidade específica, principalmente da MLG, em grupos após os 45 anos.

As constantes utilizadas para essa conversão são vistas como prováveis fatores de erro na estimativa do %G e da MLG em populações de idosos. A Tabela 3 apresenta a

² Equação de Siri (1961) - utilizada para conversão da densidade corporal em %G= $((495/D) - 450)$.

proposta de Deurenberg et al., (1989), como um ajuste à equação desenvolvida por Siri (1961) para a conversão da densidade corporal em %G. Os autores procuraram, a partir de uma análise teórica das perdas da densidade específica da MLG, estabelecer equações ajustadas para cada década, depois dos 40 anos de idade, para a conversão da densidade corporal em %G.

Tabela 3.

Equação de Siri (1961) ajustada em decorrência das perdas de conteúdo mineral ósseo, proteína e água corporal, a partir dos 40 anos de idade.

	Idade (anos)	Densidade _{MG}	Densidade _{MLG}	Equação
Homens	40	0,900	1,0999	495,2/D – 450,2
	50	-	1,1005	494,0/D – 448,9
	60	-	1,1009	493,2/D – 448,0
	70	-	1,1016	491,8/D – 446,4
	80	-	1,1023	490,4/D – 444,9
Mulheres	40	-	1,0999	495,2/D – 450,2
	50	-	1,0987	497,7/D – 452,9
	60	-	1,0952	504,9/D – 461,1
	70	-	1,0919	512,1/D – 469,0
	80	-	1,0900	516,3/D – 473,7

Fonte: Deurenberg et al., (1989; p. 563). Onde: D= densidade corporal.

Entretanto, esse modelo, baseado na estimativa de dois componentes (gordura e massa livre de gordura), vem sendo substituído por modelos de múltiplos componentes, que avaliam, diretamente, três, quatro ou mais componentes. A DEXA, além de outros métodos indiretos, tem, nesse sentido, apresentado uma boa aplicabilidade em estudos com idosos. No entanto, apesar de não ser aplicável em estudos populacionais, tem sido fundamental para a validação de técnicas duplamente indiretas, que são as que têm aplicação evidenciada em campo por apresentarem praticidade, baixos custos e equipamentos de fácil manuseio, e não invasivas.

Método Antropométrico

Pode-se definir a técnica antropométrica como um método não-invasivo, disponível para medir o tamanho, as proporções e a composição do corpo humano (Petroski, 2003). A antropometria vem sendo amplamente requisitada por profissionais e pesquisadores, mediante a possibilidade de utilização da espessura de dobras cutâneas e de perímetros corporais, sobretudo pela simplicidade, pelo baixo custo operacional, além da confiabilidade, aplicabilidade e validade das medidas.

Essa técnica baseia-se no princípio de que há uma relação entre o somatório de espessura das dobras cutâneas e dos perímetros corporais com a densidade corporal e a gordura corporal (Heyward, 1998). Assim, utilizando-se a técnica de pesagem hidrostática como método referencial, inúmeras equações de regressão - baseadas em modelos lineares, quadráticos ou logarítmicos - têm sido propostas, nas últimas décadas, na tentativa de prever os valores de densidade corporal e de gordura corporal (Petroski, 2003).

Nesse contexto, a literatura apresenta duas opções quando da utilização dessas equações. Uma são as equações generalizadas, desenvolvidas e aplicadas em populações com grande variação de idade e de níveis de gordura corporal. A outra opção é o uso de equações específicas, que apresentam uma generalização menor, desenvolvidas e válidas apenas em populações que apresentam características semelhantes com relação à idade, sexo, etnia e nível de atividade física (Heyward & Stolarczyk, 2000).

A diferenciação entre essas equações torna-se importante uma vez que, em grupos de idosos, em que as alterações morfológicas advindas da idade são marcantes, a relação entre o tecido adiposo subcutâneo e a densidade corporal e/ou a gordura corporal total não é a mesma apresentada em grupos de jovens (Deurenberg et al., 1989).

Em grupos de idosos, as medidas antropométricas têm apresentado uma boa correlação com a medida de densidade corporal e/ou de gordura corporal, quando mensurada pela pesagem hidrostática, por outros métodos como a DEXA, ou, ainda, quando usado o modelo de quatro componentes³ (Haapala, Hirvonen, Niskanen, Uusitupa, Kröger, Alhava & Nissen, 2002; Nuñez, Testolin & Gallagher, 2000).

Desse modo, alguns autores (Tabela 4) propuseram-se a desenvolver equações generalizadas e específicas para idosos, ou analisar sua validade em outras amostras. Um dos primeiros trabalhos desenvolvidos com idosos foi realizado por Durmin e Womersley (1974), em que, por meio da análise da composição corporal, realizada com a pesagem hidrostática, em 61 idosos (24 homens e 37 mulheres) com idade entre 50 e 68 anos, foi desenvolvida uma equação logarítmica que utiliza o somatório de quatro dobras cutâneas (tricipital, subescapular, supra-iliaca e coxa medial), específica para o grupo de idosos.

³ Modelo de fracionamento da massa corporal em quatro componentes: gordura, água corporal, conteúdo mineral, massa muscular.

Tabela 4.*Características da população de origem das equações antropométricas.*

Autores/Ano	n	Idade (anos)	País População	Método
Durnin e Womersley* ⁽¹⁹⁷⁴⁾	24 - M	50-72	Escócia	PH
Durnin e Womersley* ⁽¹⁹⁷⁴⁾	37 - F	50-68	Escócia	PH
Durnin e Womersley** ⁽¹⁹⁷⁴⁾	209 - M	17-72	Escócia	PH
Durnin e Womersley** ⁽¹⁹⁷⁴⁾	272 - F	17-68	Escócia	PH
Jackson e Pollock ⁽¹⁹⁷⁸⁾	308 - M	18-61	EUA	PH
Jackson et al., ⁽¹⁹⁸⁰⁾	331 - F	18-55	EUA	PH
Tran e Weltman ⁽¹⁹⁸⁸⁾	532 - M	21-78	EUA	PH
Tran e Weltman ⁽¹⁹⁸⁹⁾	482 - F	15-79	EUA	PH
Visser et al., ⁽¹⁹⁹⁴⁾	76 - M	60-87	Holanda	PH
Visser et al., ⁽¹⁹⁹⁴⁾	128 - F	60-87	Holanda	PH
Lean et al., ⁽¹⁹⁹⁶⁾	63 - M	18-65	UK	PH
Lean et al., ⁽¹⁹⁹⁶⁾	84 - F	18-65	UK	PH
Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	521 - M	7-83	Holanda	PH
Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	708 - F	7-83	Holanda	PH
Svendsen et al. ⁽¹⁹⁹¹⁾	23 - M	70	Dinamarca	DEXA
Svendsen et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	23 - F	70	Dinamarca	DEXA
Gonçalves ⁽²⁰⁰⁴⁾	60 - F	59-84	Brasil	DEXA

Onde: n: número de sujeitos avaliados. M: masculino. F: feminino. PH: pesagem hidrostática. DEXA: absorptometria radiológica de dupla energia. * Equação específica para idosos; ** Equação generalizada.

Além da equação específica, os autores também desenvolveram uma equação generalizada, que pode ser utilizada na população de idosos (50-72 anos), contudo, também com indivíduos jovens.

A equação específica para idosos de Durnin e Womersley (1974) tem sido freqüentemente utilizada em diferentes populações, porém sua validade ainda não foi evidenciada em estudos com a população brasileira. Rech, Silva, Lunardi, Bohrer e Petroski (2005), analisando 15 mulheres pós-menopausa e comparando com a medida da DEXA, relataram uma superestimativa da gordura corporal de 7,2% em relação à medida-critério (DEXA).

Barbosa et al., (2001) também encontraram um erro de 4% na estimativa do %G em 20 mulheres idosas em relação à medida da DEXA. Entretanto, a correlação entre os valores da DEXA e da equação de Durnin e Womersley (1974) foi alta ($r=0,83$). Esta última equação também superestimou a gordura corporal quando comparada com a pesagem hidrostática em 28 mulheres entre 67-78 anos de idade (Broekhoff, Voorrips, Weijenberg, Witvoet, Van Staveren & Deurenberg, 1992).

Visser, Heuvel e Deurenberg (1994), comparando os escores obtidos pelo método da pesagem hidrostática com aqueles obtidos pela equação generalizada de Durnin e Womersley (1974), observaram que a mesma subestimou o %G em média 6% para homens

e 4,1% para mulheres idosas.

Outras equações utilizadas em grupos de idosos foram desenvolvidas por Jackson e Pollock (1978), para homens, e Jackson, Pollock e Ward (1980), para mulheres. Esses dois estudos utilizaram a relação entre a espessura de dobras cutâneas e a densidade corporal, por meio da pesagem hidrostática, em 308 homens e 331 mulheres saudáveis dos USA. Diferente de Durnin e Womersley (1974), nesse estudo, os autores utilizaram, em função da idade, a relação curvelinear entre a espessura de dobras cutâneas e a densidade corporal (Jackson & Pollock, 1978).

As equações de Jackson e Pollock (1978) e Jackson et al., (1980) também têm sido, freqüentemente, utilizadas em estudos nacionais. Contudo, sua validade ainda não foi estabelecida em idosos. Barbosa et al., (2001), analisando a equação de Jackson et al. (1980) para o somatório de três dobras cutâneas (tricipital, supra-íliaca e coxa) em 20 mulheres, encontrou um erro de 9,7% para o %G, quando comparado com a medida da DEXA. Rech et al., (2005), analisando a equação de três dobras cutâneas em mulheres entre 50 e 75 anos do Estado do Rio Grande do Sul, relataram um erro de 1,24% para o %G, porém a concordância entre os métodos foi baixa (46,6%) da amostra analisada.

No processo de validação cruzada em seus estudos originais, Jackson e Pollock (1978) e Jackson et al., (1980) utilizaram 82 mulheres e 95 homens e observaram que a equação quadrática para a soma da espessura de três dobras cutâneas, os valores de correlação foram altos, tanto em mulheres ($r=0,82$) quanto em homens ($r=0,91$).

Quando analisadas em adultos, as equações de Jackson e Pollock (1978) e Jackson et al., (1980) têm apresentado uma boa acuracidade na avaliação da quantidade de gordura corporal. Porém, em grupos de idosos brasileiros, não se tem informação dos erros associados, até mesmo pelo fato de a idade ter sido limitada a um grupo de idosos jovens (Petroski & Pires Neto, 1995; Petroski & Pires Neto, 1996).

Recentemente, Bottaro, Heyward, Bezerra e Wagner (2002) validaram as equações de Jackson et al., (1980) para mulheres entre 20 e 40 anos de idade, não obesas, utilizando a medida da DEXA como critério de referência.

Tran e Weltman (1988; 1989) desenvolveram duas equações generalizadas, para homens e mulheres, a partir de uma população norte-americana entre 15 e 79 anos de idade, que utilizam apenas medidas antropométricas (estatura e perímetros do abdômen, quadril e íliaco), além da idade. Esse procedimento apresenta como fator positivo a facilidade e a praticidade na coleta de dados, diminuindo assim os erros de avaliação. Um ponto metodológico de importante observação na utilização dessas duas equações refere-se

à mensuração do perímetro do abdômen. Ela é realizada em dois pontos (o primeiro sobre a cicatriz umbilical e o segundo abaixo da última costela), sendo utilizada a média dos dois pontos como a medida final (Tran & Weltman, 1989).

Essas equações apresentaram valores de correlação significativos, em homens ($r=0,83$) e mulheres ($r=0,90$), na validação cruzada, em uma amostra de 72 homens e 82 mulheres (Tran & Weltman, 1988; Tran & Weltman, 1989).

Contudo, a literatura tem mostrado que a acuracidade da estimativa da gordura corporal através de perímetros corporais é menor do que a estimada através da espessura de dobras cutâneas, além de apresentar erros maiores (Heyward, 2001). Estudo realizado por Rech, et al., (2004) analisou a validade da equação de Tran e Weltman (1989) em 65 mulheres pós-menopausa e encontrou valores, estatisticamente, diferentes entre a medida da DEXA (43,4%) e aquela estimada pela equação (38,2%), apesar de os métodos apresentarem uma correlação altamente significativa ($r=0,78$ e $R^2=0,61$).

Em 1991, Svendsen e colaboradores, em uma análise de 46 idosos, todos com idade de 70 anos, desenvolveram duas equações antropométricas. Uma baseada na medida do perímetro do quadril, da massa corporal e da estatura, e outra com as medidas de índice de massa corporal, da massa corporal, estatura, da dobra cutânea do tríceps. Uma excelente relação entre a medida do IMC com a densidade corporal e/ou a gordura corporal foi evidenciada nesse estudo, sendo esta variável considerada como boa preditora da gordura corporal. No entanto, essa equação não foi testada quanto a sua validade cruzada.

Nesse mesmo ano, um estudo elaborado por Deurenberg et al., (1991), envolvendo uma amostra de homens e mulheres entre 7-83 anos de idade, desenvolveu equações de regressão linear baseadas na utilização da medida do IMC como variável independente. Os resultados apresentaram um erro padrão de estimativa de 4,1% para o %G e um coeficiente de determinação de 0,79. Apesar de o erro associado ser elevado, a boa aplicabilidade da equação a credencia como um bom método de fácil aplicação para ser utilizado na população de idosos.

Um dos últimos estudos que utilizou a medida de pesagem hidrostática especificamente com a população de idosos foi desenvolvido por Visser et al., (1994). As equações desenvolvidas a partir desse estudo foram validadas apresentando erros de 2,54% e 3,48% para mulheres, utilizando, respectivamente, o modelo com o IMC e o somatório de duas dobras cutâneas (tricipital, bicipital). Quando utilizadas essas equações para os homens, foi observado um erro de 0,39% quando utilizado o IMC e de 0,46% para a espessura de dobras cutâneas no modelo de duas dobras.

Nos últimos anos, as estimativas da composição corporal tem utilizado a DEXA, como método-critério, ao invés de utilizar a PH. Assim, Lean, Han e Deurenberg (1996) desenvolveram equações baseadas nas medidas da DEXA com a utilização das medidas de cintura e idade. O erro padrão de estimativa (EPE) destas equações foram entre 3,2% e 4% para homens e mulheres, demonstrando, assim, que variáveis de perímetros podem estimar o %G com precisão e validade.

Por fim, Gonçalves (2004) apresentou uma equação antropométrica, baseada na medida de perímetros corporais, válida para mulheres com mais de 50 anos de idade. Essa equação foi testada quanto a sua validade cruzada em outra amostra de mulheres, sendo que seus valores de EPE são adequados para a estimativa do %G em mulheres acima de 50 anos de idade (EPE=3,1%). A mesma equação também apresentou uma excelente correlação com a medida da DEXA ($r=0,99$), mas sua concordância ainda depende de uma validação cruzada com outra amostra para evidenciar sua validade, devido ao processo de validação do estudo original ter um número de idosos avaliados baixo ($n=10$). Além de ser desenvolvida no Brasil, a utilização de medidas de perímetros corporais como variáveis preditoras a torna mais aplicável em estudos de campo.

As diferenças no padrão de distribuição de gordura corporal entre diferentes etnias também podem alterar a relação entre o somatório da espessura de dobras cutâneas e a medida da composição corporal, assim como valores de densidade corporal, devendo ser considerada em estudos de validação (Mott, Wang, Thornton, Allison, Heymsfield & Pierson, 1999).

Outro aspecto que merece destaque na utilização da técnica antropométrica refere-se à escolha dos instrumentos de medida. O compasso de medida de dobras cutâneas é, nesse sentido, um dos mais estudados dentre os diversos tipos existentes. Os que apresentam maior aceitação no meio científico internacional são o *Lange* (norte-americano) e o *Harpender* (inglês), ambos considerados como sendo os melhores projetados em termos de precisão. Contudo, Cyrino, Okano, Glaner, Romanzini, Gobbo, Makoski, Bruna, Melo e Tassi (2003) verificaram o impacto da utilização de dois diferentes tipos de compasso, (*Lange e Cescorf*) sobre as espessuras de dobras cutâneas, bem como sobre as estimativas da gordura corporal. Os valores produzidos pelo compasso *Lange* foram, significativamente, maiores em relação ao *Cescorf* em todos os nove pontos anatômicos mensurados. Essas diferenças podem ser importantes, principalmente em grupos de idosos, uma vez que a medida da espessura de dobras cutâneas é afetada pela perda de elasticidade da pele, causando uma menor concentração da gordura, provocando

erros de medida.

Método da Impedância Bioelétrica

A impedância bioelétrica (IB) ou bioimpedância (BIA) é um método que tem sido amplamente utilizado no estudo da composição corporal, sobretudo pela alta velocidade no processamento das informações, por ser um método não-invasivo e relativamente barato, que estima, além dos componentes corporais, a distribuição dos fluidos corporais nos espaços intra e extracelulares (Kyle et al., 2004).

A IB baseia-se no princípio de que os tecidos corporais oferecem uma resistência diferente 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 à passagem da corrente elétrica (Foster & Lukaski, 1996). Por outro lado, a gordura, o osso e a pele constituem um meio de baixa condutividade, apresentando, portanto, elevada resistência.

O método clássico de impedância bioelétrica (figura 1) consiste na utilização de quatro eletrodos que são fixados à mão, ao pulso, ao pé e ao tornozelo do hemicorpo direito do avaliado. Em seguida, uma corrente de excitação ($500\mu\text{A}$ a $800\mu\text{A}$), a uma frequência fixa (~ 50 kHz, quilohertz), 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 (Heyward & Stolarczyk, 2000).

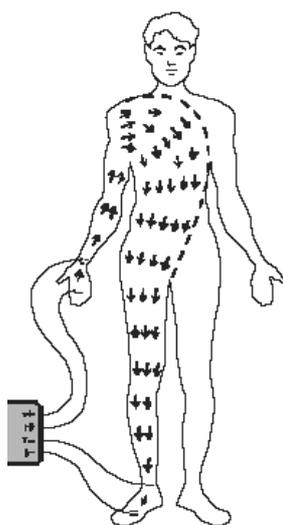


Figura 1. Demonstração da emissão da corrente elétrica por meio da impedância bioelétrica (Salmi, 2003).

Essa corrente elétrica gera vetores de resistência (medida de oposição pura ao fluxo de corrente elétrica através do corpo) e reactância (oposição ao fluxo de corrente causada pela capacitância produzida pela membrana celular) (Baumgartner, Chumlea & Roche, 1989).

Assim, após identificar os níveis de resistência (R) e reactância (Xc) do organismo à corrente elétrica, o analisador avalia a quantidade de água corporal total e, assumindo uma hidratação constante, prediz a quantidade de MLG. Porém, se o indivíduo apresentar hiperhidratação, o valor da massa magra será superestimado (Deurenberg, 1996). Portanto, a alteração no estado de hidratação é a principal limitação deste método (Lukaski, 1996).

A partir dos valores da R e da Xc obtidos pelo analisador de IB, são utilizadas diferentes equações de regressão disponíveis na literatura, para estimar os componentes corporais. A Tabela 5 apresenta as principais características das equações desenvolvidas para população idosas, a partir das variáveis da impedância bioelétrica.

Tabela 5.

Características da população de origem das equações de Impedância Bioelétrica

Autor/ Ano	n	Idade (anos)	País população	Método Referência
Deurenberg et al. ⁽¹⁹⁹⁰⁾	35 H	60-83	Holanda	PH
Deurenberg et al. ⁽¹⁹⁹⁰⁾	37 M	60-83	Holanda	PH
Kyle et al., ^(2001a)	202 H	20-94	Suíça	DEXA
Kyle et al., ^(2001a)	141 M	20-94	Suíça	DEXA
Dey et al., ^(2003a)	51 H	75	Suécia	4 - C
Dey et al., ^(2003a)	55 M	75	Suécia	4 - C
Sun et al., ⁽²⁰⁰³⁾	669 H	12-94	USA	4 - C
Sun et al., ⁽²⁰⁰³⁾	944 M	12-94	USA	4 - C

Onde: PH: pesagem hidrostática; DEXA: absorptometria radiológica de dupla energia; 4 C: modelo de 4 componentes.

Vale ressaltar que, ao contrário da PH, o primeiro componente a ser estimado a partir das informações produzidas pela IB não é a densidade corporal/gordura corporal, mas sim a água corporal e a MLG, sendo o componente adiposo, posteriormente, determinado pela subtração do valor mensurado da massa corporal total pelo valor estimado da MLG (Foster & Lukaski, 1996).

O desenvolvimento e a validação de equações preditivas, generalizadas ou específicas, adequadas para a estimativa dos componentes da composição corporal por meio da IB, em diferentes populações, tem sido, nos últimos anos, um dos grandes desafios dos pesquisadores da área. Deurenberg, et al., (1990) desenvolveram equações específicas

para a população de idosos entre 60 e 83 anos de idade de ambos os sexos. Utilizando as variáveis de estatura, massa corporal e resistência, encontraram um EPE de 3,1% e uma correlação de $r=0,94$ quando comparada com a medida da PH.

Um estudo realizado na Suíça apresentou uma excelente validação (EPE= 1,7kg) no desenvolvimento de equações para a população em geral (22-94 anos), utilizando as medidas de resistência e reactância, associadas às medidas antropométricas. Como modelo critério de referência foi usada a DEXA (modelo - Lunar), que avalia a quantidade de MLG, a massa gorda e a quantidade de densidade mineral óssea, além do conteúdo mineral ósseo (Kyle et al., 2001a).

Outra equação desenvolvida para idosos foi proposta por Dey et al., (2003a), baseada nas medidas de 4C (modelo de quatro componentes), com uma amostra de 106 idosos saudáveis da Suécia. Foram utilizadas as variáveis de sexo, de massa corporal e a relação da estatura ao quadrado pela resistência, apresentando uma forte relação com a medida-critério ($r=0,95$) e um erro constante de -0,01kg. Investigando a validade dessa equação, Dey e Bosaeus (2003b) observaram que a mesma estimou com precisão a MLG comparada à medida de 4C, em 823 idosos entre 70 e 75 anos de idade.

Sun et al., (2003) desenvolveram equações generalizadas (12-94 anos) para a estimativa da MLG, também baseadas na medida do modelo de 4C, com uma amostra de indivíduos brancos e negros dos USA. As equações apresentaram um coeficiente de determinação de $R^2=0,90$ para homens e $R^2=0,83$ para mulheres, com um EPE entre 2,9kg e 3,9kg respectivamente. Ressalta-se que essas equações têm sido amplamente utilizadas em levantamentos nos EUA no estudo da composição corporal.

Uma das variáveis que têm apresentado melhor relação para prever a MLG é a razão da estatura ao quadrado pela resistência, (Baumgartner, Heymsfield, Lichtman, Wang, & Pierson, 1991). Kyle et al., (2001a) relataram um valor de correlação de $r=0,93$ e EPE de 2,8kg. Esses dados são semelhantes aos relatados por Sun et al., (2003), que encontraram valores de $r= 0,79$ e um EPE entre 2,6kg e 3,8kg quando incluídas no modelo de regressão as variáveis de estatura ao quadrado e a massa corporal.

Contudo, essas equações e outras inúmeras existentes na literatura, quando são analisadas em outras populações, têm apresentado diferenças significativas. No estudo apresentado por Lupoli, Sergi, Coin, Perissinotto, Busetto, Inelmen e Enzi (2004), observou-se que a equação de IB, desenvolvida por Deurenberg et al. (1990), subestimou a MLG em 5,2kg nos homens e 6kg nas mulheres com IMC menor que $20\text{kg}/\text{m}^2$.

Do mesmo modo que tem ocorrido em indivíduos com baixo peso (Lupoli et al., 2004), outras investigações têm apresentado erros na estimativa dos componentes corporais em indivíduos obesos. Heber, Ingles, Susan, Ashley, Maxwell, Lyons e Elashoff (1996) observaram que os percentis mais elevados de obesidade são os que apresentam os maiores erros associados a IB. Além disso, outra evidência apontada por Coppini, Waitzberg e Campos (2005) é a de que indivíduos com $IMC > 34 \text{ kg/m}^2$ apresentam erros consideráveis em relação aos componentes corporais, devido ao aumento da água corporal total e da água extracelular, causando uma subestimativa da massa gorda. Isso pode ser explicado em função de que o acúmulo de gordura no tronco pode resultar em uma resistência maior em relação a indivíduos não obesos. Com isso, a quantidade de MLG é avaliada de forma equivocada (Gray et al., 1989).

Em uma investigação conduzida por Dey et al., (2003a), evidenciou-se que a equação de IB de Deurenberg et al., (1990) subestimou em 7,9kg a MLG em homens e 9kg em mulheres. Já a equação de Kyle et al., (2001a) subestimou em 2,6kg a MLG em homens e 4,2kg em mulheres, quando comparada com uma medida de 4C em uma amostra baseada no estudo *Nordic Research on Ageing (NORA) Study*.

No Brasil, alguns estudos têm-se proposto a analisar a validade cruzada de equações de IB. Utilizando a medida da DEXA como critério de referência, Marques, Heyward e Paiva (2000) avaliaram 44 mulheres adultas entre 20 e 40 anos de idade, observando que, em jovens, a equação de Lohman (1992) mostrou-se válida para a estimativa da MLG, sendo que 80% da amostra apresentou uma concordância entre $\pm 2,8 \text{ kg}$. Glaner (2005) também, comparando com as medidas da DEXA, observou que a equação específica de Lohman (1992), para homens jovens ($\%G > 20\%$), mostrou-se válida, apresentando um EPE= 0,90kg.

Fregonasse (2001) analisou a validade das equações de Lohman (1992) e as equações específicas para diferentes níveis de gordura corporal ($< 30\%$ e $> 30\%$) de Segal, Van Loan, Fitzgerald, Hodgdon e Van Itallie (1988), em um grupo de 95 mulheres idosas pós-menopausa. Os resultados demonstraram que a equação de Lohman (1992) superestimou, estatisticamente, a MLG em 0,63kg, e a equação de Segal et al., (1988) mostrou-se válida para a estimativa da MLG na amostra mencionada. Entretanto, um problema metodológico é evidenciado na utilização da equação de Segal et al., (1988), devido à necessidade de se determinar anteriormente o $\%G$ para assim selecionar a equação adequada.

Vale ressaltar que a qualidade das informações produzidas pelo método de impedância bioelétrica é dependente do controle prévio de inúmeros fatores, uma vez que a variação na hidratação da MLG e na concentração de eletrólitos, a instrumentação e a habilidade do avaliador tornam-se potenciais fontes de erros de medida (Lukaski, 1987). Contudo, é atribuída uma considerável vantagem ao método da IB quando comparada ao somatório de dobras cutâneas, devido à capacidade de mensuração da água corporal e por apresentar menor erro entre avaliadores.

Método da Absortometria Radiológica de Dupla Energia - DEXA

Definições e Princípios

O método de estimativa da composição corporal por meio da DEXA é uma tecnologia que tem sido muito utilizada, na última década, porém pouco discutida na literatura nacional. Baseada na medida em três componentes corporais (densidade mineral óssea, gordura corporal e massa livre de gordura), é amplamente aplicada em estudos e intervenções clínicas (Laskey, 1996).

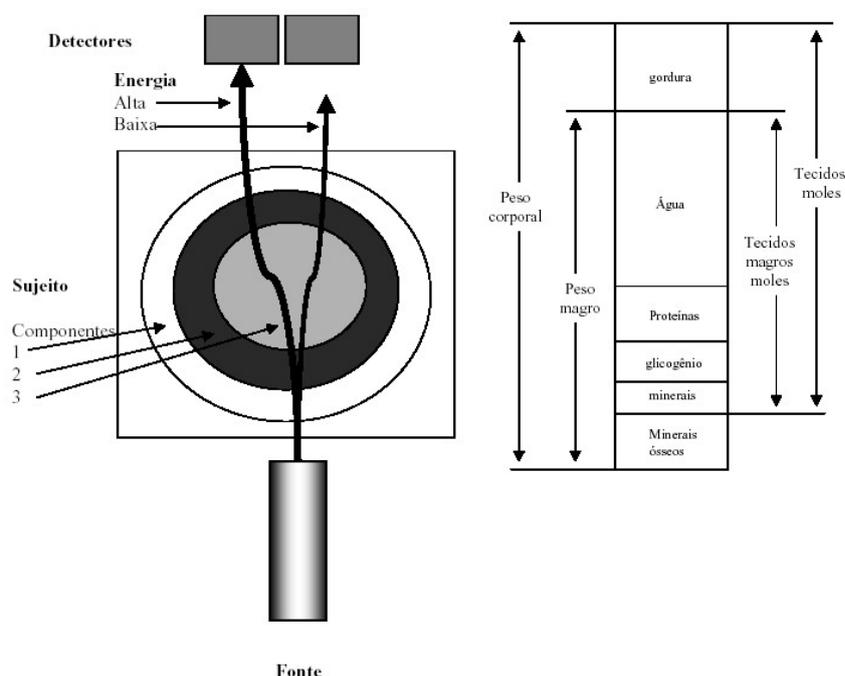
Inicialmente destinada à mensuração da densidade mineral óssea e do conteúdo mineral ósseo, essa técnica hoje, devido aos avanços tecnológicos, permite também a estimativa dos componentes corporais, dando condições para uma análise total ou dos segmentos corporais (membros superiores, inferiores e tronco), possibilitando uma análise da topografia corporal (Kohrt, 1998; Mazess, Barden, Bisek & Hanson, 1990).

A medida da DEXA é definida como a quantidade de radiação absorvida pelo corpo ou segmento desejado, calculando a diferença entre a energia emitida pela fonte de radiação e a sensibilizada pelo detector de energia (Ragi, 1998).

O processo pelo qual a DEXA diferencia os tecidos corporais se dá por meio da transposição dos fótons de energia pelos tecidos ósseos e moles de cada indivíduo, até atingir a outra extremidade, onde se localiza o detector (Figura 2). Tal processo baseia-se na diferente atenuação dos raios-X entre os tecidos ósseos e moles (Adams, 1997; Albanese et al., 2003).

A partir da diferenciação de atenuação dos tecidos, é formada uma imagem dos contornos do corpo e dos tecidos. Em seguida, um *software*, que apresenta variações de acordo com o fabricante, quantifica e localiza os diferentes componentes corporais

(Diessel, Fuerster, Njeh, Tylavsky, Cauley, Dockrell & Genant, 2000; Visser et al., 1999).



Fonte
Figura 2. Modelo de estimativa dos componentes corporais por meio da DEXA (Heymsfield et al., 2000).

Validade

As estimativas da composição corporal por meio da DEXA têm sido referenciadas em estudos que analisam o efeito do exercício físico e de dietas alimentares, em função de demonstrarem que, na análise de teste e re-teste, sua reprodutibilidade é superior ao método de ressonância magnética (Evans, Saunders, Spano, Arngrimsson, Lewis, & Cureton, 1999) e próxima aos valores relatados pela tomografia computadorizada (Kerruish, O'Connor, Humphries, Kohn, Clarke, Briody, Thomson, Wright, Gaskin & Baur, 2002).

Diversos são os estudos que procuram analisar a validade das estimativas da DEXA em relação aos componentes corporais, comparando seus resultados com a análise química de restos animais ou com métodos de referência, como a pesagem hidrostática, ressonância magnética e tomografia computadorizada (Ball & Swan, 2003; Kim, Wang, Heymsfield, Baumgartner & Gallagher, 2002).

Os principais indícios de validade das medidas da DEXA referem-se à análise de dissecação em animais. Nesse sentido, Svendsen, Haarbo, Hasseger & Chritiansen (1993), avaliando sete suínos com peso entre 35 e 95kg e comparando a gordura corporal e massa

livre de gordura com a análise química (dissecação), relataram uma correlação forte ($r > 0,97$) entre os métodos e um erro de 1,9kg e 2,7kg para a MG e MLG, respectivamente.

No mesmo estudo, os autores analisaram, em seis mulheres, a capacidade da DEXA em detectar alterações na composição corporal, adicionando uma quantidade extra de gordura corporal. A estimativa da DEXA conseguiu detectar boa parte da gordura adicionada, demonstrando ser um método válido para a estimativa da MG e MLG em humanos, considerando que a densidade específica da gordura em suínos é semelhante à apresentada em humanos. Partindo da mesma premissa, Lukaski, Marchello, Hall, Schafer, Lat e Siders (1999) compararam a estimativa da DEXA, usando 20 suínos entre 52 e 113kg, com a análise química (dissecação), e encontraram valores significativos de correlação entre os métodos.

Outras evidências em humanos corroboram a utilização da DEXA como um método válido para a estimativa da composição corporal em humanos. Prior, Cureton, Barry, Modlesky, Evans, Sloniger, Saunders e Lewis (1997), comparando a medida da DEXA com o método de 4C em 172 jovens, encontraram forte relação ($r = 0,94$), além de um erro padrão (2,8%) considerado baixo entre os métodos.

Esses resultados vão ao encontro dos achados de Van Der Ploeg, Withers e Laforgia (2003), que relataram uma forte relação ($r = 0,96$) e um baixo EPE (1,6%), comparando os valores obtidos pela DEXA e pelo modelo de 4C em 152 indivíduos de ambos os sexos, entre 18 e 59 anos de idade. Resultados esses semelhantes aos encontrados, em adultos, por Fields, Wilson, Gladden, Hunter, Pascoe e Goran, (2002) e por Wang, Hergenroeder, Stuff, Butte, Smith, O'Brian, e Ellis (2002).

Comparando a estimativa da DEXA com a medida de 4C, na avaliação 60 idosos entre 70 e 79 anos, Salamone, Fuerst, Visser, Kern, Lang, Dockrell, Cauley, Nevitt, Tylavsky e Lohman (2000) encontraram valores que não diferiram, estatisticamente, na análise da massa magra. Entretanto, ressalta-se que, nesse estudo, a gordura corporal não foi analisada.

A PH também é considerada como padrão de referência para desenvolvimento e validação de outros métodos que estimam a composição corporal. Assim, Johansson, Forslund, Sjödin, Mallmin, Hambraeus e Ljunghall (1993) compararam os valores de DEXA e PH, em 33 adultos jovens (25-29 anos), e não encontraram diferenças significativas entre os métodos.

Em um estudo com uma maior variação de idade (21-81 anos), Kohrt (1998) analisou 225 mulheres e 110 homens, fazendo um comparativo entre a estimativa da

DEXA e da PH. Diferenças significativas foram observadas entre as técnicas, porém, quando ajustadas para a quantidade de água corporal, proteína e fração de mineral da MLG, as diferenças foram eliminadas. No mesmo estudo, o autor adicionou tecido adiposo externo ao avaliado para análise, e concluiu que a DEXA identificou cerca de 96% do tecido adiposo extra.

Além do %G e da MLG, a DEXA tem sido utilizada para estimar a massa muscular em diversos grupos. Kim et al., (2002) utilizaram a DEXA em um grupo de indivíduos entre 18 e 88 anos de idade, com os quais desenvolveram e validaram equações para estimar a massa muscular total, a partir da idade, do sexo e da soma da MLG dos membros.

Hansen, Raja, Aslani, Smith e Allen (1999) compararam os valores de massa muscular e MLG obtidos pelos métodos da DEXA e modelos nucleares (potássio, nitrogênio total) em 50 homens e 50 mulheres entre 51 e 84 anos. Os autores relataram que a massa muscular não diferiu da análise de nitrogênio em ambos os sexos. Porém, houve uma subestimativa da gordura corporal nas mulheres idosas, principalmente devido à gordura abdominal (tronco).

A resolução da medida da DEXA foi conduzida por Kiebzak, Leamy, Pierson, Nord e Zhang (2000), utilizando um aparelho *Lunar* modelo *DPX-L* na determinação da composição corporal total e dos segmentos corporais, fazendo um *scan* de corpo inteiro durante 4 dias consecutivos em 10 homens e 10 mulheres com idade entre 24 e 76 anos. As análises demonstraram que, com exceção da gordura do braço e do tronco e do conteúdo mineral ósseo do tronco, os erros para todos os outros segmentos corporais foram menores que 3%. Além disso, a precisão da composição corporal total foi melhor que a precisão regional para todas as variáveis.

Demais investigações têm apresentado boas relações entre as medidas da DEXA e outras medidas de referência em grupos de crianças (Wang, et al., 2002), adultos e idosos (Visser et al., 1999; Clasey et al., 1999).

Vantagens e Limitações

A utilização da DEXA para estimar a composição corporal, apesar de ser considerada válida, apresenta alguns pontos que necessitam ser melhor explorados, para que se possa estabelecer essa medida como um “padrão de referência” definitivo.

A primeira suposição da DEXA é em relação à hidratação dos tecidos moles (MLG). A determinação dessa constante de hidratação dos tecidos foi aferida em estudos

realizados com cadáveres, sendo que algumas investigações apresentaram diferenças entre essas constantes e a análise em seres humanos “*in vivo*” (Withers, Laforgia, Pillans, Shipp, Chatternon, Schultz & Leaney, 1998).

Essas diferenças na hidratação do tecido livre de gordura são apontadas como o principal fator de erro associado a estimativas da DEXA, passando a considerar o acréscimo da fração de água existente no tecido adiposo, sob forma de massa magra, ao invés de ser caracterizado apenas como fluido (Evans et al., 1999; Kim et al., 2002 e Withers et al., 1998; Pietrobelli, Wang, Fórmica, Stenn & Heymsfield 1998).

A influência da hidratação dos tecidos é apresentada por Tylavsky, Lohman, Blunt, Schoeller, Fuerst, Cauley, Nevitt, Visser e Harris (2003), que, comparando o modelo *Hologic* QDR-4500 para a avaliação da composição corporal de 58 idosos entre 70 e 79 anos de idade, concluíram que a MLG é superestimada em relação ao modelo de 4C. Porém, quando a hidratação da MLG foi corrigida pelos valores obtidos pelo modelo de 4-C, as diferenças não foram significativas.

As investigações de Van Loan (1998) argumentam, contudo, que, apesar dos indícios da influência da hidratação dos tecidos na estimativa da DEXA, em estudos com pessoas que fazem hemodiálise e têm uma alteração de fluidos considerável, a DEXA conseguiu detectar essas alterações.

Outra alteração atrelada à hidratação dos tecidos relatados é em relação ao ciclo menstrual. Pietrobelli et al., (1998) observaram que mulheres durante o ciclo menstrual podem apresentar uma maior retenção líquida, o que interfere nos valores dos componentes corporais na avaliação da DEXA. No entanto, um estudo conduzido por Kohrt (1995) estimou que uma diferença na hidratação da MLG (78% vs 73% da MLG) produziria um erro de <0,5 kg na massa gorda e na massa livre de gordura, sugerindo que o estado de hidratação tem um efeito relativamente pequeno sobre a avaliação dos tecidos macios obtidos pela DEXA.

Além da hidratação dos tecidos, a utilização de diferentes equipamentos também tem demonstrado diferenças na estimativa da composição corporal por meio da DEXA. Hansen, et al., (1999) concluíram que, em adultos, o modelo Lunar e Norland, subestimaram a MLG, enquanto o modelo *Hologic* a superestimou, quando comparadas com a medida de tomografia computadorizada. Resultados esses que vão de encontro com os achados por Tothill, Hannan e Wilkinson (2001) e Diessel, et al., (2000), até mesmo entre equipamentos de um mesmo fabricante com diferentes calibrações.

O tipo do movimento, ou seja, o *scanner* realizado pelo equipamento apresenta,

também, um fator de diferenciação nos resultados. Existem dois tipos de *scanner*: o modelo *Fan Beam*, que realiza medidas verticais, e o modelo *Pencil Beam*, que realiza movimento em serpentina horizontalmente. A principal diferença está relacionada com o tempo de execução do *scanner*, que pode resultar em uma maior exposição à radiação (Tylavsky et al., 2003).

Vojarova, Wang, Weyer e Tataranni (2001), comparando dois *softwares* para análise da composição corporal em um aparelho LUNAR, não encontraram diferenças estatisticamente significativas, analisando modelos *phantom*⁴. Porém, as observações realizadas por Black, Petersen, Kreutzer, Toubro, Sorensen, Pedersen e Astrup (2002), utilizando um mesmo modelo de DEXA em três diferentes velocidades de *scanners*, relataram diferenças significativas na estimativa da gordura corporal.

Uma das últimas evidências aponta que as estimativas da DEXA são influenciadas pela espessura dos tecidos corporais. De acordo com alguns pesquisadores (Fields et al., 2002; Ball & Swan, 2003; Van Der Ploeg et al., 2003; Withers et al., 1998), a DEXA superestima a gordura corporal com o aumento da espessura dos tecidos. Já Evans et al., (1999), Salamone et al., (2000), Visser, Pahor, Tylavsky, Kritchevsky, Cauley, Newman, Blunt e Harris (2003), muito embora tenham observado limitações quanto à espessura dos tecidos, encontraram resultados que subestimaram a gordura corporal.

Em indivíduos que apresentam massa corporal acima de 135kg, a quantidade de energia liberada pode não ser suficiente para atravessar os tecidos, perdendo, com isso, a validade. Segundo Reubenoff, Kehayias, Dawson-Hughes e Heymsfield (1993), isso ocorre devido à grande espessura tecidual em indivíduos obesos.

Além disso, a DEXA supõe que o tecido adiposo se constitui aproximadamente de 96% de gordura e triglicerídios, consideravelmente diferente dos valores obtidos em análises clínicas em cerca de 85%. (Visser, Gallagher, Deurenberg, Wang, Pierson & Heymsfield, 1997). O percentual não lipídico do tecido adiposo, que constitui em média 15% do total da massa gorda, é composto por água. Esse líquido, quando analisado pela DEXA, é considerado como sendo tecido magro (Hansen et al., 1999; Kim et al., 2002; Pietrobelli et al., 1998; Visser et al., 1997).

Embora a radiação emitida seja relativamente alta no caso do aparelho, essa radiação é comparada à mesma quantidade recebida durante um raio-X dental ou de mão (Abanese et al., 2003). Com essas evidências, torna-se possível que um grande número de

⁴ Modelos de comparação, nos quais as características são conhecidas. Pode ser entendido como um padrão de comparação.

avaliações seja realizado em um curto período, sem colocar em risco a saúde do avaliado (Reubenoff et al., 1993). Entretanto, mesmo que essa exposição seja em pequenas quantidades, esse exame não deve ser realizado por gestantes, evitando expor o feto aos efeitos da radiação, pois, principalmente durante os primeiros meses de gravidez, pode ser fatal (Albanese et al., 2003).

Por fim, nota-se que, mesmo apresentando algumas limitações, as quais ainda carecem de mais estudos, a técnica da DEXA, hoje, apresenta estudos que a credenciem como um método indireto que pode ser utilizado como critério na validação de outros procedimentos, principalmente pelas vantagens nos grupos de idosos (pouca colaboração, levar em conta o nível de densidade mineral óssea permite uma análise da topografia de massa gorda e massa magra em relação ao tronco e segmentos).

Procedimentos de Validação Cruzada

As investigações epidemiológicas relacionadas com a influência dos componentes da composição corporal sobre o risco de desenvolver doenças requerem métodos simples, de baixo custo e de pouca complexidade, para auxiliar no processo de avaliação (Guo, Chumlea & Cockram, 1996). Desse modo, as variáveis antropométricas e de impedância bioelétrica têm sido freqüentemente utilizadas para predição da composição corporal em vários grupos através da aplicação de métodos estatísticos (equações de regressão).

O desenvolvimento de equações de estimativa da composição corporal, por meio variáveis antropométricas e de impedância bioelétrica, tem como base a validade preditiva dessas variáveis em relação à medida-critério, ou seja, quando cada variável independente explica a variável dependente (Thomas & Nelson, 2002).

Entretanto, esse processo preditivo é afetado pelas características da população de origem da equação de regressão. Assim, quando uma equação é aplicada em outra população, há uma diminuição do valor preditivo da equação em estimar a variável dependente (redução). Com isso, faz-se necessário analisar a magnitude dessa redução. Uma das formas propostas é a análise da validação cruzada desta equação em uma amostra da população na qual se deseja aplicar a equação (Jackson & Pollock, 1978; Lohman, 1992; Thomas & Nelson, 2002).

A validade cruzada envolve uma técnica de medida sendo correlacionada com uma medida-critério (padrão ouro). Esse é um dos primeiros princípios a ser obedecido na

análise da validação cruzada, a escolha da medida-critério. Em equações que estimam a densidade corporal, por exemplo, a medida da PH é considerada como “padrão ouro”, ou seja, uma medida válida dessa variável.

Depois de definida a medida critério e estabelecidos os procedimentos de coleta de dados, a análise de comparação (validação) entre as medidas estimadas pelas equações de regressão e pela medida critério deve ser realizada baseada em alguns princípios estatísticos (Lohman, 1992; Guo et al., 1996).

Primeiramente, os escores de ambas as variáveis devem apresentar uma distribuição normal (Vincent, 1995), dando condições de aplicação de métodos da estatística paramétrica entre as medidas mensuradas (medida-critério) e as medidas estimadas (medida da equação de regressão). Alguns desses procedimentos são sugeridos por Lohman (1992) para análise da estimativa da composição corporal em diversos grupos:

- teste de comparação entre médias (teste “t” pareado), devendo as médias não diferir estatisticamente;

- análise dos desvios padrões, pois a média pode não diferir, mas os valores extremos podem apresentar uma tendência de subestimar ou superestimar alguns valores que estão fora do intervalo de confiança (95%);

- cálculo do Erro Padrão de Estimativa (EPE), que fornece a variação padrão dos escores estimados em relação à medida-critério. Também podem ser calculados o Erro Constante (EC), que representa as diferenças entre os valores estimados e mensurados, e o Erro Total (ET), que estabelece o erro associado ao número de sujeitos avaliados.

A seguir, são apresentadas as equações para o cálculo dos erros de estimativa, propostos por Lohman (1992).

$EC = Vestim.. - Vmensurado$ $ET = \frac{\sqrt{\sum (Vestim. - Vmens.)^2}}{n}$ $EPE = s\sqrt{1 - R^2}$	<p>Onde:</p> <p>EC= Erro constante ET= Erro total EPE= Erro padrão de estimativa Vmens. = valor mensurado (critério) Vestim. = valor estimado (equações) n= número de sujeitos s= desvio padrão R²= coeficiente de determinação</p>
--	---

A análise do coeficiente de correlação linear de *Pearson* (r) representa a relação entre os valores mensurados e estimados. Aceita-se como critério de validação um valor de r>0,79 para equações antropométricas e de impedância bioelétrica. Algumas críticas são levantadas com relação à utilização do coeficiente de correlação como critério de análise

da validação cruzada para comparação de duas técnicas de medida (Bland & Altman, 1986). Estas críticas substanciam-se em pontos específicos:

a) A força de relação entre duas variáveis não representa que as técnicas são válidas para predizerem a mesma informação, pois não apresentam quais são as variações existentes entre as medidas. Assim, pode-se ter uma correlação alta, mas uma grande dispersão dos escores.

b) A mudança na escala de medida não afeta a correlação, mas certamente afeta a concordância entre as medidas.

c) A correlação depende do número de sujeitos e da variação dos valores (amplitude), um número pequeno de observações (medidas), e uma amplitude pequena à ocorrência de altos valores de correlação são esperados, porém a concordância pode não ser a mesma.

d) Por fim, verifica-se que os dados podem apresentar pouca concordância, mas revelar um alto valor de correlação.

Com isso, Bland & Altman (1986) propuseram uma alternativa baseada na análise gráfica, com cálculos simples para descrever a dispersão dos valores entre duas técnicas de medida.

O primeiro passo é verificar a diferença entre os valores estimados e mensurados, obtendo-se uma nova variável que pode ser chamada de diferença ou resíduo. Posteriormente, é calculada a média entre os valores estimados e mensurados, que representa a soma dos valores estimados e mensurados divididos por 2 (dois).

A partir das duas novas variáveis (diferença e média dos valores estimados e mensurados), é plotado um gráfico de dispersão, entre a diferença (eixo Y) e a média (eixo X) dos valores. Assim, tem-se um erro médio para equação analisada e um desvio padrão da diferença. A análise gráfica é realizada com base no intervalo de confiança, que, geralmente, é de 95% (± 2 desvios padrões), ou seja, pretende-se determinar os pontos limites de diferença, que são os limites de confiança. Desse modo, pode-se, ou não, identificar a homogeneidade das diferenças e confirmar o valor obtido com o coeficiente de correlação.

Com os dados de média (\bar{x}) e do desvio padrão (dp) da diferença entre os valores

estimados e mensurados, podem-se calcular os limites de confiança para a equação analisada, através das equações abaixo:

$$\bar{x} + 2dp = \textit{limite superior}$$

$$\bar{x} - 2dp = \textit{limite inferior}$$

Os valores plotados entre o limite superior e inferior representam o intervalo de 95% dos dados. Quando se analisa, especificamente, a equação de regressão para estimativa do %G e da MLG, em vez de ser observado o limite de 95% (dois desvios padrões da média), são adotados valores pré-determinados (Tabela 6), que representam um erro de variação aceitável na análise dessas variáveis. Esses valores também são adotados para a análise do EPE (Lohman, 1992).

Tabela 6.

Erro Padrão de Estimativa (EPE) para a avaliação do %G e da MLG.

EPE %G Masc. e Fem.	EPE D (g/cm ³) Masc. e Fem.	EPE MLG (kg)		Escala Qualitativa
		Masculino	Feminino	
2,0	0,0045	2,0-2,5	1,5-1,8	Ideal
2,5	0,0055	2,5	1,8	Excelente
3,0	0,0070	3,0	2,3	Muito bom
3,5	0,0080	3,5	2,8	Bom
4,0	0,0090	4,0	2,8	Razoavelmente
4,5	0,0100	4,5	3,6	Razoável
5,0	0,0110	> 4,0	> 4,0	Ruim

Fonte: Lohman (1992, p. 3-4).

A aplicação desses métodos estatísticos tem como objetivo avaliar a magnitude das diferenças e o poder de um teste mais simples ser usado na estimativa da composição corporal, quando testes mais precisos não podem ser empregados devido ao alto custo, tempo e disponibilidade de equipamentos.

Desse modo, para considerar a equação válida, faz-se necessário que sejam atendidos todos os critérios acima mencionados, ou que todos sejam discutidos e relacionados com as limitações e erros que podem ser atribuídos para a estimativa da composição corporal (Guo et al., 1996).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

Caracterização do Estudo

Considerando o objetivo de analisar a validade cruzada das equações antropométricas e de impedância bioelétrica para estimativa da composição corporal em idosos, realizou-se um estudo caracterizado como descritivo correlacional de validação cruzada (Thomas & Nelson, 2002), tendo como método critério a DEXA.

População e Amostra

A seleção da amostra foi baseada na população de 5.138 idosos de ambos os sexos que, em 2005, participavam de Grupos de Terceira Idade do Município de Florianópolis-SC. Assim, participaram do estudo 180 idosos (60 homens e 120 mulheres) com idade entre 60 e 81 anos.

Em função do alto custo das avaliações da DEXA, o tamanho amostral não foi representativo da população. Contudo, o número de idosos foi determinado considerando-se o mínimo necessário para a utilização de procedimentos de validação cruzada, de acordo com recomendações da literatura (Jackson & Pollock, 1978; Thomas & Nelson, 2002; Vincent, 1995).

Seleção da Amostra

A seleção da amostra foi realizada de forma aleatória sistemática, sendo que os Grupos de Terceira Idade foram adotados como unidade amostral e selecionados por conveniência (maior acesso aos grupos e facilidade dos idosos em comparecer aos locais de avaliação – antropometria e DEXA). Assim, serviram como unidades amostrais os grupos: Grupo de Atividades Físicas da Terceira Idade da Universidade federal de Santa

Catarina, Núcleo de Estudos da Terceira Idade - NETI, Grupo de Terceira Idade da Escola Técnica Federal de Florianópolis-SC e Grupo de Terceira Idade da Sociedade Amigos da Lagoa. Sendo o número de avaliações pré-determinado (180 avaliações), adotou-se a saturação com critério de encerramento da coleta de dados.

Por intermédio da Prefeitura Municipal de Florianópolis-SC, foi obtida autorização para contatar-se os coordenadores desses grupos, solicitando uma lista nominal, contendo idade e telefone dos idosos. A partir dessa lista, foi realizado um sorteio aleatório sistemático, utilizando-se o intervalo de cada 2 (dois) indivíduos, a partir do primeiro nome da lista. No caso de recusa por parte do idoso, passava-se para o nome seguinte da lista.

Crítérios de Inclusão da Amostra

Para este estudo foram considerados os idosos com idade superior a 60 anos (completos). Não foram incluídos na amostra idosos com doenças incapacitantes (paralisias, derrames, hipertireoidismo, hipotireoidismo, câncer, hipertensos), que apresentassem qualquer tipo de amputação, portadores de marcapasso ou qualquer tipo de metal junto ao corpo (ex: platina), cardíacos graves, e idosos que utilizassem medicamentos para tratamento renal (em decorrência da retenção hídrica), devido a possíveis alterações nas estimativas da impedância bioelétrica e da DEXA.

Variáveis do Estudo

A gordura corporal (%G) e a massa livre de gordura (MLG), estimadas por meio de equações de regressão múltipla a partir de medidas antropométricas e de impedância bioelétrica, foram consideradas variáveis independentes. Como variáveis dependentes, utilizaram-se o %G e a MLG mensurados a partir da DEXA.

Variáveis sociodemográficas (estado civil, escolaridade, nível socioeconômico) foram analisadas para descrição da amostra. O estado civil foi referenciado em quatro categorias: “solteiro”, “casado/vivendo com o parceiro”, “viúvo” e “divorciado”. Para representar o nível educacional dos idosos, a escolaridade (ginásial incompleto, ginásial completo, colegial completo e superior completo) foi agrupada em: “ensino fundamental”, “ensino médio” e “superior”, cuja categorização é a utilizada, atualmente, no processo de

ensino, de acordo com a legislação vigente.

O nível socioeconômico foi determinado a partir do Critério de Classificação Econômica Brasil, descrito pela Associação Nacional de Empresas de Pesquisa (ANEP, 2003), sendo agrupado nas classes: “A” (A1 e A2); “B” (B1 e B2); “C”; “D” e “E”. O Anexo 1 apresenta os critérios de classificação das classes econômicas (ANEP, 2003), a partir da propriedade de certos bens de consumo, tais como: TV, DVD, rádio, geladeira e outros.

A prática regular de atividade física foi solicitada, por meio de um pergunta, na qual o idoso informava a frequência, duração e tipo de atividade física regular durante uma semana. Para tanto, os dados foram organizados em duas categorias: praticam e não pratica atividade física, considerando para aqueles que praticam um mínimo de duas vezes por semana durante 30 minutos.

Com o objetivo de evitar interferência nos dados, resultando em erros consideráveis na estimativa da MLG através da impedância bioelétrica, foram controladas variáveis como o nível de hidratação, a alimentação e a prática de exercícios físicos antes das avaliações.

Foram solicitadas, ainda, informações sobre níveis de atividade física habitual e reposição hormonal. Além disso, foi utilizada a classificação da perda óssea, por meio da DEXA, nas seguintes categorias: “perda normal”, “osteopenia” e “osteoporose” (WHO, 1994), a partir da análise do “*scan*” de corpo total.

Protocolos e Instrumentos de Medidas

Após o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE - Anexo 2), e cientes dos procedimentos aos quais seriam submetidos, os idosos foram mensurados, utilizando-se os seguintes protocolos:

Medidas Antropométricas

A mensuração das medidas antropométricas seguiu a padronização específica para cada equação analisada. O Anexo 3 apresenta a descrição das padronizações e equipamentos utilizados para cada variável do estudo.

A partir das medidas antropométricas (Anexo 4), foram utilizadas equações de regressão generalizadas e específicas, desenvolvidas para estimativa da densidade corporal

e do %G para comparação com a medida da DEXA.

Seleção das Equações Analisadas

Para fins de análise, as equações que predizem a densidade corporal foram convertidas em percentual de gordura, utilizando-se a equação de Siri (1961) e a equação de Siri adaptada por Deurenberg et al., (1989), de acordo com a Tabela 7.

As equações antropométricas analisadas no presente estudo foram selecionadas de acordo com a idade da amostra, com os maiores valores de correlação apresentados na validação cruzada, menores erros padrões de estimativa (EPE) no desenvolvimento das mesmas, e, entre aquelas que apresentassem uma melhor aplicabilidade na população de idosos (Tabela 8).

A conversão da densidade corporal se faz necessária, pois a medida-critério (DEXA) fornece apenas dados da quantidade de gordura relativa e não de densidade corporal. A equação de Siri (1961) estabelece constantes de massa gorda e massa livre de gordura. Desse modo, Deurenberg et al., (1989) propuseram alterações, baseadas em evidências que sustentam uma alteração dos componentes, principalmente da MLG, com o envelhecimento. Assim, buscou-se comparar as duas estimativas com a medida-critério.

$$\%G = ((495 / D) - 450) \times 100 \quad (\text{equação de Siri, 1961})$$

Tabela 7.

Equação de Siri (1961) ajustada por Deurenberg et al. (1989) para converter a densidade corporal em %G.

	Idade (anos)	Equação
Homens	40	495,2/D - 450,2
	50	494,0/D - 448,9
	60	493,2/D - 448,0
	70	491,8/D - 446,4
	80	490,4/D - 444,9
Mulheres	40	495,2/D - 450,2
	50	497,7/D - 452,9
	60	504,9/D - 461,1
	70	512,1/D - 469,0
	80	516,3/D - 473,7

Fonte: Deurenberg et al., (1989; p. 563).

Tabela 8.*Equações antropométricas para idosos analisadas neste estudo.*

Nº	Autores	Ano	Critério	Equação
Homens				
1	Durnin & Womersley (Esp.)	1974	PH	$D = 1,1715 - 0,0779 \text{ Log (SE+TR+BI+SI)}$
2	Durnin & Womersley (Gen.)	1974	PH	$D = 1,1765 - 0,0744 \text{ Log (SE+TR+BI+SI)}$
3	Jackson & Pollock	1978	PH	$D = 1,0990750 - 0,0008209 (PT+ABD+CX) + 0,0000026 (PT+ABD+CX)^2 - 0,0002017 (ID) - 0,00005675 (PABD) + 0,00018586 (PANT)$
4	Tran & Weltman	1988	PH	$\%G = - 47,371817 + 0,57914807 (PABD) + 0,25189114 (PQU) + 0,21366088 (PIL) - 0,35595404 (MC)$
5	Visser et al.,	1994	PH	$D = 0,0186 (1F) - 0,0300 \text{ Log (BI+TR)} + 1,0481$
6	Visser et al.,	1994	PH	$D = 0,0226 (1F) - 0,0022 (IMC) + 1,0605$
7	Lean et al.,	1996	PH	$\%G = 0,567 (PCIN) + 0,101 * (ID) - 31,8$
8	Lean et al.,	1996	PH	$\%G = 0,353 (PCIN) + 0,756 (TR) + 0,235 (ID) - 26,4$
9	Svendsen et al.,	1991	DEXA	$\%G = 50,26 - 0,42 (PQU) - 0,29 (EST) + 0,72 (MC)$
10	Deurenberg et al.,**	1991	PH	$\%G = 1,2 (IMC) + 0,23 (ID) - 10,8 (1 F) - 5,4$
Mulheres				
11	Durnin & Womersley (Esp.)	1974	PH	$D = 1,1339 - 0,0645 \text{ Log}_{10} (SE+TR+BI+SI)$
12	Durnin & Womersley (Gen.)	1974	PH	$D = 1,1567 - 0,0717 \text{ Log}_{10} (SE+TR+BI+SI)$
13	Jackson et al.,	1980	PH	$D = 1,0994921 - 0,0009929 (TR+SI+CX) + 0,0000023 (TR+SI+CX)^2 - 0,0001392 (ID)$
14	Tran & Weltman*	1989	PH	$D = 1,168297 - 10,002824 (PABD) + 0,0000122098 (PABD)^2 - 0,000733128 (PQU) + 10,000510477 (EST) - 0,000216161 (ID)$
15	Visser et al.,	1994	PH	$D = 0,0186 (0F) - 0,0300 \text{ log (BI+TR)} + 1,0481$
16	Visser et al.,	1994	PH	$D = 0,0226 (0F) - 0,0022 (IMC) + 1,0605$
17	Lean et al.,	1996	PH	$\%G = 0,232 (PCIN) + 0,657 (TR) + 0,215 (ID) - 5,5$
18	Deurenberg et al.,**	1991	PH	$\%G = 1,2 (IMC) + 0,23 (ID) - 10,8 (1*) - 5,4$
19	Svendsen et al.,	1991	DEXA	$\%G = 1,40 (IMC) + 0,48 (TR) - 25,81$
20	Gonçalves	2004	DEXA	$\%G = - 0,242 (MC) - 0,745 (PPES) + 0,425 (PCIN) + 0,464 (PQU)$

Onde: critério: técnica utilizada no desenvolvimento e validação das equações de regressão. PH: pesagem hidrostática. DEXA: absorptometria radiológica de dupla energia. D: densidade corporal. %G: percentual de gordura corporal. ID: idade (anos). MC: massa corporal (kg). EST: estatura (cm). IMC: índice de massa corporal ($MC/ESTm^2$). BI: dobra cutânea (DC) bicipital. TR: DC tricípital. SE: DC subescapular. SI: DC supra-iliaca. CX: DC coxa medial. ABD: DC abdominal. PT: DC peitoral. PPES: Perímetro (P) pescoço. PABD: P abdômen. PCIN: P cintura. PQU: P quadril. PANT: P antebraço. PIL: P ilíaco. F representa a constante para o sexo (feminino=0 e masculino=1). O P do abdômen na equação de Tran e Weltman é a divisão de duas medidas do perímetro (ver padronização). * D convertida em %G por meio da equação de Brozeck et al., (1963), onde: $\%G = ((4,57/D) - 4,142) \times 100$; ** densidade corporal convertida em %G por meio da equação de Siri (1961), onde: $\%G = ((4,95/D) - 4,50) \times 100$.

Mensurações de Impedância Bioelétrica

Para análise da impedância bioelétrica, foi utilizado um analisador de composição corporal tetrapolar Biodinamics (Modelo – BF 310). A técnica da impedância bioelétrica requer a colocação de quatro elétrodos, um localizado no dorso da mão, outro no pulso, no pé e no tornozelo, todos no hemisfério direito, estando o indivíduo em decúbito dorsal, em uma superfície não condutora de eletricidade (mesa de madeira).

A impedância bioelétrica emite uma corrente indolor de baixa intensidade de 800 μA , a uma frequência de 50 KHz, seguindo o caminho do eletrodo fonte até o de captação. Os eletrodos foram colocados nos pontos anatômicos sugeridos por Heyward e Stolarczyk (2000) e Lukaski, Bolonchuk, Hall e Siders (1986).

Para fins de análise, foi considerada a resistência e a reactância fornecidas pelo analisador de IB (Anexo 4), a corrente elétrica emitida na avaliação para estimativa da MLG. Para a avaliação através da impedância bioelétrica, foram seguidos, antes das avaliações, os procedimentos descritos por Heyward e Stolarczyk (2000):

Os idosos não deveriam comer ou beber a menos de quatro horas da avaliação; não realizar exercícios físicos a menos de doze horas da avaliação; urinar a menos de 30 minutos da avaliação; não consumir álcool a menos de 48 horas da avaliação; não tomar medicamentos diuréticos a menos de sete dias da avaliação.

A partir das medidas de resistência e reactância, essas variáveis foram utilizadas em equações de regressão para a estimativa da MLG (Tabela 9), sendo comparada com a medida-critério (DEXA).

Tabela 9.

Equações de impedância bioelétrica para idosos analisadas neste estudo.

Autores	Ano	Critério	Equação
Deurenberg et al.,	1990	PH	$MLG = 0,671 (EST^2/R) + 3,1 (F) + 3,9$
Kyle et al.,	2001 ^a	DEXA	$MLG = - 4,104 + 0,518 (EST^2/R) + 0,231 (MC) + 0,130 (Xc) + 4,229 (F)$
Dey et al.,	2003 ^a	4-C	$MLG = 11,78 + 0,499 (EST^2/R) + 0,134 (MC) + 3,449 (F)$
Sun et al.,*	2003	4-C	$MLG = -10,68 + 0,65 (EST^2/R) + 0,26 (MC) + 0,02 (R)$
Sun et al.,**	2003	4-C	$MLG = -9,53 + 0,69 (EST^2/R) + 0,17 (MC) + 0,02 (R)$

Onde: critério: representa a técnica utilizada no desenvolvimento e validação das equações de regressão. PH: pesagem hidrostática. DEXA: absorptometria radiológica de dupla energia. 4-C: modelo de quatro componentes. MLG: Massa Livre de Gordura (kg). MC: Massa corporal (kg). EST: estatura (m). R: Resistência. Xc: Reactância. F = sexo (0=mulher; 1= homem). * masculino. ** feminino.

Mensuração da Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA)

A mensuração da medida-critério do %G e da MLG foi obtida por meio de um “scan” de corpo inteiro, utilizando o aparelho de marca *LUNAR PRODIGY DF + 14319 Radiation (Madison, WI)*, sendo que a quantificação desses valores foi realizada com um *software* versão 7.52.002 *DPX-L*. No Anexo 5, é apresentado um modelo de relatório fornecido com descrição dos componentes corporais.

Os idosos usaram apenas um avental, ficaram descalços, sem brincos, anéis, próteses dentárias e outros tipos de materiais. Foi solicitado ao idoso deitar-se na mesa em decúbito dorsal. O idoso permaneceu imóvel e foi realizado um “scan” de corpo inteiro, que levou em média 20 e 30 minutos. O aparelho foi calibrado diariamente, de acordo com as recomendações do fabricante.

As avaliações foram realizadas por uma técnica em radiologia médica, junto ao Centro de Diagnóstico por Imagens (SONITEC), na cidade de Florianópolis-SC.

Procedimento da Coleta de Dados

Esta pesquisa seguiu os princípios éticos de respeito à autonomia das pessoas, apontados pela Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde (CNS 196/96). O projeto, submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina, foi aprovado sob nº 059/05 (Anexo 6).

Depois de selecionados os Grupos de Terceira Idade, foi realizado um contato com cada um dos seus coordenadores, aos quais foram apresentados os objetivos do projeto e os procedimentos utilizados na coleta dos dados. Além disso, foi solicitada uma relação nominal, com idade e telefone, dos idosos participantes de cada grupo.

O processo de exclusão dos idosos foi realizado por meio de uma entrevista estruturada, realizada por telefone, conforme roteiro (Anexo 7), em que foram levantadas informações sobre aspectos sociodemográficos, de condições de saúde e sobre uso de medicamentos. A entrevista foi realizada por uma equipe de alunas do curso de Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, treinadas e orientadas para tal fim.

Neste mesmo contato, foi agendada a avaliação física (medidas antropométricas e de impedância bioelétrica), com aqueles idosos que atendiam aos critérios de inclusão da

amostra. As avaliações físicas foram realizadas no período da manhã (entre 08h00 e 10h00 horas), no Laboratório de Esforço Físico (LAEF), do Centro de Desportos da UFSC.

A etapa seguinte consistiu em encaminhar os idosos para a avaliação da DEXA, que foi realizada no Centro de Diagnóstico por Imagem (SONITEC), localizado no Centro do Município de Florianópolis-SC. As avaliações da DEXA foram realizadas no período da tarde, entre 16h00 e 18h00 horas. Ao final das avaliações, foi marcada uma nova data para entrega dos resultados de todas as avaliações realizadas.

Equipe de Coleta dos Dados

A coleta dos dados contou com o auxílio de uma equipe composta de 10 pessoas:

- Avaliador das medidas antropométricas e de impedância bioelétrica (1);
- Alunos do Curso de Educação Física do Centro de Desportos da UFSC, responsáveis pelas anotações durante a realização das medidas (3)
- Alunas do Curso de Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da UFSC, responsáveis pelas entrevistas, por telefone, para o levantamento das informações sociodemográficas e dos critérios de exclusão da amostra (5);
- Técnica em radiologia médica, responsável pelas avaliações da DEXA, bem como pela análise dos resultados (laudos) (1).

Além das medidas de reprodutibilidade do avaliador, foram realizados treinamentos com todos os avaliadores e anotadores antes do início da coleta de dados.

Fidedignidade das Medidas Antropométricas e de Impedância Bioelétrica

Um estudo piloto foi realizado antes do início da coleta de dados, no qual participaram 20 idosos (10 homens e 10 mulheres), entre 60 e 76 anos de idade. Os idosos foram selecionados entre os participantes do Programa de Ginástica para a Terceira Idade oferecido no Centro de Desportos da UFSC.

Os idosos foram mensurados duas vezes com todos os protocolos de medidas antropométricas e de impedância bioelétrica, com intervalo de 1 a 4 dias entre as medidas. O Coeficiente de Correlação Linear de *Pearson* e o teste “t” de *Student* para amostras dependentes foram utilizados para determinar a fidedignidade do avaliador na mensuração das medidas antropométricas e de impedância bioelétrica.

Os resultados da análise das medidas de pré e pós-teste não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$), tendo os valores de Coeficiente de Correlação de *Pearson* variado entre 0,89 e 0,99. tanto para as variáveis antropométricas quanto para as variáveis de impedância bioelétrica.

Foi calculado, também, o Erro Técnico de Medida (ETM) absoluto e relativo, para todas as variáveis coletadas. O ETM é um índice de precisão e representa a dimensão de controle da qualidade da medida. Permite ao avaliador verificar o grau de precisão ao executar e repetir suas medidas (intra-avaliador). Desse modo, neste estudo foram adotadas as medidas do $ETM_{ABSOLUTO}$ $ETM_{RELATIVO}$, sendo os valores normativos apresentados na Tabela 10.

Tabela 10.

Valores aceitáveis para o Erro Técnico de Medida (Relativo-%).

Tipo de Análise		Avaliador Iniciante	Avaliador Experiente
Intra-avaliador	Dobras cutâneas	7,5%	5%
	Outras medidas	1,5%	1%
Interavaliador	Dobras cutâneas	10%	7,5%
	Outras medidas	2%	1,5%

Fonte: Norton e Olds (2005).

O cálculo do ETM absoluto e relativo seguiu a descrição realizada por Perini, Oliveira, Ornelas e Oliveira (2005), em que se determinou a diferença entre a 1ª e a 2ª medida (desvio da medida), para cada variável. Depois, os desvios foram elevados ao quadrado e aplicados à seguinte equação:

$$ETM_{ABSOLUTO} = \sqrt{\frac{\sum di^2}{2n}}$$

Onde: $\sum di^2$ = somatório dos desvios elevado ao quadrado

n= número de sujeitos avaliados

i= quantos forem os desvios

Deste modo, obteve-se o $ETM_{ABSOLUTO}$ para cada variável antropométrica e de impedância bioelétrica analisada no estudo. O valor de $ETM_{ABSOLUTO}$ variou entre 0,11cm e 0,71cm para as medidas de perímetros, e entre 0,13mm e 0,64mm para as medidas de dobras cutâneas.

Em relação às medidas de resistência, reactância e água corporal total mensurada

por meio da medida de impedância bioelétrica, foram observados $ETM_{ABSOLUTO}$ de 1,17khz, 13,26z e 0,84%, respectivamente.

Em seguida, o $ETM_{ABSOLUTO}$ foi transformado em $ETM_{RELATIVO}$, de modo a obter o erro expresso em percentagem. Para isso, utilizou-se a equação que segue:

$$ETM_{RELATIVO} = \frac{ETM_{absoluto}}{VMV} \times 100$$

Onde: $ETM_{RELATIVO}$ = Erro técnico de medida, expresso em %.

$ETM_{ABSOLUTO}$ = Erro técnico de medida, expresso na unidade da variável.

VMV= Valor médio da variável.

O valor médio da variável foi obtido somando-se a 1ª e a 2ª medida e dividindo por dois. Posteriormente, somou-se a média de todos os idosos e dividiu-se por 20 (número de idosos avaliados), o que representa o valor médio para a variável analisada.

Com isso, obteve-se um $ETM_{RELATIVO}$,que variou de 0,24% a 2,62% para as variáveis antropométricas, e entre 1,13% a 2,77% para as variáveis de impedância bioelétrica. Nota-se que todas as variáveis apresentaram um erro de medida considerado aceitável para utilização no estudo. Os valores estatísticos (média, desvios padrões, ETM, correlação e teste de comparação das médias), entre o pré e pós-teste para as variáveis analisadas são apresentados no Anexo 8.

Limitações do Estudo

A utilização da medida-critério (DEXA), em comparação com equações de regressão que estimam os componentes corporais por meio de outras medidas critérios (ex: PH), pode adicionar erros provenientes das diferenças de técnicas utilizadas e seus princípios de mensuração.

A utilização de um compasso de medida da espessura de dobras cutâneas diferente do utilizado no estudo original pode produzir erros na estimativa da composição corporal.

A limitação apresentada pela medida critério (DEXA) onde pessoas com dimensões corporais acima de 190 x 60cm, podem ficar fora do limite estimado pelo equipamento, assim evitou-se avaliar pessoas com essas características.

Tratamento e Análise dos Dados

Os dados foram organizados na planilha de cálculo *Microsoft Excel* versão *XP* e analisados no programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 11.5, adotando-se um nível de significância de $p < 0,05$.

Para caracterizar as variáveis sócio-demográficas, antropométricas e de impedância bioelétrica foram empregados procedimentos de estatística descritiva: distribuição em freqüências e percentuais, cálculo de medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão).

O Coeficiente de Correlação Linear de *Pearson* e o coeficiente de determinação foram utilizados para analisar a relação entre o %G e a MLG com as medidas antropométricas e de impedância bioelétrica.

Na análise da validação cruzada das equações antropométricas e de impedância bioelétrica, foram adotados os procedimentos sugeridos por Lohman (1992): O teste “t”, para amostras pareadas, foi usado para comparação entre as médias estimadas (equações antropométricas e de impedância bioelétrica) e mensuradas pela DEXA. Foram usadas, também, para os valores estimados e mensurados, a análise do Coeficiente de Correlação Linear de *Pearson* (r); a análise dos desvios padrões; a análise do Erro Constante (EC), que representa a diferença entre os valores estimados e mensurados; a análise do Erro Total (ET), que corresponde à variação dos valores em função do número de sujeitos analisados; e a análise do Erro Padrão de Estimativa (EPE), que representa a erro esperado para a equação analisada em relação à medida-critério (DEXA).

$$EC = V_{estimado} - V_{mens.}$$

$$ET = \sqrt{\frac{\sum (Valore_{estimado} - valormensurado)^2}{n}}$$

$$EPE = s\sqrt{1 - R^2}$$

Onde:

Valor estimado = Valor apresentado pelas equações antropométricas e de impedância bioelétrica.

Valor mensurado = Valor apresentado pela DEXA.

s = desvio padrão da equação antropométrica e de impedância bioelétrica.

R^2 = Coeficiente de determinação da equação antropométrica e de impedância bioelétrica.

Por fim, foi utilizada a análise de Bland e Altman (1986), para verificar a dispersão dos escores residuais em função das médias estimadas e mensuradas. A análise da validade cruzada das equações foi realizada em função do sexo e das categorias de índice de massa corporal (IMC): $IMC < 25 \text{ kg/m}^2$; IMC entre 25 kg/m^2 e 30 kg/m^2 e $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$. Essas categorias representam a classificação da WHO (1998), para diagnóstico nutricional.

As equações antropométricas e de impedância bioelétrica foram consideradas válidas, quando atenderam aos critérios acima, ou seja, quando não apresentaram médias estatisticamente diferentes; quando mostrou um Coeficiente de Correlação Linear de *Pearson* superior 0,79; e valores de EC, ET e EPE inferiores a 3,5% de gordura corporal ou 3,5kg para homens e 2,8kg para mulheres, quando analisada a MLG.

CAPITULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo aborda a apresentação e a discussão dos resultados do estudo de validação cruzada das equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG em idosos. Para uma melhor apresentação dos resultados, o mesmo está dividido em cinco subcapítulos:

- a) características sociodemográficas (sexo, idade, estado civil, escolaridade e nível socioeconômico), de atividade física e osteoporose .
- b) características físicas e de composição corporal.
- c) análise dos critérios de validação cruzada das equações antropométricas (perímetros corporais e IMC) para estimativa do %G em idosos.
- d) análise dos critérios de validação cruzada das equações antropométricas (espessura de dobras cutâneas) para estimativa do %G em idosos.
- e) análise dos critérios de validação cruzada das equações de impedância bioelétrica para a estimativa da MLG em idosos.

Inicialmente as variáveis do estudo foram testadas quanto à distribuição dos dados em relação à curva de normalidade. Não houve diferenças estatísticas nas variáveis analisadas, quando utilizado o teste de *Kolmogorov-Smirnov* ($p < 0,05$). Na análise em relação às diferentes categorias de Índice de Massa Corporal (IMC), as variáveis também não apresentaram diferença estatística em relação à distribuição normal. Assim, foi utilizado o procedimento da estatística paramétrica na comparação dos dados (Vincent, 1995).

Foram contactados por meio da entrevista por telefone 266 idosos (115 homens e 151 mulheres). Destes 86 (57 homens e 29 mulheres) não atenderam aos critérios de inclusão na amostra, por apresentarem um quadro de pressão arterial alta, possuírem algum

tipo de câncer, amputação, marcapasso e outros critérios descritos na seção de critérios de inclusão da amostra, ou ainda não aceitaram participar do estudo, devido aos horários e locais das avaliações. Houve uma menor adesão por parte dos homens no estudo, deste modo, a amostra ficou diferenciada em relação ao número de sujeitos do estudo em relação ao sexo, entretanto essa diferença não influenciou nos objetivos do estudo.

Características Sociodemográficas, Atividade Física e Osteoporose

A amostra do estudo constituiu-se de 180 idosos, entre 60 e 81 anos de idade, participantes de Grupos de Terceira Idade do Município de Florianópolis-SC, sendo 66,7% (n=120) mulheres e 33,3% (n=60) homens. A média de idade entre os homens foi de 69,1 anos (DP=5,6) e das mulheres 67,2 anos (DP=5,1). Outras características sociodemográficas são apresentadas Tabela 11.

Tabela 11.

Características sociodemográficas de idosos participantes do estudo.

Variável	Homens (60)		Mulheres (120)		Total (180)	
	n	%	n	%	N	%
Idade (anos)						
60 – 64	17	28,3	48	40,0	65	36,1
65 – 69	14	23,3	29	24,2	43	23,9
70 – 74	17	28,3	35	29,1	52	28,9
> 75	12	20,1	8	6,7	20	11,1
Estado Civil						
Solteiro	4	6,7	6	5,0	10	5,6
Casado	53	88,3	78	64,7	131	72,8
Viúvo	1	1,7	27	22,5	28	15,5
Divorciado	2	3,3	9	7,5	11	6,1
Escolaridade*						
F. Incomp.	9	15,0	34	28,4	43	23,9
F. Completo	17	28,3	43	35,8	60	33,3
Médio	18	30,0	31	25,8	49	27,2
Superior	16	26,7	12	10,0	28	15,6
Classe econômica**						
A	12	20,0	8	6,7	20	11,1
B	26	43,3	46	38,3	72	40,0
C	19	31,7	40	33,3	59	32,8
D ou E	3	5,0	26	21,7	29	16,1

* Categorias de ensino: Fundamental incompleto; Fundamental completo; Médio completo; Superior completo.

** classificação de acordo com ANEP (2003), onde: A₁ + A₂=A; B₁ + B₂= B.

Dentre as características apresentadas, destaca-se que 60% (n=108) dos idosos têm entre 60 e 70 anos de idade, caracterizando a amostra como um grupo de idosos jovens.

Essa é uma tendência observada em levantamentos nacionais, em que se percebe um predomínio de idosos jovens na população nacional (Benedetti, Petroski & Gonçalves, 2004; IBGE, 2005).

Em relação ao estado civil, 88,3% (n=53) dos homens e 65% (n=78) das mulheres são casados. Essa evidência é confirmada em levantamento populacional realizado no Município de Florianópolis-SC, onde Benedetti et al., (2004) observaram que 83,5% dos homens e 39,4% das mulheres são casados.

O nível de escolaridade é considerado acima dos padrões nacionais. No presente estudo, 42,8% dos idosos apresentaram o ensino médio completo ou superior completo, e 57,2% possuem uma escolaridade que compreende o ensino fundamental (até a 8ª série). Benedetti et al., (2004) relataram que 42,7 % dos idosos de Florianópolis-SC apresentam um nível de escolaridade que compreende até a 4ª série do ensino fundamental e 25,6% apresentam o ensino médio completo ou ensino superior, o que diferiu dos achados do presente estudo. Uma das possíveis causas dessas diferenças pode ser relacionada à seleção da amostra (GTI), que é composta predominantemente por idosos aposentados e com nível socioeconômico mais elevado, como foi observado por Virtuoso (2004).

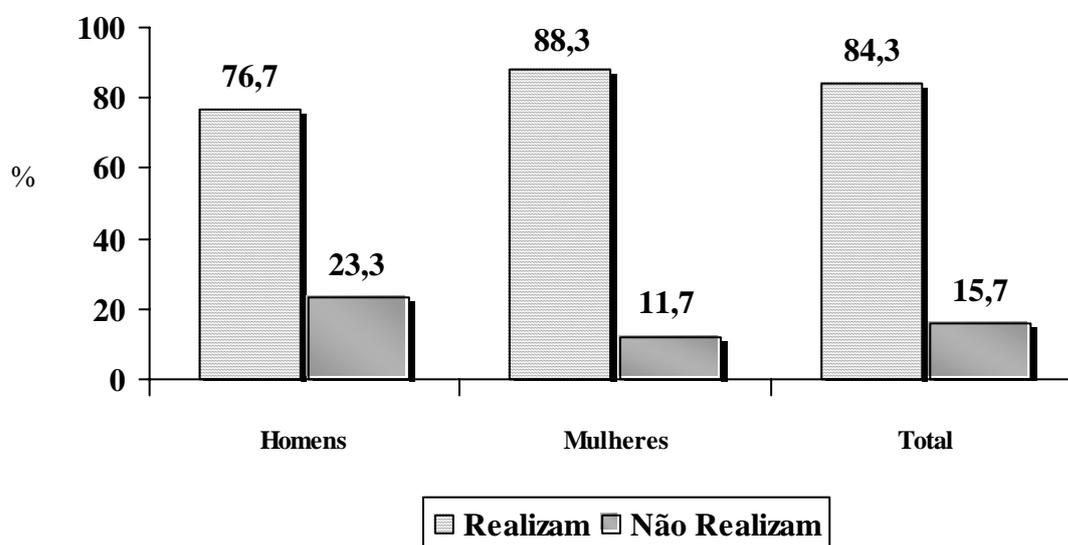


Figura 3. Percentual de idosos que realizam atividades físicas regulares.

Quanto à classe econômica dos idosos, a maioria se encontra na classe B (40%), segundo os Critérios de Classificação Econômica Brasil da ANEP (2003), sendo que apenas 16,1% (n=29) foram classificados como pertencentes às classes D ou E. Esta característica está de acordo com o que foi apresentado por Virtuoso (2004), em uma

amostra de idosos participantes de GTI de Florianópolis-SC, que encontrou um percentual de 48,5% de idosos pertencentes à Classe B. Estes resultados diferem dos relatados por Silva (2005), em idosos, participantes de grupos de terceira idade da cidade de Goiânia, onde 54,1% dos idosos foram classificados como sendo da classe C.

A maioria dos idosos (84,3%) relatou que realiza algum tipo de atividade física regular (mais de 2 vezes por semana). Os homens mostraram-se menos ativos que as mulheres ($p < 0,05$; $\chi^2 = 2,35$). Dentre aqueles idosos que praticam atividades físicas, as principais atividades relatadas são as caminhadas, ginástica localizada, musculação, hidroginástica e dança. Entretanto, o percentual de idosos considerados ativos é alto (Figura 3). Essa característica é freqüente em idosos, principalmente, devido aos grupos selecionados, na sua grande maioria, praticar algum tipo de atividade física regular.

Em idosos, as alterações na MLG, principalmente relacionadas às perdas de densidade mineral óssea (DMO), estão associadas a diversos problemas de saúde, pois essa perda pode ser um indicador de uma doença conhecida como osteoporose (Doherty, 2003).

A Figura 4 apresenta o percentual de idosos com osteoporose, que é caracterizada como uma perda de DMO igual ou acima de 2,5 desvios padrões em relação à média da DMO da população jovem (WHO, 1994). Anteriormente à instalação do quadro de osteoporose, podem-se ter os casos de perdas entre -1 e - 2,4 desvios padrões, quadro conhecido como osteopenia (WHO, 1994).

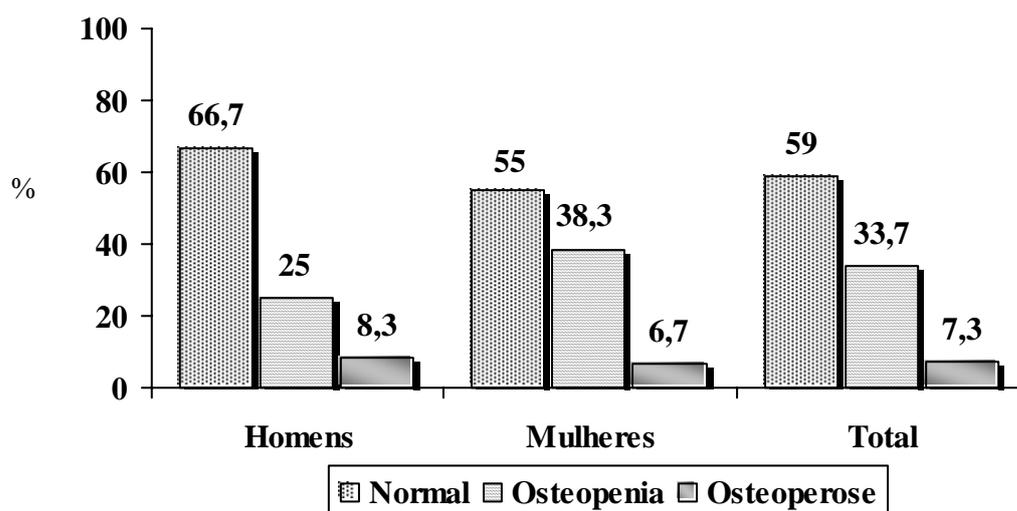


Figura 4. Percentual de idosos com relação às perdas de DMO.

A densidade mineral óssea pode ser influenciada por alguns fatores como a reposição hormonal, que afeta a retenção do conteúdo mineral ósseo, proporcionando uma

perda mais gradual da DMO em função das alterações hormonais. Na amostra de idosos, 78,6% da amostra não realiza(ou) tratamento de reposição hormonal, sendo que o predomínio desse tipo de tratamento foi observado em mulheres (30,8%), enquanto que em homens apenas 3,3% realizam ou realizaram algum tipo de tratamento.

Características Físicas e de Composição Corporal

As características físicas do grupo de idosos avaliados no presente estudo são apresentadas na Tabela 12 (média, desvio padrão e valores mínimos e máximos). Foram observadas diferenças estatísticas entre o sexo em todas as variáveis analisadas ($p < 0,05$).

Tabela 12.

Características físicas de idosos participantes do estudo.

Variáveis	Homens (n= 60)		Mulheres (n= 120)	
	Média±dp	Amplitude.	Média±dp	Amplitude.
Idade (anos)	69,1±5,6*	60-81	67,2±5,1	60-80
Massa Corporal (kg)	74,2±10,6*	57,2-103	65,6±11,1	39,8-107
Estatura (cm)	167,2±7,4*	152-185	154,5±5,7	141-172
IMC (kg/m ²)	26,5±2,7*	20,8-33,7	27,4±3,9	18,4-39,3

* diferenças estatísticas entre os sexos, teste “t” para amostras independentes ($p < 0,05$).

Os achados em relação às características físicas demonstram que o sexo é uma variável que necessita ser observada em relação à utilização de procedimentos de estimativa da composição corporal em idosos. As mulheres apresentam uma menor massa corporal e estatura em relação aos homens da mesma faixa etária, entretanto os valores de IMC são estatisticamente maiores nas mulheres ($p < 0,05$).

Partindo desse pressuposto, evidencia-se que as equações para idosos devem ser específicas para cada sexo, levando em consideração as diferenças apresentadas na Tabela 12. Esses resultados colaboram com as evidências apresentadas por Goodman-Gruen e Barrett-Connor, (1996) e Tavares e Anjos (1999), que demonstram um padrão diferenciado para as variáveis físicas em relação ao sexo.

Outras evidências apontam para essas diferenças na constituição física do grupo de idosos. A estatura, por exemplo, apresentou uma diminuição tanto em homens como em mulheres idosas com o avanço da idade. As maiores diferenças foram encontradas entre as

mulheres acima de 75 anos, que tiveram uma estatura em média 3,6cm menor do que mulheres mais jovens, entre 60 e 65 anos de idade ($p < 0,05$). Com relação ao grupo de homens idosos, essa diferença não foi significativa com o avanço da idade, sendo em média de 0,8cm. A característica de diminuição da estatura em função do envelhecimento é relatada em outros estudos, que destacam uma diminuição maior entre as mulheres em comparação com o sexo masculino (Dey et al., 1999).

A massa corporal e o índice de massa corporal diferiram em relação à magnitude das diferenças apresentadas em relação ao sexo. Enquanto nos homens a MC e o IMC aumentaram com o avanço da idade, em mulheres houve uma diminuição tanto da MC e do IMC. As alterações provocadas na massa corporal são um importante indicador de mudanças nos componentes corporais, sendo juntamente com o IMC uma variável que reflete possíveis perdas de %G e de MLG (Kyle et al., 2001b).

Quanto às características das variáveis de composição corporal mensurada por meio da DEXA, antropometria e impedância bioelétrica, apresentadas na Tabela 13, pode-se observar que as mesmas diferem em relação ao sexo ($p < 0,05$), confirmando a necessidade de equações específicas para cada sexo.

A quantidade de gordura corporal (%G) apresentou uma amplitude de 6%-36,3% em homens e 15,6%-51,4% em mulheres, demonstrando em mulheres um valor estatístico maior do que nos homens ($p < 0,05$). Já a MLG, avaliada por meio da DEXA, foi maior nos homens ($54,9 \pm 6,8$ kg) que em mulheres ($38,9 \pm 4,5$ kg). Os valores médios de %G em homens são considerados na média da população idosa, já entre as mulheres o %G está acima da média. Lohman, Houtkooper e Going (1997) sugerem valores de 23%G para homens e 35% para mulheres idosas como valores normativos; valores acima estão relacionados a danos à saúde. Os valores do presente estudo não diferem dos apresentados por Kyle et al. (2001b) em idosos, em que foi observada uma média de %G de $24 \pm 4,6\%$ para homens e $34,9 \pm 6,6\%$ entre as mulheres. A Tabela 14 apresenta outros valores para o IMC, %G e MLG em estudos que envolvem outras populações de idosos.

A MLG também se mostrou influenciada pela idade. Em homens, houve uma diminuição da MLG em média de 0,3kg a 3,4kg entre os 60 e 81 anos de idade. O grupo de mulheres apresentou uma perda que variou de 0,1kg a 0,6kg entre as categorias de idade. Os valores médios de MLG não diferiram dos apresentados por Goran et al., (1998) em idosos avaliados por meio da técnica de 4C, porém são diferentes dos apresentados por Kyle et al., (2001b), que obtiveram médias de MLG $57,3 \pm 5,5$ kg para os homens e $42,5 \pm 4,6$ kg para as mulheres.

Tabela 13.*Características da composição corporal de idosos participantes do estudo.*

Variáveis	Masculino (n= 60)		Feminino (120)	
	Média±dp	Amplitude	Média±dp	Amplitude
DEXA				
%G _{DEXA}	23,1±5,8*	6,0-36,3	37,3±6,9	15,6-51,4
MG _{DEXA} (kg)	17,6±6,1*	3,9-36,5	25,3±8,1	6,35-55,2
MLG _{DEXA} (kg)	54,9±6,8*	42,5-70,6	38,9±4,5	26,1-52,5
CMO _{DEXA} (kg)	2,82±0,445*	1,92-3,69	2,17±0,38	1,28-3,69
DMO _{DEXA} (g/cm ²)	1,191±0,11*	0,967-1,48	1,065±0,101	0,809-1,329
Antropometria				
P. Pescoço (cm)	37,6±2,8*	20-46	33,1±2,2	28,3-41
P. Antebraço (cm)	26,7±1,8*	23,5-32	23,7±1,8	19,4-28
P. Cintura (cm)	91,6±6,7*	77-109	82,8±8,4	66,5-107
P. Quadril (cm)	97,38±5,8*	77,5-114	100,1±10,4	82,5-141
P. Abdômen (cm)	94,2±7,3*	79,5-116	90,1±9,7	67-107
P. Ilíaco (cm)	91,5±6,8	77,3-108	-	-
DC SE (mm)	25,7±8,5*	12-47	28,14±9,8	6,5-60
DC TR (mm)	11,7±3,2*	5-19,5	25,5±7,2	10-47
DC BI (mm)	8,1±3,4*	4-18	17,6±6,1	5,9-40
DC PT (mm)	24,1±7,1*	7-35,2	23,4±6,1	6,5-36,3
DC SI (mm)	22,8±6,9*	10,8-45	28,4±8,8	8,1-46,2
DC ABD (mm)	33,6±8,3*	12-55	42,3±10,4	10-63,2
DC CX (mm)	15,9±5,3*	8-29	35,3±11,2	10,5-61
Impedância Bioelétrica				
Reactância – Xc (Ω)	41,5±9,6*	27-76	42,6±7,2	22-59
Resistência – R (Ω)	465,4±47,7*	368-568	556,8±56,8	415-680
Água Corporal (%)	75,1±1,2*	72,5-77,7	72,4±2,94	52,5-78,1
Água Corporal (L)	42,1±5,2*	33-53,8	30,9±3,55	23,4-42
Estatura ² /R	60,8±8,4*	47,1-81,3	43,42±5,75	31,4-58,4

* diferenças estatísticas entre os sexos, teste “t” para amostras independentes (p<0,05).

Tabela 14.

Características da população, médias e desvios padrões de idade, IMC, %G e MLG em diferentes estudos.

<i>Estudos</i>				<i>Idade (anos)</i>	<i>IMC (kg/m²)</i>	<i>%G</i>	<i>MLG (kg)</i>	<i>Método</i>
	<i>n</i>	<i>sexo</i>	<i>país</i>	<i>Média±dp</i>	<i>Média±dp</i>	<i>Média±dp</i>	<i>Média±dp</i>	<i>avaliação</i>
Presente estudo	180	M	Brasil	69,14±5,6	26,5±2,8	23,1±5,8	54,9±6,8	DEXA
		F		67,2±5,2	27,4±3,9	37,3±6,9	38,9±4,5	
Barbosa et al., (2001)	20	F	Brasil	67,3±5,1	27,7±4,1	41,2±6,1		DEXA
Deurenberg et al., (1990)	75	M	Holanda	70,4±5,2	25±2,2	31±4,5	52±6,6	PH
		F		68±5,2	25,9±3,2	43,9±4,3	38,1±4,1	
Dey e Boaseus (2003b)	106	M	Suécia	75	25,6±2,9	*	56,7±5,2	BIA
		F			25,5±3,4		42,2±4,7	
Gonçalves (2004)	60	F	Brasil	68,1±5,9	*	41,7±5,45	34,7±4,5	DEXA
Goran et al., (1998)	82	M	USA	70,2±7,0	25±2,2	31±4,5	52±6,6	PH
		F		68,2±6,6	25,9±3,2	43,9±4,3	38,1±4,1	
Mazariegos et al., (1996)	60	M	Guatemala	74±8	22,4±3,3	31,8±4,4	*	BIA
		F			24,5±4,8	37,8±5,9		
Peixoto (2001)**	45	M	Brasil	32,1±7,9	*	17,1±5,8	64,9±6,5	DEXA
Sardinha et al., (2000)	383	F	Portugal	60,5±7,1	27,8±4,2	42,6±6,9	*	DEXA
Svendsen et al., (1991)	46	M	Dinamarca	75	25±3,4	21,3±5,1	*	DEXA
		F			25,9±4,3	33,7±9,9		
Visser et al., (1994)	204	M	Holanda	71±5,9	24,9±2,6	31,2±5,6	*	PH
		F		70,2±5,3	26,1±3,6	43,3±6,1		

M = Masculino; F = feminino; * = não informado; **=adultos; IMC: índice de massa corporal; %G= percentual de gordura; MLG= massa livre de gordura.

A densidade mineral óssea (DMO) e o conteúdo mineral ósseo (CMO) não se mostraram associados às categorias de idade, mas diferem em relação ao sexo, tendo os homens valores mais elevados, tanto de DMO quanto de CMO. Uma possível explicação ao fato de a DMO e de o CMO não estarem associados às categorias de idade podem ser as diferenças individuais e atividades de controle das perdas ósseas, que podem confundir a direção dos resultados esperados (Doherty, 2003; Perissinotto, et al., 2002).

As mulheres apresentaram um valor médio de DMO menor do que o apresentado pelos homens ($p < 0,05$). Esse fato está ligado às alterações metabólicas causadas devido ao processo de menopausa, diminuição e posterior interrupção do ciclo menstrual e alterações hormonais de ajuste do organismo (Russo, 2001).

A DMO média não diferiu quando comparada com a DMO média de 288 homens acima de 50 anos da cidade de São Paulo (Zerbini, Latorre, Jaime, Tanaka, & Pippa, 2000), onde os mesmos apresentaram uma média de $1,145 \pm 0,104 \text{ g/cm}^2$. Já no presente estudo, a DMO média foi de $1,191 \pm 0,110 \text{ g/cm}^2$.

Quanto às variáveis antropométricas e de impedância bioelétrica, foram observadas diferenças estatísticas em todas as medidas em relação ao sexo, sendo que as mulheres demonstraram maiores valores entre a espessura de dobras cutâneas ($p < 0,05$). Entre os homens, as medidas de perímetros corporais foram maiores em relação às mulheres, exceto para os perímetros do quadril (Tabela 13). O Anexo 9 apresenta os resultados em função das categorias de idade para as variáveis físicas e da composição corporal.

Análise dos Critérios de Validação Cruzada das Equações Antropométricas (perímetros corporais e IMC) para Estimativa do %G em Idosos

O principal objetivo deste estudo foi analisar os erros associados a diferentes equações de estimativa do %G e da MLG em idosos. Desse modo, foram analisadas 20 equações que utilizam variáveis antropométricas (6 equações de perímetros e IMC e 10 equações de espessura de dobras cutâneas) e 4 equações de impedância bioelétrica para ambos os sexos, a fim de estimar o %G e a MLG em idosos.

As equações que utilizam as variáveis antropométricas (perímetros e IMC) apresentaram uma variação de erros médios entre -6,2% e 10,3% na estimativa do %G, quando comparadas com os valores obtidos pela DEXA. Ou seja, um mesmo indivíduo

pode ser diagnosticado com uma variação de 16,5% em relação a sua adiposidade corporal total, dependendo da escolha da equação para a estimativa do % empregada.

A média de %G estimada por meio da DEXA foi de 23,1% (DP=5,8%) nos homens e 37,3% (DP=6,9%) nas mulheres, enquanto que a média de MLG foi de 54,9kg (DP=6,8kg) para homens e 38,9kg (DP=4,5) para mulheres. As tabelas 15 e 16 apresentam os critérios de validação cruzada para as equações antropométricas em comparação com a medida da DEXA (média, desvio padrão, erros e % de concordância entre os métodos).

Pode-se observar que a equação desenvolvida por Deurenberg et al., (1991), que utiliza as medidas de IMC e idade, apresentou para homens idosos um erro constante (EC) de 0,4% em comparação com a medida da DEXA, não diferindo estatisticamente com a medida-critério ($p < 0,05$). A correlação com o método-critério foi considerada forte ($r = 0,74$), apesar de ter sido abaixo do recomendado por Lohman (1992) como critério de validação.

Entretanto, o Erro Padrão de Estimativa (EPE) foi considerado adequado levando-se em consideração a excelente aplicabilidade desta equação, pois não requer medidas de espessura de dobras cutâneas e de outras variáveis que podem dificultar o trabalho de campo. Houve uma concordância (erro $\pm 3,5\%$) em 72,8% dos escores individuais oriundos da equação de Deurenberg et al., (1991) quando comparados com os escores da DEXA, demonstrando que esta equação apresenta bons valores de estimativa da gordura corporal entre homens idosos.

Tabela 15.

Análise dos critérios de validação cruzada das equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG em homens idosos.

Métodos	Média ± dp	EC	r	ET	EPE	%C
DEXA						
Gordura (%G)	23,1 ± 5,8					
MLG (kg)	54,9 ± 6,8					
Perímetros Corporais e IMC - %G						± 3,5%
1 Tran & Weltman ⁽¹⁹⁸⁹⁾	24,7 ± 3,9	1,6	0,78	2,1	3,70	68,2
2 Visser et al., SIRI ⁽¹⁹⁹⁴⁾	33,1 ± 2,9*	10,0	0,67	8,6	4,34	6,8
3 Visser et al., DEUR ⁽¹⁹⁹⁴⁾	33,4 ± 2,8*	10,3	0,67	8,7	4,30	6,8
4 Lean et al., ⁽¹⁹⁹⁶⁾	27,1 ± 3,9*	4,0	0,68	4,6	4,28	37,2
5 Svendsen et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	16,9 ± 5,0*	- 6,2	0,74	- 4,6	3,89	30,5
6 Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	23,5 ± 3,7	0,4	0,74	2,4	3,60	72,8
Espessura de Dobras Cutâneas - %G						
7 Durnin et al., Esp.SIRI ⁽¹⁹⁷⁴⁾	30,7 ± 4,3*	7,6	0,81	7,8	3,42	10,1
8 Durnin et al., Esp.DEUR ⁽¹⁹⁷⁴⁾	30,9 ± 4,6*	7,8	0,80	7,9	3,54	13,5
9 Durnin et al., Gen. SIRI ⁽¹⁹⁷⁴⁾	25,4 ± 4,1	2,3	0,81	2,5	3,42	64,4
10 Durnin et al., Gen.DEUR ⁽¹⁹⁷⁴⁾	25,7 ± 4,1	2,6	0,81	2,5	3,41	61,0
11 Jackson et al., SIRI ⁽¹⁹⁷⁸⁾	26,3 ± 3,3*	3,2	0,84	3,6	3,14	45,7
12 Jackson et al., DEUR. ⁽¹⁹⁷⁸⁾	26,7 ± 3,3*	3,6	0,85	3,5	3,09	42,4
13 Visser et al., SIRI ⁽¹⁹⁹⁴⁾	25,6 ± 1,8	2,5	0,79	2,8	3,66	49,2
14 Visser et al., DEUR. ⁽¹⁹⁹⁴⁾	26,1 ± 1,8*	3,0	0,79	2,9	3,65	49,2
15 Lean et al., ⁽¹⁹⁹⁶⁾	31,1 ± 4,6*	8,0	0,79	5,2	3,57	10,2
Impedância Bioelétrica – MLG (kg)						± 3,5kg
16 Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹⁰⁾	47,8 ± 5,6*	- 7,1	0,86	6,8	3,48	10,2
17 Kyle et al., ^(2001a)	54,1 ± 6,1	- 0,8	0,90	2,1	3,06	79,6
18 Dey et al., ^(2003a)	55,5 ± 5,4	0,6	0,89	2,4	3,17	78,0
19 Sun et al., ⁽²⁰⁰³⁾	57,4 ± 7,2	2,5	0,90	2,3	3,05	65,9

* difere significativamente (p<0,05) teste “t” pareado; Esp.: Equações específicas. Gen.: Equações generalizadas; Siri: Conversão da densidade corporal em %G, utilizando a equação de Siri (1961); Deur. Conversão da densidade corporal em %G, utilizando as equações de Deurenberg et al., (1989). EC: erro constante; ET: erro total; EPE: erro padrão de estimativa; %C: percentual de concordância com o limite de validação %G(±3,5%) e MLG (±3,5kg).

Tabela 16.

Análise dos critérios de validação cruzada das equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG em mulheres idosas.

Métodos	Média ± dp	EC	r	ET	EPE	%C
DEXA						
Gordura (%G)	37,3 ± 6,9					
MLG (kg)	38,9 ± 4,5					
Perímetros Corporais e IMC - %G						± 3,5%
1 Tran & Weltman ^{SIRI} (1989)	38,2 ± 4,6	0,9	0,76	3,35	3,56	66,0
2 Tran & Weltman ^{DEUR} (1989)	36,0 ± 4,5	- 1,3	0,76	3,35	3,56	64,0
3 Visser et al., ^{SIRI} (1994)	44,9 ± 4,2*	7,6	0,76	6,50	4,51	18,5
4 Visser et al., ^{DEUR} (1994)	43,5 ± 4,4*	6,2	0,76	5,65	4,48	27,3
5 Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	42,9 ± 4,8*	5,6	0,71	4,30	4,85	33,6
6 Gonçalves ⁽²⁰⁰⁴⁾	39,2 ± 5,1	1,9	0,75	2,89	3,77	72,9
Espessura de Dobras Cutâneas - %G						
7 Durnin et al., Esp. ^{SIRI} (1974)	42,0 ± 4,1*	4,7	0,81	3,68	4,03	34,5
8 Durnin et al., Esp. ^{DEUR} (1974)	40,5 ± 4,4*	3,2	0,80	3,38	4,09	48,7
9 Durnin et al., Gen. ^{SIRI} (1974)	37,9 ± 4,5	0,6	0,81	3,45	4,03	60,2
10 Durnin et al., Gen. ^{DEUR} (1974)	36,2 ± 4,7	- 1,1	0,80	3,44	4,09	62,1
11 Jackson et al., ^{SIRI} (1978)	34,9 ± 5,9*	- 2,3	0,82	3,15	3,90	59,6
12 Jackson et al., ^{DEUR} (1978)	33,2 ± 6,1*	- 4,1	0,82	3,15	3,94	41,1
13 Svendsen et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	24,8 ± 8,4*	- 12,5	0,80	- 13,7	4,14	4,20
14 Visser et al., ^{SIRI} (1994)	45,2 ± 1,9*	7,9	0,79	7,01	4,26	23,5
15 Visser et al., ^{DEUR} (1994)	43,7 ± 3,9*	6,4	0,78	7,02	4,37	27,7
16 Lean et al., ⁽¹⁹⁹⁶⁾	41,8 ± 3,9*	4,5	0,51	3,45	5,97	37,8
Impedância Bioelétrica – MLG (kg)						± 2,8kg
17 Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹⁰⁾	33,0 ± 3,8*	- 5,9*	0,83	6,21	2,55	5,4
18 Kyle et al., ^(2001a)	39,1 ± 4,5	0,2	0,84	0,06	2,57	75,6
19 Dey et al., ^(2003a)	41,2 ± 4,0	2,3	0,85	3,25	2,35	63,7
20 Sun et al., ⁽²⁰⁰³⁾	42,7 ± 4,6 *	3,8*	0,92	2,35	2,20	33,6

* difere significativamente (p<0,01) teste “t” pareado; Esp.: Equações específicas. Gen.: Equações generalizadas. Siri: Conversão da densidade corporal em %G, utilizando a equação de Siri (1961); Deur. Conversão da densidade corporal em %G, utilizando as equações de Deurenberg et al. (1989); EC: erro constante; ET: erro total; EPE: erro padrão de estimativa; %C: percentual de concordância com o limite de validação %G(±3,5%) e MLG (±2,8 kg).

A figura 5 apresenta o erro médio (EM=0,4%) e o intervalo de confiança (IC=95%) para a equação de Deurenberg et al., (1991) para estimativa do %G em homens idosos. Observou-se para o erro médio (EM) uma variação entre -7,8% e 8,6%, que compreendem dois desvios padrões em relação à média. Assim como o coeficiente de correlação entre os métodos que foi moderado ($r=0,74$).

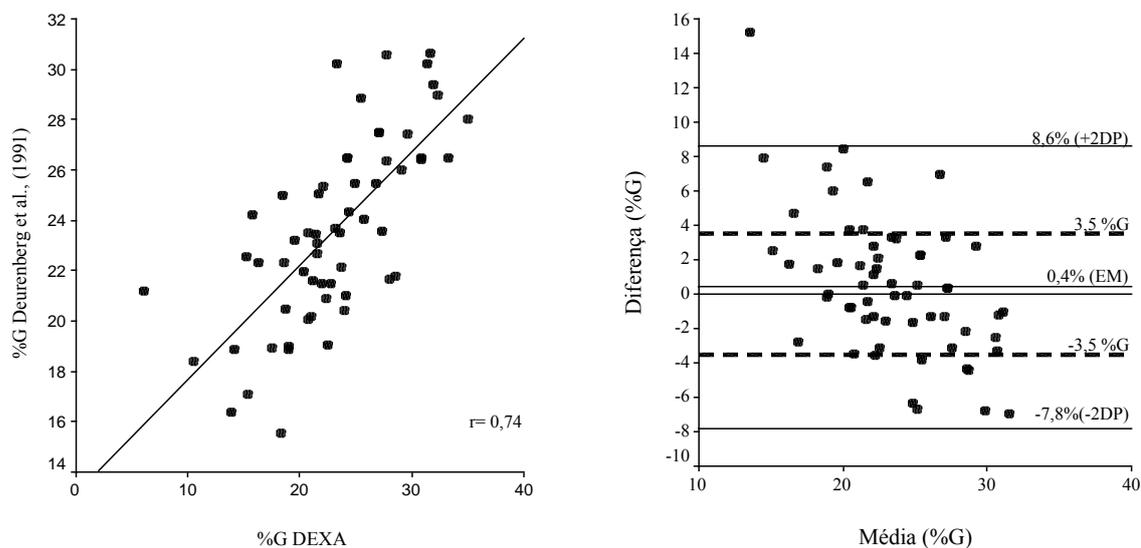


Figura 5. Gráficos da relação e da dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Deurenberg et al., (1991) para estimativa do %G em homens idosos.

Entre as mulheres, a média de %G obtida por meio da equação de Deurenberg et al., (1991) diferiu estatisticamente ($p<0,05$), subestimando em 5,6% o %G em relação à medida da DEXA. A concordância foi baixa (33,6%), demonstrando uma tendência a superestimar os valores de %G em mulheres idosas.

As diferenças estatísticas da estimativa do %G, apresentadas por esta equação, em mulheres idosas, pode ser devido ao menor IMC encontrado no estudo original ($25,9\pm 3,2\text{kg/m}^2$) em comparação ao apresentado no presente estudo ($27,4\pm 3,9\text{kg/m}^2$). Assim, com maiores valores de IMC, a tendência é de superestimar os valores de %G.

Outra evidência que aponta a influência da média de IMC no processo de validação é que, quando analisado o processo de validação por categorias de IMC (Tabela 18), as mulheres idosas que apresentaram um $\text{IMC}<25\text{kg/m}^2$ tiveram os menores erros de estimativa, no entanto a correlação foi moderada ($r=0,70$) e o EPE alto (3,70%).

Tabela 17.

Análise dos critérios de validação cruzada de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG em homens idosos em relação às categorias de IMC.

Métodos	< 25 kg/m ² (n= 20)			25-30 kg/m ² (n= 24)			> 30 kg/m ² (n= 15)		
	Média ± dp			Média ± dp			Média ± dp		
IMC (kg/m ²)	23,5 ± 1,1			26,5 ± 1,0			31,0 ± 1,1		
%G _{DEXA} (%)	19,2 ± 5,4			23,2 ± 4,7			27,6 ± 4,5		
MLG _{DEXA} (kg)	52,4 ± 5,7			54,7 ± 6,4			58,7 ± 7,5		
	EC	r	EPE	EC	r	EPE	EC	r	EPE
Perímetros Corporais e IMC - %G									
1 Tran & Weltman _{SIRI} ⁽¹⁹⁸⁸⁾	3,1*	0,81	3,70	0,9	0,86	3,75	1,2	0,89	3,50
2 Visser et al., _{SIRI} ⁽¹⁹⁹⁴⁾	11,1*	0,55	4,91	9,6*	0,56	4,29	9,2*	0,57	4,05
3 Visser et al., _{DEUR} ⁽¹⁹⁹⁴⁾	11,4*	0,54	4,86	10,4*	0,56	4,26	9,5*	0,57	4,01
4 Lean et al., ⁽¹⁹⁹⁶⁾	8,5*	0,65	3,82	7,9*	0,66	3,59	7,5*	0,69	3,39
5 Svendsen et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	- 6,9*	0,63	4,27	6,3*	0,63	3,69	- 4,5*	0,65	3,74
6 Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	0,9	0,88	3,56	0,3	0,85	3,59	0,1	0,80	3,79
Espessura de Dobras Cutâneas - %G									
7 Durnin et al., Esp. _{SIRI} ⁽¹⁹⁷⁴⁾	8,2*	0,80	3,26	7,2*	0,78	3,79	7,6*	0,76	3,27
8 Durnin et al., Esp. _{DEUR} ⁽¹⁹⁷⁴⁾	8,6*	0,82	3,17	7,2*	0,78	3,83	7,9*	0,78	3,22
9 Durnin et al., Gen. _{SIRI} ⁽¹⁹⁷⁴⁾	2,2*	0,80	3,27	2,0	0,76	3,79	2,1	0,77	3,27
10 Durnin et al., Gen. _{DEUR} ⁽¹⁹⁷⁴⁾	2,5*	0,81	3,24	2,3	0,78	3,78	2,3	0,78	3,26
11 Jackson et al., _{SIRI} ⁽¹⁹⁷⁸⁾	4,8*	0,73	3,74	3,2*	0,78	3,0	1,5	0,82	2,69
12 Jackson et al., _{DEUR} ⁽¹⁹⁷⁸⁾	5,2*	0,74	3,68	3,7*	0,79	2,96	1,8	0,83	2,61
13 Visser et al., _{SIRI} ⁽¹⁹⁹⁴⁾	5,3*	0,83	3,01	2,4	0,62	3,75	- 0,7	0,78	3,87
14 Visser et al., _{DEUR} ⁽¹⁹⁹⁴⁾	5,6*	0,84	2,99	2,8*	0,61	3,76	- 0,3	0,79	3,81
15 Lean et al., ⁽¹⁹⁹⁶⁾	5,1*	0,72	3,60	3,5*	0,70	3,97	3,6*	0,69	4,47
Impedância Bioelétrica – MLG (kg)									
16 Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹⁰⁾	7,5*	0,87	2,88	- 6,4*	0,79	4,0	- 7,9*	0,89	3,53
17 Kyle et al., ^(2001a)	1,8	0,88	2,77	- 0,1	0,86	3,25	- 0,4	0,92	3,01
18 Dey et al., ⁽²⁰⁰³⁾	0,1	0,89	2,79	1,1	0,84	3,52	0,4	0,91	3,16
19 Sun et al., ⁽²⁰⁰³⁾	1,1	0,87	2,05	3,0	0,88	3,50	2,5	0,92	3,15

* difere significativamente (p<0,01) teste “t” pareado; Esp.: Equações específicas. Gen.: Equações generalizadas; Siri: Conversão da densidade corporal em %G, utilizando a equação de Siri (1961); Deur. Conversão da densidade corporal em %G, utilizando as equações de Deurenberg et al., (1989). EC: erro constante; EPE: erro padrão de estimativa.

Tabela 18.

Análise dos critérios de validação cruzada de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa do %G e da MLG de mulheres idosas em relação às categorias de IMC.

Métodos	< 25 kg/m ² (n= 32)			25-30 kg/m ² (n= 54)			> 30 kg/m ² (n= 33)		
	Média ± DP			Média ± DP			Média ± DP		
IMC (kg/m ²)	22,6 ± 1,7			27,2 ± 1,4			32,2 ± 2,1		
%G _{DEXA} (%)	30,0 ± 6,1			38,0 ± 4,2			43,1 ± 4,8		
MLG _{DEXA} (kg)	36,5 ± 3,4			38,1 ± 4,1			42,4 ± 4,4		
	EC	r	EPE	EC	r	EPE	EC	r	EPE
Perímetros Corporais e IMC - %G									
1 Tran & Weltman _{SIRI} ⁽¹⁹⁸⁹⁾	6,8*	0,60	4,01	0,5	0,79	3,50	- 2,5	0,78	3,54
2 Tran & Weltman _{DEUR} ⁽¹⁹⁸⁹⁾	4,6*	0,61	4,02	- 1,5	0,78	3,50	- 2,6	0,79	3,52
3 Visser et al., _{SIRI} ⁽¹⁹⁹⁴⁾	9,6*	0,65	4,74	6,8*	0,64	4,14	7,0*	0,63	4,18
4 Visser et al., _{DEUR} ⁽¹⁹⁹⁴⁾	8,0*	0,66	4,75	5,3*	0,64	4,16	5,7*	0,62	4,16
5 Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	2,2	0,70	3,70	4,8*	0,55	4,22	3,2*	0,79	3,58
6 Gonçalves ⁽²⁰⁰⁴⁾	7,9*	0,65	3,75	3,3	0,70	3,22	0,8	0,80	3,26
Dobras Cutâneas - %G									
7 Durnin et al., Esp. _{SIRI} ⁽¹⁹⁷⁴⁾	7,3*	0,82	3,54	4,5*	0,75	3,45	2,4	0,74	3,39
8 Durnin et al., Esp. _{DEUR} ⁽¹⁹⁷⁴⁾	5,6*	0,81	3,62	3,0*	0,74	3,50	1,1	0,75	3,36
9 Durnin et al., Gen. _{SIRI} ⁽¹⁹⁷⁴⁾	2,8	0,82	3,54	0,4	0,81	3,38	- 1,3	0,81	3,38
10 Durnin et al., Gen. _{DEUR} ⁽¹⁹⁷⁴⁾	1,0	0,81	3,62	- 3,2	0,80	3,35	- 2,8*	0,82	3,34
11 Jackson et al., _{SIRI} ⁽¹⁹⁸⁰⁾	- 1,1	0,83	3,48	- 2,7*	0,81	3,34	- 2,9*	0,77	3,32
12 Jackson et al., _{DEUR} ⁽¹⁹⁸⁰⁾	- 3,0*	0,82	3,54	- 4,4*	0,82	3,32	- 4,4*	0,79	3,30
13 Svendsen et al., ⁽¹⁹⁹¹⁾	- 15,1*	0,77	3,96	- 13,2*	0,50	3,98	- 8,5*	0,65	3,92
14 Visser et al., _{SIRI} ⁽¹⁹⁹⁴⁾	9,6*	0,80	3,69	7,3*	0,55	3,94	8,7*	0,50	4,22
15 Visser et al., _{DEUR} ⁽¹⁹⁹⁴⁾	8,6*	0,50	3,82	9,5*	0,45	3,95	9,6*	0,46	4,26
16 Lean et al., ⁽¹⁹⁹⁶⁾	7,9*	0,55	4,25	4,0*	0,58	4,20	5,1*	0,59	4,22
Impedância Bioelétrica – MLG (kg)									
17 Deurenberg et al., ⁽¹⁹⁹⁰⁾	- 5,1*	0,65	2,68	6,1*	0,84	2,19	2,8	0,80	2,80
18 Kyle et al., ^(2001a)	- 0,9	0,80	2,74	- 0,1	0,87	2,01	3,0	0,85	2,91
19 Dey et al., ⁽²⁰⁰³⁾	2,9	0,81	2,54	2,1	0,87	2,03	2,5	0,87	2,57
20 Sun et al., ⁽²⁰⁰³⁾	- 3,2*	0,71	2,70	- 3,5*	0,85	2,35	5,0*	0,76	2,89

* difere significativamente (p<0,01) teste “t” pareado; Esp.: Equações específicas. Gen.: Equações generalizadas. Siri: Conversão da densidade corporal em %G, utilizando a equação de Siri (1961). Deur. Conversão da densidade corporal em %G, utilizando as equações de Deurenberg et al., (1989). EC: erro constante; EPE: erro padrão de estimativa.

Outro estudo testou a validade da equação de Deurenberg et al., (1991) em um grupo de 28 mulheres idosas que apresentavam um IMC médio de $26,3 \pm 3,4 \text{ kg/m}^2$, em que não foram observadas diferenças estatísticas quando comparada com o método da PH (Broekhoff et al., 1992).

Outra equação testada no presente estudo, que utiliza o IMC como variável independente, foi proposta por Visser et al., (1994). Observa-se que, tanto em homens (6,8%) quanto em mulheres (entre 18,5% e 27,3%), essa equação apresentou uma baixa concordância com os valores da DEXA, apesar de apresentar um coeficiente de correlação moderado ($r=0,67$ a $r=0,76$). As médias diferem estatisticamente ($p<0,05$), com erros que variam entre 6,2% a 10,3%, demonstrando uma tendência de superestimar os valores tanto em homens quanto em mulheres.

Diferente da equação de Deurenberg et al., (1991), que também utiliza o IMC como variável independente, as equações de Visser et al., (1994) não foram afetadas pelas categorias de IMC, tanto em homens (Tabela 17) quanto em mulheres (Tabela 18), demonstrando para todas as categorias erros estatísticos e significativos ($p<0,05$).

Além de não utilizar a idade como variável independente, o fato de a amostra de desenvolvimento destas equações ter apresentado uma média de %G maior do que a apresentada no presente estudo, pode explicar os erros provenientes destas equações quando aplicadas na amostra de idosos nacionais. A média de %G no estudo de desenvolvimento de Visser et al., (1994) foi de $31,2 \pm 5,6\%$ para homens e $43,3 \pm 6,1\%$ para as mulheres, sendo superior ao do presente estudo ($p<0,05$).

Importante considerar que essa equação estima a densidade corporal e necessita de uma equação de conversão para o %G. Quando comparadas duas equações de conversão Siri (1961) e Deurenberg et al., (1989) não foram observadas diferenças estatísticas, apresentando um erro de 0,3% nos homens e 1,4% nas mulheres. Esses valores de erros são próximos aos apresentados por Deurenberg et al., (1989), quando compararam as duas equações em um grupo de pessoas acima de 40 anos de idade. Esses resultados demonstram que não houve uma influência significativa da equação de conversão da densidade corporal em %G.

As equações que utilizam o IMC e a idade, além do sexo, na estimativa da gordura corporal têm-se mostrado uma alternativa para estudos de diagnóstico sobre as questões relacionadas ao acúmulo de adiposidade, apresentando como atrativos a simplicidade na coleta de dados e uma possibilidade da utilização em grandes populações (Deurenberg et al., 1991).

A relação do IMC com o %G é menor em idosos do que em adultos (Sampaio & Figueiredo, 2005), porém o IMC, neste estudo, mostrou-se como um bom preditor na gordura corporal em homens ($R^2=0,45$) e mulheres ($R^2=0,58$), demonstrando que existe a possibilidade de desenvolvimento de equações baseadas em medidas de IMC.

Outras equações analisadas que possuem uma boa aplicabilidade em estudos de campo são os procedimentos que utilizam as medidas de perímetros corporais, associadas às medidas de idade, massa corporal e estatura. Uma destas equações generalizadas foi desenvolvida por Tran e Weltman (1988) para homens e Tran e Weltman (1989) para mulheres. Ambas as equações mostraram-se válidas para a estimativa do %G na amostra de idosos analisados, de acordo com os critérios de validação cruzada apresentados nas Tabelas 15 e 16.

O EC foi de 1,6% para os homens e entre -1,3% e 0,9% nas mulheres, dependendo da equação de conversão da densidade corporal em %G utilizada. Observou-se que a equação de Siri (1961) apresentou uma estimativa mais próxima da DEXA, em comparação com a estimativa proporcionada pela equação adaptada de Deurenberg et al., (1989), sendo que, pela equação de Siri (1961), o %G seria em média superestimado em 0,9%, e, pela equação de Deurenberg et al., (1989), o mesmo seria subestimado em 1,3%.

Apesar desta variação, nenhuma das estimativas diferiu estatisticamente em relação à medida da DEXA, apresentando uma concordância de 68,2% na amostra de homens idosos e entre 64% e 68% para as mulheres.

O EPE foi acima do recomendado (Lohman, 1992) entre os homens (EPE=3,70%), porém a mesma equação apresenta estimativas do %G somente através de medidas de perímetros corporais, massa corporal e estatura, sendo assim um método de fácil aplicação e que atende aos critérios mínimos de validação cruzada (Heyward, 2001). As Figuras 6 e 7 apresentam a relação e a dispersão dos escores entre a equação de Tran e Weltman para homens e mulheres. Observa-se que o intervalo de confiança (95%) foi maior nos homens (-5,8% a 9,0%) em comparação com as mulheres (-4,6% a 7,1%).

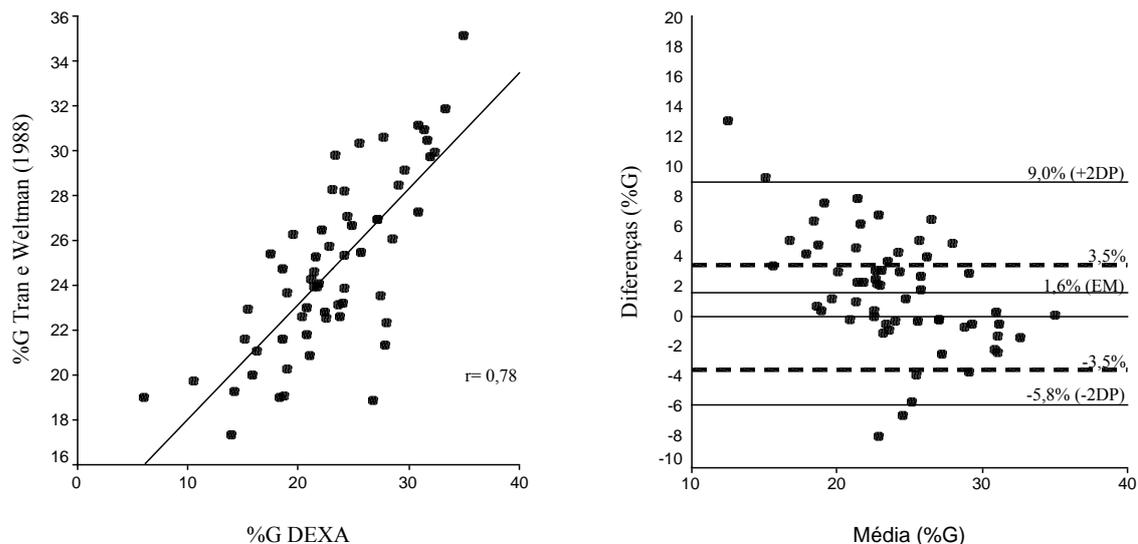


Figura 6. Gráfico da relação e de dispersão entre o método da DEXA e da equação de Tran e Weltman (1988) para estimativa do %G em homens idosos.

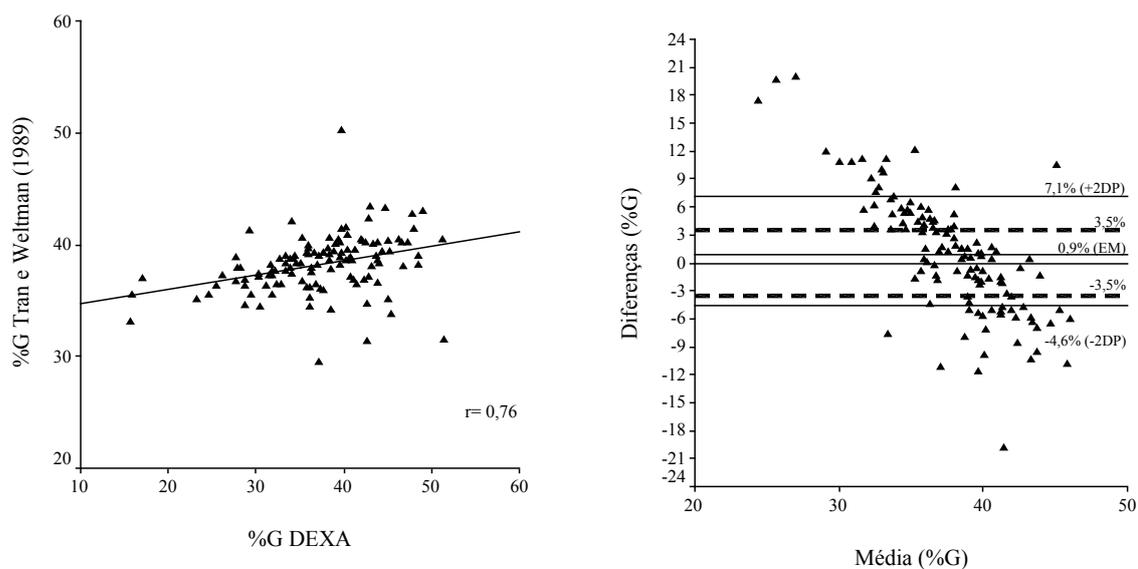


Figura 7. Gráfico da relação e de dispersão entre o método da DEXA e da equação de Tran e Weltman (1989) para estimativa do %G em mulheres idosas.

Em uma investigação utilizando 65 mulheres entre 50 e 75 anos de idade, Rech et al., (2004) observaram que a equação de Tran e Weltman (1989) subestimou em 5,2% o %G desta amostra. As diferenças encontradas foram reportadas às diferentes características apresentadas pelo grupo de desenvolvimento da equação de Tran e Weltman (1989). No presente estudo, pode-se observar que os resultados quando analisados em relação às categorias de IMC, de acordo com a Tabela (17 e 18), os erros encontrados nos idosos com $IMC < 25\text{kg/m}^2$ são estatisticamente maiores e significativos em comparação com os

obtidos nas outras categorias ($p < 0,05$). Isso foi observado tanto em homens quanto em mulheres.

As diferenças nas médias de massa corporal, estatura e %G podem explicar parte dos erros nesse grupo e também o fato de a equação ser generalizada, ou seja, desenvolvida a partir de uma maior variabilidade de características, como idade, níveis de atividade física e características físicas. Por exemplo, a média de massa corporal para os homens no estudo de Tran e Weltman (1988) foi de $85,8 \pm 12,3$; já no presente estudo (idosos), essa média foi de $74,2 \pm 10,6$ kg.

Uma equação testada, somente no grupo de mulheres, foi desenvolvida por Gonçalves (2004), em um dos poucos estudos relacionados à estimativa dos componentes corporais realizado no Brasil. Este estudo propôs uma equação específica para a estimativa do %G em mulheres entre 59-84 anos de idade.

Quando analisados os critérios de validação cruzada (Tabela 16), observa-se que a mesma apresentou uma média de %G de $39,2 \pm 5,1\%$, enquanto que a medida da DEXA foi de $37,3 \pm 6,9\%$, demonstrando um erro médio de $1,9\%$ no %G; esse valor não foi diferente estatisticamente ($p < 0,05$). Essa equação que utilizou a DEXA como método-critério para o desenvolvimento apresentou uma concordância de $72,9\%$ dos resultados, credenciando-se assim como um método válido para a estimativa da gordura corporal em mulheres idosas.

Na análise da dispersão dos resultados em relação à média dos valores estimados e mensurados, pode-se observar uma variação entre $-3,7\%$ e $7,5\%$ G (IC=95%), demonstrando assim uma alta concordância e uma tendência a superestimar os valores de %G (Figura 8), principalmente nas idosas que apresentam um $IMC < 25 \text{kg/m}^2$ (Tabela 18).

A tendência em superestimar em média $7,2\%$ a gordura corporal em mulheres idosas com $IMC < 25 \text{kg/m}^2$ pode ser devido ao fato de a amostra de desenvolvimento do estudo de Gonçalves (2004) ter apresentado uma média de %G $41,7 \pm 5,6$, enquanto que a média para o grupo com $IMC < 25 \text{kg/m}^2$ foi de $30,0 \pm 6,1$. Nas outras categorias de IMC, em que o %G se aproximou da média apresentada por Gonçalves (2004), pode-se observar que os erros não foram significativos ($p < 0,05$), contudo o coeficiente de correlação foi moderado ($r = 0,70$) para idosas com IMC entre $25-30 \text{kg/m}^2$ e forte ($r = 0,80$) com $IMC > 30 \text{kg/m}^2$.

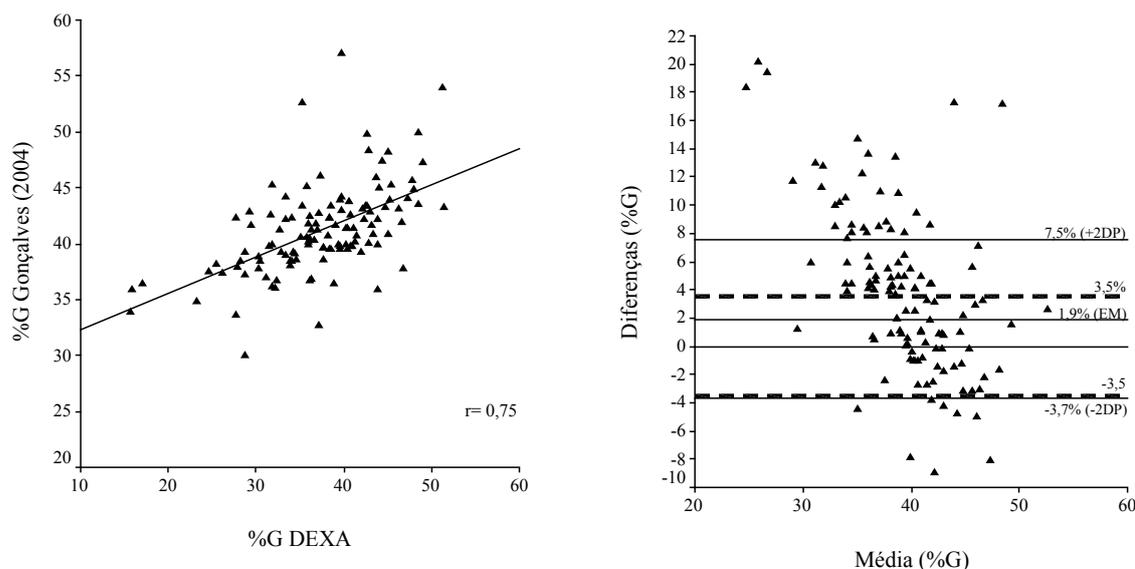


Figura 8. Gráfico da relação e da dispersão entre o método da DEXA e da equação de Gonçalves (2004) para estimativa do %G em mulheres idosas.

Duas equações específicas para o grupo de homens idosos foram analisadas. A primeira, desenvolvida por Lean et al., (1996) utiliza as medidas do perímetro da cintura e idade, superestimou em média o %G em 4% em homens ($p < 0,05$) e apresentou uma concordância de 37,2% dos escores da DEXA. Assim, a mesma não se mostrou válida para a estimativa do %G na população de idosos nacionais. Apesar de a circunferência da cintura ter apresentado uma boa relação com o %G ($R^2 = 0,44$) em homens, pode assim ser testada em novas equações para a estimativa do %G em idosos.

A única das equações analisadas que subestimou o %G foi a desenvolvida por Svendsen et al., (1991) para homens, tendo a mesma subestimado em média o %G em 6,2%, diferindo da medida da DEXA ($p < 0,05$) e apresentado uma baixa concordância (30,5%). A equação de Svendsen et al., (1991) foi desenvolvida a partir da amostra de 23 homens com 70 anos de idade, porém a média de %G deste grupo foi de $15,1 \pm 7,1\%$, valor esse inferior ao apresentado nos idosos no presente estudo ($23,1 \pm 5,8\%$).

Ambas as equações não apresentaram influência das categorias de IMC nos erros de estimativa, sendo que, para todas as categorias analisadas, os erros foram significativos ($p < 0,05$), demonstrando que essas equações não são válidas para a estimativa do %G em idosos.

Os procedimentos que utilizam as medidas antropométricas de massa corporal, estatura, IMC e perímetros corporais é uma alternativa que tem demonstrado bons resultados na estimativa dos componentes corporais em idosos (Deurenberg et al., 1991;

Svendensen et al., 1994), entretanto os resultados obtidos a partir da análise dos erros provenientes das equações analisadas levam a considerar com certa cautela os resultados, principalmente quando utilizadas equações que foram desenvolvidas com idosos que apresentam diferenças corporais em relação aos idosos nacionais.

Outra questão a ser observada é com relação à utilização das equações antropométricas (perímetros e IMC) em idosos em estudos longitudinais, pois as alterações relacionadas com a idade podem não ser representadas por meio das alterações dos componentes internos, com o envelhecimento.

Heyward (2001) considera a acuracidade das equações antropométricas (perímetros e IMC) uma alternativa para os grupos, em que os erros de medida por meio da espessura de dobras cutâneas são maiores (obesos, idosos), pois as medidas de perímetros apresentam erros interavaliadores menores em comparação com a medida da espessura de dobras cutâneas. Isso também foi observado na análise do erro técnico de medida (Anexo 7).

Assim, pode-se concluir que as equações aqui analisadas e que apresentaram critérios de validação aceitáveis podem ser utilizadas em estudos de levantamento ou de diagnóstico da adiposidade corporal em idosos nacionais.

Análise dos Critérios de Validação Cruzada das Equações Antropométricas (espessura de dobras cutâneas) para Estimativa do %G em Idosos

A medida da espessura de dobras cutâneas tem sido umas das técnicas mais utilizadas para a estimativa do %G em estudos de campo. A excelente relação entre o somatório da espessura de dobras cutâneas e a quantidade de gordura corporal total é considerada um dos principais fatores para que esse método seja considerado um método válido para a estimativa do %G em seres humanos (Haapala et al., 2002).

Heymsfield et al., (2000) analisaram a relação da soma da espessura de quatro (4) dobras cutâneas (bicipital, tricípital, subescapular e supra-íliaca) com a quantidade de gordura total por meio da técnica da ressonância magnética e relataram uma forte relação ($r=0,90$) e um EPE=4,8kg.

Baseado em estudos que estabeleceram essas evidências da relação entre o %G e o somatório da espessura de dobras cutâneas foram desenvolvidas algumas equações que atendessem às características dos diferentes grupos etários e étnicos (Heyward & Stolarczyk, 2000). Foram analisadas, neste estudo, 11 equações para a estimativa do %G

em idosos, a partir da medida de espessura de dobras cutâneas. As Tabelas 15 e 16 apresentam os critérios de validação cruzada para cada equação.

As equações específicas para idosos desenvolvidas por Durnin e Womersley (1974) apresentaram uma tendência de superestimar os valores de %G, tanto em homens quanto em mulheres, sendo que a concordância entre os métodos foi baixa (entre 10,1% e 48,7%). No grupo de homens, a comparação das estimativas por meio das equações de conversão da densidade corporal em %G, propostas por Siri (1961) e Deurenberg et al., (1991), não demonstraram diferenças estatísticas ($p < 0,05$). Contudo, entre as mulheres, as estimativas foram diferentes estatisticamente ($p < 0,05$), sendo que a equação de Deurenberg et al., (1989) apresentou um erro inferior ao apresentado pela equação de Siri (1961) e uma concordância mais elevada, porém nenhuma se mostrou válida para a estimativa do %G em idosos.

O número reduzido de idosos mensurados no desenvolvimento da equação no estudo original (24 homens e 37 mulheres), assim como as diferentes médias de %G entre os grupos de idosos de Durnin e Womersley (1974) e o do presente estudo, podem explicar parte desta variação nos erros. Outra questão observada foi que nas mulheres idosas as amplitudes dos valores de %G apresentadas por Durnin e Womersley (1974) (26%-52%) e as do presente estudo (15,6%-51,4%) são diferentes, demonstrando assim uma tendência de superestimar o %G em idosas com %G abaixo de 26%.

Isso se comprova na análise por categorias de IMC (Tabela 18), em que houve uma forte tendência a superestimar os valores de %G em idosas que apresentaram $IMC < 25 \text{ kg/m}^2$, diferente das idosas com $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$, que apresentaram uma média de %G de $32,2 \pm 2,1\%$ e uma diferença entre 1,1% e 2,4% em relação à medida da DEXA, com uma correlação entre $r = 0,74$ e $r = 0,75$ e um EPE entre 3,39% e 3,36% dependendo da equação de conversão utilizada. Nos homens (Tabela 17), não foi observada uma influência significativa das categorias de IMC nos erros provenientes da equação específica de Durnin e Womersley (1974), sendo que, para todas as categorias, foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$).

Essa equação já havia apresentado diferenças estatísticas quando testada em 15 mulheres pós-menopausa, tendo superestimado em 7,2% o %G em relação à medida da DEXA (Rech. et al., 2005). Esses resultados confirmam também os achados de Barbosa et al., (2001), que, em 20 mulheres idosas, encontraram uma superestimativa de 4% no %G em comparação com medida da DEXA.

Diferente disso, a equação generalizada de Durnin & Womersley (1974), proposta

por meio de uma amostra de 481 indivíduos entre 17-72 anos de idade, mostrou-se válida para os idosos no presente estudo. A utilização de diferentes equações de conversão da densidade corporal em %G não produziu resultados diferentes estatisticamente ($p>0,05$), apresentando uma variação de 2,3% a 2,6% (homens) e -1,1% a 0,6% (mulheres).

Também foi observada uma elevada concordância entre os métodos da DEXA e de Durnin & Womersley (1974), variando entre 60,2% a 64,4%. Os coeficientes de correlação desta equação (Figuras 9 e 10), tanto em homens quanto em mulheres, foram considerados válidos (Lohman, 1992).

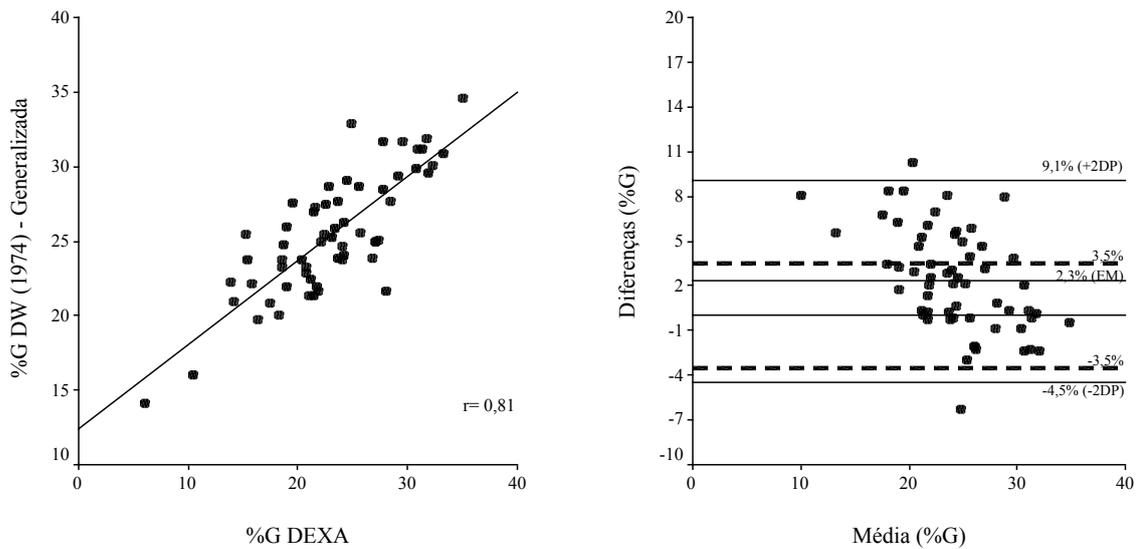


Figura 9. Gráfico de dispersão entre os métodos da DEXA e da equação generalizada de Durnin e Womersley (1974) para estimativa do %G em homens idosos.

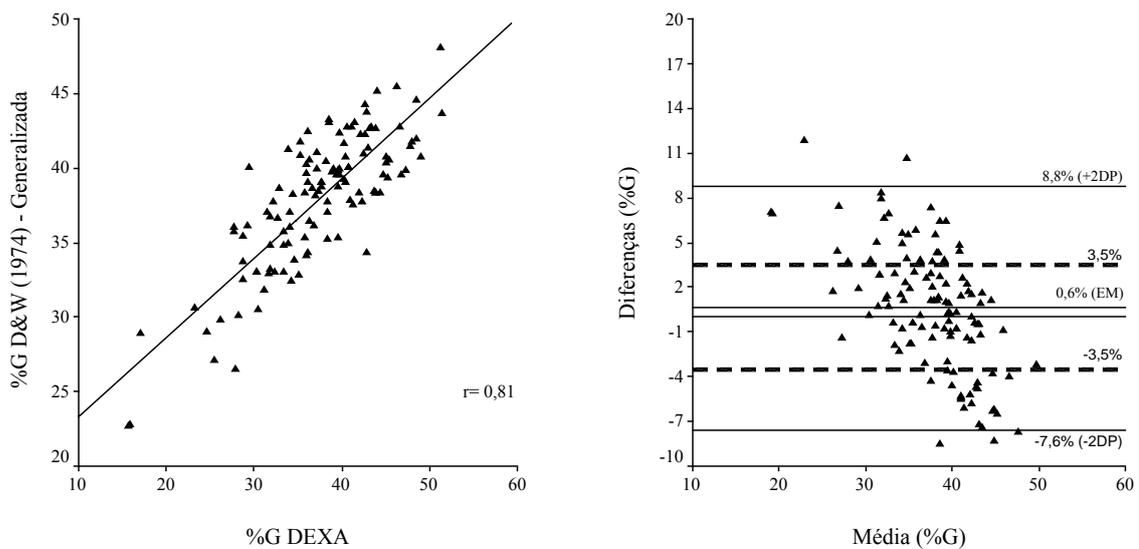


Figura 10. Gráfico de dispersão entre os métodos da DEXA e da equação generalizada de Durnin e Womersley (1974) para estimativa do %G em mulheres idosas.

Pode-se notar que nos homens o erro médio (EM) foi maior (2,3%) do que o

apresentado nas mulheres (0,6%) e a dispersão dos erros foi menor (13,6%) em relação às mulheres (16,4%), porém as duas são consideradas altas (IC=95%).

O fato de apresentar um maior número de indivíduos mensurados e um modelo logarítmico pode ter contribuído para a melhor adequação dos resultados da equação generalizada em comparação com os resultados obtidos pela equação específica de Durnin e Womersley (1974).

As equações generalizadas, desenvolvidas por Jackson e Pollock (1978) para homens e Jackson et al., (1980) para mulheres, também foram analisadas neste estudo. Essas equações não são específicas para o grupo de idosos, porém, devido ao fato de terem mensurado um grupo de idosos jovens, ser desenvolvida com um “n” amostral considerável e utilizado um modelo quadrático para o desenvolvimento, essas equações foram testadas no grupo de idosos.

Os modelos quadráticos são mais rígidos em relação aos métodos de regressão linear, pois leva em consideração uma maior variabilidade dos valores extremos, podendo, assim, considerar a variabilidade ocasionada pelo envelhecimento (Vincent, 1995).

Apesar disso, essas equações apresentaram um %G diferente do apresentado pela DEXA, tanto em homens quanto em mulheres ($p < 0,05$), com erros entre -4,1% e 3,6%. Houve uma tendência de subestimação do %G nas mulheres e superestimativa nos homens.

A concordância entre os métodos foi baixa, variando entre 45,7% (homens) e 59,6% (mulheres), mesmo tendo apresentado um coeficiente de correlação alto, $r = 0,85$ para os homens e $r = 0,82$ para as mulheres. Os valores de correlação foram próximos dos apresentados na validação cruzada em 95 homens e 82 mulheres, em que foram observados valores de $r = 0,91$ (homens) e $r = 0,82$ (mulheres). Rech et al., (2005), comparando as medidas de %G da DEXA com os escores obtidos pela equação de Jackson et al., (1980) para 15 mulheres, observaram um erro médio de 1,24%, porém a concordância ($\pm 3,5\%$ G) foi de apenas 46,6% da amostra analisada. Na análise nas categorias de IMC somente em mulheres com $IMC < 25 \text{ kg/m}^2$, foram observados erros que não diferiram estatisticamente (Tabela 18) com a medida da DEXA.

Outro estudo que se propôs a analisar a validade da equação de Jackson et al., (1980) foi elaborado por Barbosa et al., (2001), que observou que esta equação superestimou em 9,7% o %G em 20 mulheres idosas quando comparada com as medidas da DEXA.

Algumas considerações são necessárias para analisar as equações propostas por Jackson e Pollock (1978) e Jackson et al., (1980), pois as mesmas vêm sendo amplamente

utilizadas em estudos nacionais. Outra equação desenvolvida pelos mesmos autores, utilizando o somatório da espessura de sete dobras cutâneas, mostrou-se válida para ser utilizada em indivíduos adultos no Brasil (Petroski & Pires Neto, 1995; Petroski & Pires Neto, 1995). No entanto, em idosos, essa equação que utiliza sete dobras cutâneas não foi testada devido à pouca praticidade em ter-se que avaliar sete DC para poder-se estimar o %G.

Até mesmo pelo fato de que algumas DC apresentam valores elevados de erros inter e intra-avaliador, o que pode contribuir para os erros nas estimativas (Perini et al., 2005). Outro fato que pode ter contribuído para a não validade desta equação é a utilização de um adipômetro diferente do utilizado no estudo original, quando foi utilizado um equipamento *Lange*, enquanto no presente estudo utilizou-se um aparelho *Cescorf* digital.

A influência do tipo de adipômetro na medida da espessura de dobras cutâneas é relatada por Cyrino et al., (2003), que, comparando as médias de espessura de DC em nove diferentes pontos, encontrou diferenças estatísticas em todos os pontos, quando comparou os valores obtidos pelos adipômetros *Lange* e *Cescorf*.

Além da equação generalizada de Durnin & Womersley (1974), a equação de Visser et al., (1994), baseada na medida do somatório da espessura das dobras cutâneas bicipital e tricípital, apresentou valores médios que não diferem estatisticamente em relação à medida-critério, para o sexo masculino. Entretanto, somente quando utilizada a equação de conversão de Siri (1961) essa medida não difere da DEXA; quando utilizada a equação de Deurenberg et al., (1989), observou-se que a diferença foi significativa ($p < 0,05$). A tendência é de superestimativa dos valores do %G quando comparado com a DEXA, sendo que 49,2% da amostra apresentaram uma concordância entre $\pm 3,5\%$ G. Além disso, o EPE foi elevado (3,66%). Nas mulheres, a equação de Visser et al., (1994) também superestimou o %G nas idosas entre 6,4% e 7,9%, erros que diferem estatisticamente ($p < 0,05$) com a medida da DEXA; a concordância foi menor (27,7%) do que a observada nos homens.

O desvio padrão desta equação em ambos os sexos foi inferior ao apresentado pelo método da DEXA, demonstrando uma tendência à homogeneidade dos dados em torno da média, ou seja, os valores extremos de %G tendem a ser aproximados da média. Esse é um dos critérios sugeridos por Lohman (1992) para a análise da validade de equações antropométricas. Assim, o ET foi muito elevado, demonstrando que essas equações não são adequadas para serem utilizadas na população de idosos nacionais.

Quando analisada em função das categorias de IMC (Tabelas 17 e 18), pode-se observar que, para os homens idosos com $IMC < 25 \text{ kg/m}^2$, houve diferenças estatísticas com a medida da DEXA (2,4%-conversão Siri, 1961). Já para as categorias de IMC entre $25-30 \text{ kg/m}^2$ e $>30 \text{ kg/m}^2$ as diferenças não foram significativas, contudo os valores de correlação foram moderados ($r=0,62$ e $r=0,78$) e o EPE acima do recomendado (3,75% e 3,87%).

Diferente do apresentado pela maioria das equações analisadas que utilizam a medida de espessura de dobras cutâneas, a equação desenvolvida por Svendsen et al., (1991) apresentou a maior subestimativa entre todas as equações testadas (-12,5%) na amostra de mulheres idosas (Tabela 16). Apenas 4,2% dos indivíduos da amostra apresentaram uma estimativa inferior a $\pm 3,5\%$ de gordura corporal, sendo que, na sua maioria, os valores são inferiores a este limite.

Essas diferenças não a credenciam como um método válido para a estimativa do %G em mulheres idosas, sendo que em relação às categorias de IMC os erros são altos (Tabelas 17 e 18). Os erros são provenientes das diferentes características (%G médio, amplitude dos valores de DC) entre o grupo de desenvolvimento e o grupo analisado no presente estudo.

Por fim, a última equação analisada neste estudo foi proposta por Lean et al., (1996), baseada nas medidas de perímetro da cintura, dobra cutânea tricípital, além da idade e sexo. Quando analisados os critérios de validação (Tabela 16 e 17), pode-se observar que a mesma superestimou o %G em homens e mulheres. O coeficiente de correlação foi forte ($r=0,79$) nos homens e moderado nas mulheres ($r=0,51$), no entanto houve uma maior concordância nas estimativas das mulheres (37,8%) do que dos homens (10,2%). Mesmo assim, os valores de EPE e erro total (ET) são considerados inadequados para utilização em idosos.

Alguns fatores, como a experiência do avaliador, equipamento, padronização, localização do ponto anatômico e pinçamento da espessura da dobra cutânea, representam erros consideráveis na avaliação da composição corporal por meio do método de espessura de DC (Durnin & Womersley, 1974).

Além disso, em pessoas com mais idade, devido ao envelhecimento e a redistribuição da gordura corporal, evidencia-se uma tendência de maior acúmulo da gordura interna em relação à gordura subcutânea, assim como ocorre uma migração dos depósitos de gordura dos membros para o tronco (Mohamad & Mooradian, 2002); isso

auxilia para que a relação entre as medidas subcutâneas não represente de forma real a medida de gordura corporal total (Micozzi & Harris, 1990).

Também a diminuição da compressibilidade da espessura da dobra cutânea pode interferir significativamente na medida (Durnin & Womersley, 1974). As diferenças no padrão de distribuição de gordura corporal entre diferentes etnias podem alterar a relação entre o somatório da espessura de DC e a medida da composição corporal, assim como valores de densidade corporal. (Mott et al., 1999). Esses fatores podem contribuir para erros na avaliação da composição corporal de pessoas com mais idade por meio da utilização do método de espessura de dobras cutâneas. Assim as mensurações devem seguir as padronizações estabelecidas, equipamentos adequados e calibrados e avaliadores experientes para diminuir essas variações.

Análise dos Critérios de Validação Cruzada das Equações de Impedância Bioelétrica para Estimativa da Massa Livre de Gordura em Idosos

Além do componente de gordura corporal, que pode ser estimado por meio de equações que envolvam medidas antropométricas, como visto anteriormente, outro componente da composição corporal de grande importância no grupo de idosos é a MLG.

Este componente também foi avaliado por meio da DEXA, e seus escores comparados com oito (8) equações, quatro (4) para homens e quatro (4) para mulheres, utilizando as variáveis de impedância bioelétrica e, em alguns casos, combinados com medidas antropométricas.

A média da MLG estimada por meio da DEXA foi de $54,9 \pm 6,8$ kg para homens e $38,9 \pm 4,5$ kg nas mulheres, com uma variação entre 26,1kg e 70,6kg; outras informações dos critérios de validação cruzada são apresentadas nas Tabelas 15 e 16.

A equação de Deurenberg et al., (1990) subestimou a MLG em 7,1kg nos homens e 5,9kg nas mulheres, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$), e apresentou uma baixa concordância tanto em homens (10,2%) quanto em mulheres (5,4%) em relação à medida da DEXA. Contudo, apresentou um valor de correlação significativo $r = 0,86$ (homens) e $r = 0,83$ (mulheres), e um erro total considerado alto 6,8% e 6,2%, respectivamente.

Haapala et al. (2002) relataram que a equação de Deurenberg et al., (1990) subestimou em $6,5 \pm 2,4$ kg a MLG em uma amostra de mulheres idosas. Essa equação também tem apresentado médias diferentes quando analisado o componente de gordura

corporal por meio de técnicas como a DEXA (Barbosa et al., 2001) e 4C (Goran et al., 1997) em idosos.

Além das diferenças étnicas, que podem apresentar alterações que provocam erros nas estimativas em diferentes grupos, as constantes de hidratação entre os componentes de MLG podem representar um fator importante nos erros de estimativa da MLG. A técnica da DEXA utiliza como constante um valor de $\approx 72\%$ de hidratação para a MLG (Clasey et al., 1999). A amostra do presente estudo apresentou uma hidratação da MLG por meio da IB de 75,7% (homens) e 72,4% (mulheres), ocasionado assim valores diferentes dos apresentados no estudo original de Deurenberg et al., (1990). Com isso, pode-se observar um valor de resistência à corrente elétrica maior na amostra do presente estudo (Tabela 13) em comparação com o estudo de Deurenberg et al., (1990), que apresentou para homens uma média de $460\pm 40\Omega$ e para mulheres $521\pm 45\Omega$.

Além disso, essa equação foi desenvolvida por meio do método da PH, que estabelece constante de MLG e não observa as alterações, principalmente da perda de DMO e de massa muscular (Mazzes et al., 1990), o que pode resultar em erros consideráveis no grupo de idosos.

Também pode-se observar que as categorias de IMC não se mostraram significativas nos erros provenientes da equação de Deurenberg et al., (1990) de acordo com as Tabelas (17 e 18). Esse fator parece influenciar as medidas da composição corporal, como foi relatado por Gray et al., (1989) ao analisar o efeito de diferentes níveis de obesidade em homens e mulheres nos resultados da BIA. Observaram que em indivíduos com mais de 42% de gordura corporal houve uma superestimativa dos valores de MLG e, em indivíduos com %G acima de 48% esses erros tornam-se ainda maiores.

Porém, no presente estudo, foram poucos os indivíduos com %G acima de 48%, o que pode ter causado um fator limitante nessa análise. Entretanto, pode-se observar que, em indivíduos idosos com maior sobrepeso, os valores de MLG tendem a ser subestimados em relação à medida da DEXA, quando utilizada a equação de Deurenberg et al., (1990).

As outras três equações analisadas utilizaram como medida-critério em seu desenvolvimento as medidas de DEXA e de 4C, que levam em consideração as alterações decorrentes na MLG (Wang, et al., 1999) e na densidade mineral óssea (Mazess et al., 1990) associada ao envelhecimento.

A média da MLG obtida por meio da equação de Kyle et al., (2001a) não diferiu estatisticamente ($p<0,05$), tanto em homens quanto em mulheres, tendo subestimado em 0,8kg em homens e superestimado em 0,2kg nas mulheres a MLG. O EPE assim como os

valores de desvio padrão e ET são considerados válidos para a estimativa da MLG em idosos (Lohman, 1992).

As figuras 11 e 12 apresentam os valores de correlação e os limites de confiança (95%) para as variações de erros observadas pela equação de Kyle et al., (2001a). Quando aplicada na população de idosos, nota-se uma maior variabilidade no grupo de homens em comparação com as mulheres; essa característica deve-se às maiores perdas de MLG nos homens com o avanço da idade (Kyle et al., 2001b).

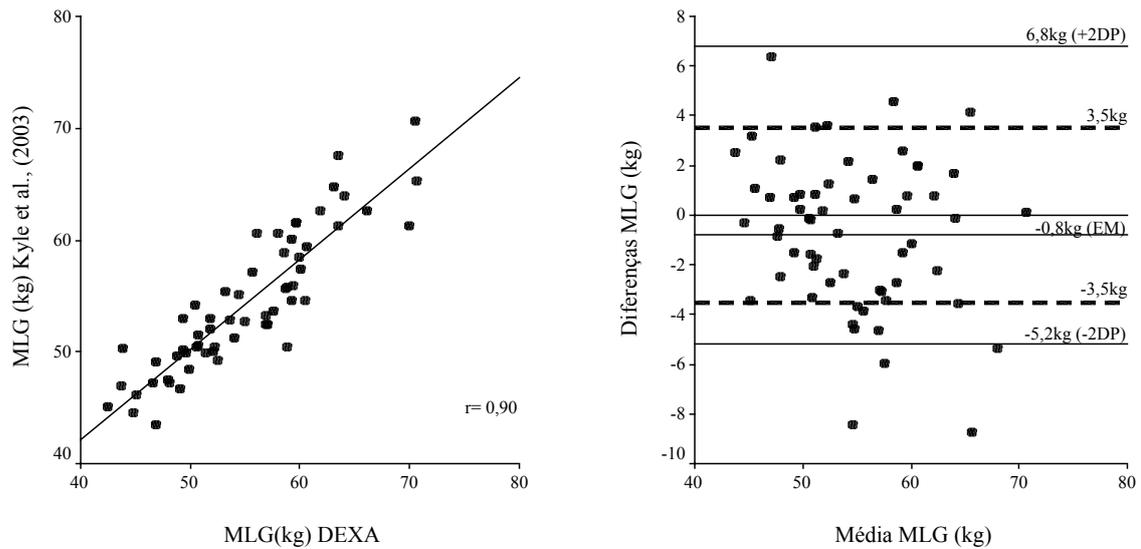


Figura 11. Gráfico da relação e de dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Kyle et al., (2001a) para estimativa da MLG (kg) em homens idosos.

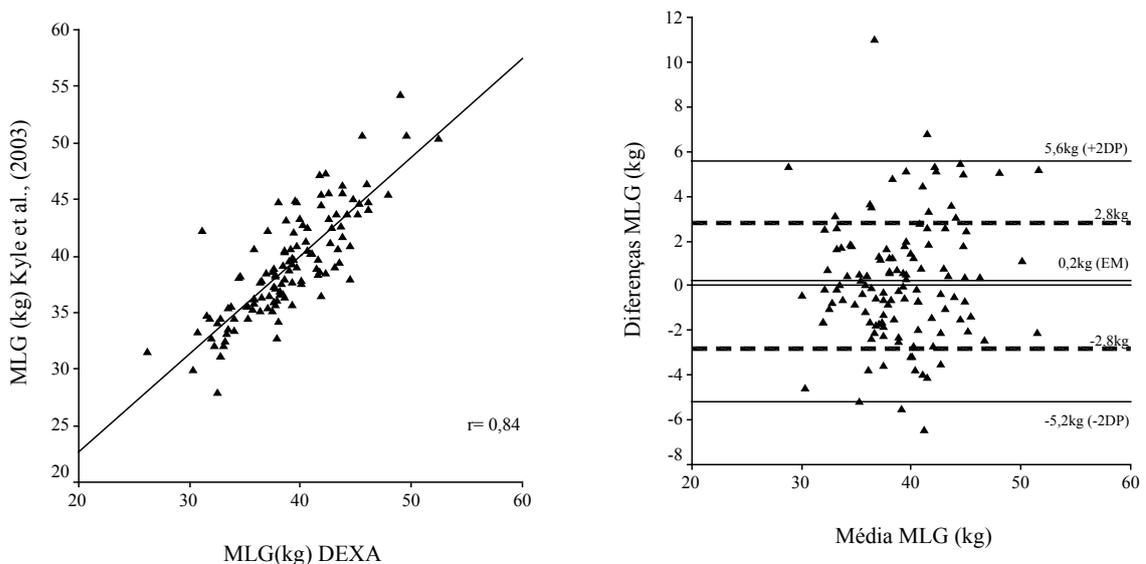


Figura 12. Gráfico da relação e de dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Kyle et al., (2001a) para estimativa da MLG (kg) em mulheres idosas.

Quanto à equação de Dey et al., (2003a), observou-se uma superestimativa de

0,6kg nos homens e de 2,3 kg em mulheres, e um elevado coeficiente de correlação em homens ($r=0,89$) e mulheres ($r=0,85$). A concordância entre os métodos variou entre 63,7% e 78% ou seja, grande parte dos idosos avaliados apresenta erros dos critérios de validação sugeridos por Lohman (1992), demonstrando que essa equação teve uma validade cruzada em idosos nacionais. Isso se confirma na análise dos escores residuais (Figuras 13 e 14).

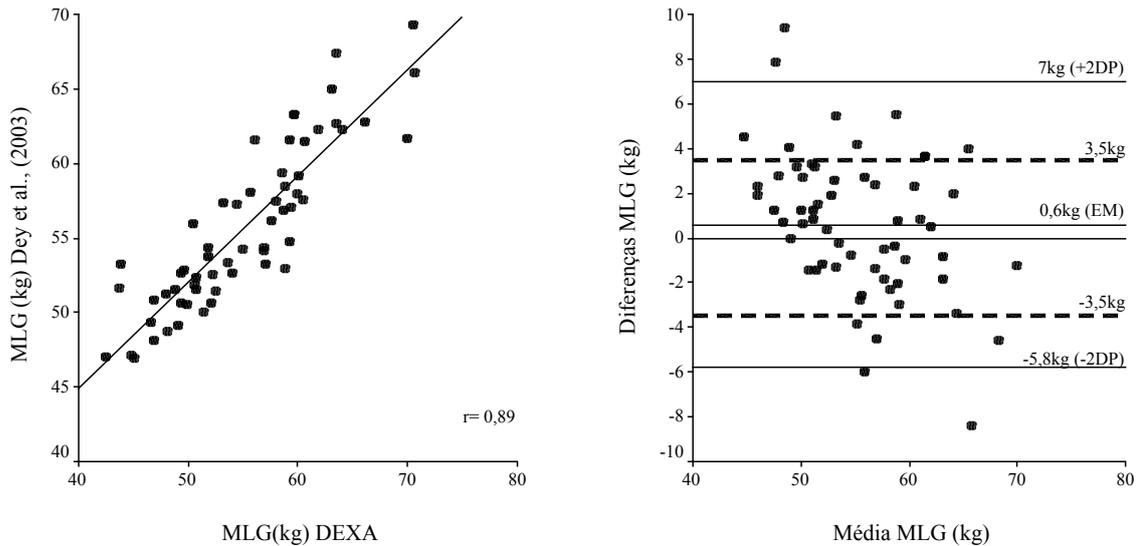


Figura 13. Gráfico da relação e de dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Dey et al., (2003a) para estimativa da MLG (kg) em homens idosos.

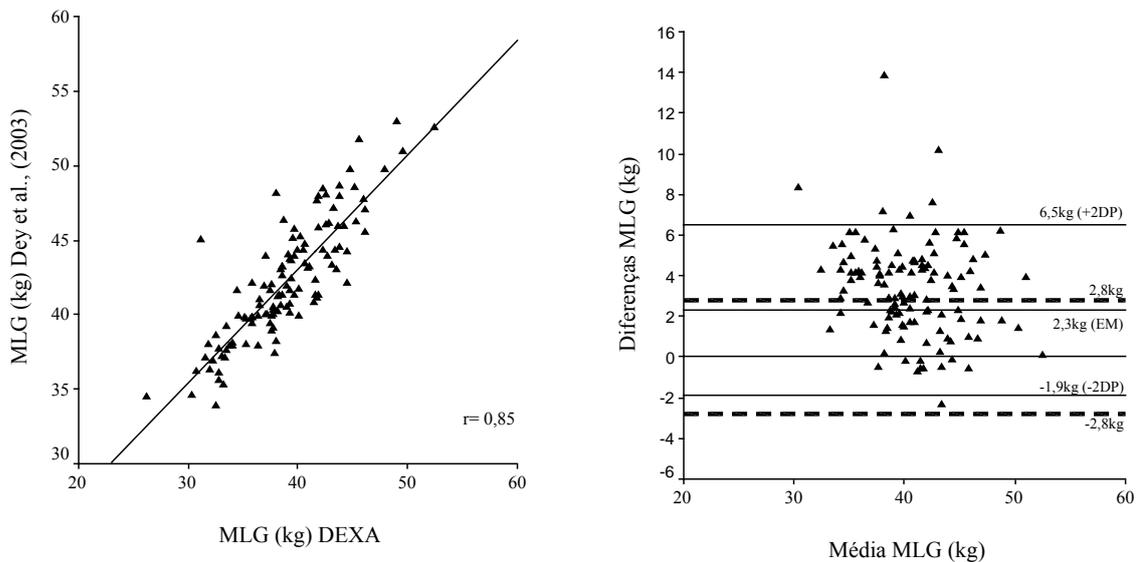


Figura 14. Gráfico da relação e de dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Dey et al., (2003a) para estimativa da MLG (kg) em mulheres idosas.

Outra equação que se mostrou válida para a estimativa da MLG em homens foi

apresentada por Sun et al., (2003), com um EC de 2,5kg e uma concordância de 65,9% dos escores da amostra. Porém, em mulheres, essa equação apresentou uma diferença significativa (3,8kg). Apesar de apresentar uma correlação alta ($r=0,90$), a concordância foi baixa entre os dois métodos (33,6%).

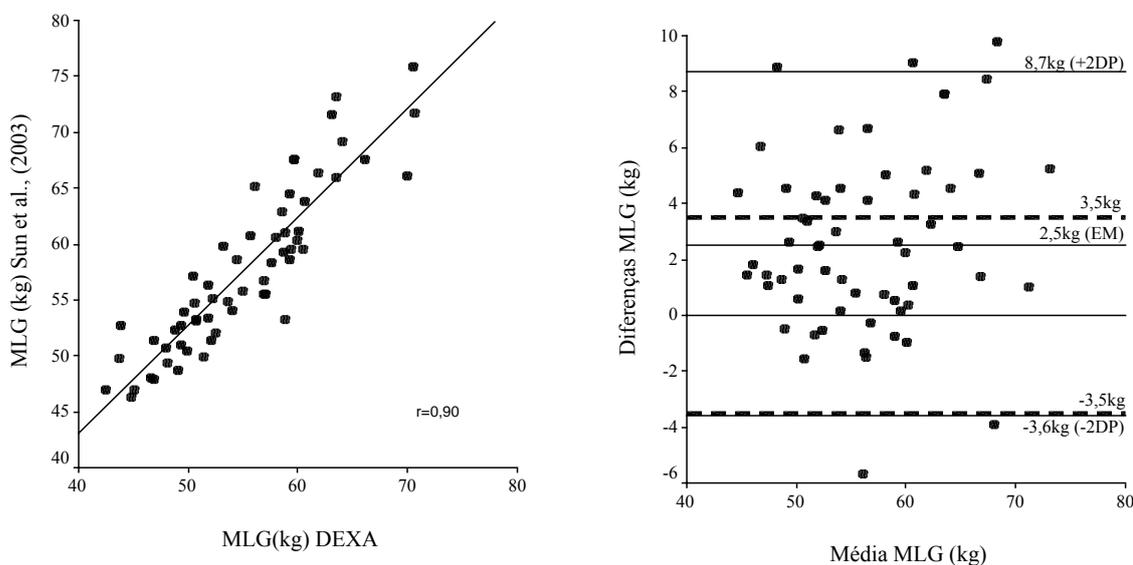


Figura 15. Gráfico da relação e de dispersão entre os métodos da DEXA e da equação de Sun et al., (2003) para estimativa da MLG (kg) em homens idosos.

Tanto a equação de Dey et al., (2003) quanto à equação de Sun et al., (2003) não se mostraram influenciadas pelas categorias de IMC nos critérios de validação (Tabelas 17 e 18). Nos homens, em ambas as equações, os erros não aumentaram em relação ao aumento do sobrepeso. Nas mulheres, somente a equação de Sun et al., (2003) apresentou essa tendência, sendo que a equação subestimou a MLG em idosas com $IMC < 25 \text{kg/m}^2$ e superestimou naquelas que apresentam $IMC > 30 \text{kg/m}^2$.

Gray et al., (1989) relataram que indivíduos que apresentam um excesso de adiposidade podem provocar erros nas estimativas provenientes da IB, principalmente pelas alterações na hidratação dos componentes corporais. Segundo Baumgartner et al., (1989), essa variação também pode ser relacionada aos componentes anisotrópicos (líquidos intracelulares, espaços de ar e a própria orientação dos eletrodos que dificulta a passagem da corrente elétrica em músculos do tronco que possuem orientações diferenciadas nas fibras musculares).

A utilização da variável da razão entre estatura ao quadrado pela resistência tem se apresentado como uma excelente preditora da MLG (Baumgartner, et al., 1991). Kyle et

al., (2001a) relataram um valor de correlação de $r=0,93$ e EPE de 2,8kg. Esses dados são semelhantes aos relatados por Sun et al., (2003), que encontraram valores de $r=0,79$ e um EPE entre 2,6kg e 3,8kg quando incluídas no modelo de regressão as variáveis de estatura ao quadrado e a massa corporal. No presente estudo, os valores de coeficiente de determinação desta variável foram altos ($R^2=0,74$) em homens e ($R^2=0,68$) em mulheres.

Outros estudos propuseram-se a analisar a validade de equações de IB em grupos de idosos. Lupoli, et al., (2004) observaram que a equação de IB, desenvolvida por Deurenberg et al., (1990), subestimou a MLG em 5,2kg nos homens e 6kg nas mulheres com IMC menor que $20\text{kg}/\text{m}^2$.

Do mesmo modo que tem ocorrido em indivíduos com baixo peso (Lupoli et al., 2004), outras investigações têm encontrado erros também em obesos. Heber, et al., (1996) observaram que os percentis mais elevados de obesidade são os que apresentam os maiores erros associados à IB. Além disso, outra evidência apontada por Coppini, et al., (2005) é a de que indivíduos com $\text{IMC}>34\text{kg}/\text{m}^2$ apresentam erros consideráveis em relação aos componentes corporais, devido ao aumento da água corporal total e da água extracelular, causando uma subestimativa da massa gorda e superestimativa da MLG.

Isso pode ser explicado em função de que o acúmulo de gordura no tronco pode resultar em uma resistência maior em relação a indivíduos não obesos, com isso a quantidade de MLG é avaliada de forma equivocada (Gray et al., 1989).

Dey e Bosaeus (2003b) evidenciaram que a equação de IB de Deurenberg et al., (1990) também subestimou em 7,9kg a MLG em homens e 9kg em mulheres. Já a equação de Kyle et al., (2001a) subestimou em 2,6kg a MLG em homens e 4,2kg em mulheres, quando comparada com uma medida de 4C em uma amostra baseada no estudo *Nordic Research on Ageing Study*.

Fregonasse (2001) também relatou a validade das equações de IB desenvolvidas por Lohman (1992) e as equações específicas para diferentes níveis de gordura corporal (<30% e >30%) de Segal, et al., (1988) em um grupo de 95 mulheres idosas pós-menopausa. Os resultados demonstraram que a equação de Lohman (1992) superestimou, estatisticamente, a MLG em 0,63kg, e a equação de Segal et al., (1988) mostrou-se válida para a estimativa da MLG na amostra mencionada. Entretanto, um problema metodológico é evidenciado na utilização da equação de Segal et al., (1988), devido à necessidade de se determinar anteriormente o %G para assim selecionar a equação adequada.

Mas isso demonstra que as equações de IB são métodos que podem ser utilizados em idosos com valores de erros considerados válidos para a estimativa da MLG. Contudo,

vale ressaltar que a qualidade das informações produzidas pelo método de impedância bioelétrica é dependente do controle prévio de inúmeros fatores, uma vez que a variação na hidratação da MLG e na concentração de eletrólitos, a instrumentação e a habilidade do avaliador tornam-se potenciais fontes de erros de medida (Lukaski, 1987). Controlados esses fatores, é atribuída uma considerável vantagem ao método da IB quando comparada ao somatório de espessura de dobras cutâneas, devido à capacidade de mensuração da água corporal e por apresentar menores erros intra-avaliadores.

CAPITULO V

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados, considerando-se as limitações do presente estudo, pode-se concluir o que se passa a relatar.

De modo geral, todas as equações produzem resultados diferentes da medida-critério (DEXA), entretanto algumas equações apresentam resultados que são considerados válidos para a análise do %G e da MLG, principalmente por se tratar de métodos de campo, com boa aplicabilidade e baixos custos.

As equações de conversão da densidade corporal em %G desenvolvidas por Siri (1961) e Deurenberg et al., (1989) não diferem em homens idosos, apresentando diferenças inferiores a 1% de gordura corporal. Entre as mulheres, essas equações produzem diferenças inferiores a 3% de gordura corporal, porém essas diferenças não afetam os critérios de validação cruzada, tanto em homens quanto em mulheres.

A equação antropométrica específica, que utiliza as variáveis de IMC e idade como preditoras do %G, desenvolvida por Deurenberg et al., (1991), é válida para a estimativa do %G em homens idosos, independente da categoria de IMC analisada.

As equações antropométricas generalizadas desenvolvidas por Tran e Weltman (1988) para homens e Tran e Weltman (1989) para mulheres, por meio das medidas de massa corporal, estatura e perímetros corporais, são válidas para a estimativa do %G em homens e mulheres. Porém, em homens idosos com $IMC < 25 \text{ kg/m}^2$ há uma superestimativa do %G.

A equação antropométrica específica desenvolvida por Gonçalves (2004), baseada na medida de perímetros corporais, é válida para a estimativa do %G em mulheres idosas com $IMC > 25 \text{ kg/m}^2$ e superestima os valores de %G em mulheres idosas com $IMC < 25 \text{ kg/m}^2$.

A equação antropométrica generalizada, que utiliza o somatório da espessura de quatro dobras cutâneas desenvolvida por Durnin & Womersley (1974) é válida para a estimativa do %G em mulheres idosas, independente da categoria de IMC. Já em homens, essa equação mostrou-se válida somente para idosos com $IMC > 25 \text{ kg/m}^2$, sendo que um $IMC < 25 \text{ kg/m}^2$ produz uma superestimativa do %G em homens idosos.

A equação de impedância bioelétrica generalizada desenvolvida por Kyle et al., (2001a) e a equação específica desenvolvida por Dey et al., (2003a) são válidas para a estimativa da MLG em homens e mulheres em todas as categorias de IMC analisadas.

A equação de impedância bioelétrica generalizada desenvolvida por Sun et al., (2003) é válida para a estimativa da MLG em homens idosos, independente da categoria de IMC.

As equações antropométricas de Svendsen et al., (1991), Visser et al., (1994), Lean et al., (1996), Jackson e Pollock (1978) e Jackson et al., (1980), não apresentaram critérios de validação cruzada válidos para a estimativa do %G em idosos.

A equação de impedância bioelétrica de Deurenberg et al., (1990), não apresentou critérios de validação cruzada válidos para a estimativa da MLG em idosos.

Assim, recomenda-se que sejam desenvolvidas novas equações antropométricas e de IB para idosos nacionais, que possam diminuir os erros de estimativa do %G e da MLG. Sugerem-se novas equações baseadas nas medidas de IMC e de perímetros corporais, utilizando um modelo quadrático que pode facilitar o trabalho de campo e diminuir os erros de estimativa, em estudos de levantamentos de dados.

A IB mostrou-se um método válido e preciso para a estimativa da MLG em idosos e, sendo esse um dos principais problemas do envelhecimento, sugere-se, em estudos de acompanhamento, a utilização da IB no lugar de medidas antropométricas, tentando assim diminuir os erros de avaliador, equipamento, relação de DC e %G. Porém, devem ser observados os critérios anteriores às mensurações para que as medidas de IB não sejam influenciadas significativamente por outros fatores.

Por fim, recomenda-se que os métodos aqui testados e válidos sejam utilizados no estudo da composição corporal na população de idosos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, J. E. (1997). Single and dual-energy X-ray absorptiometry. *European Radiology*, 7 (Suppl. 2), 20-31.
- Albanese, C. V., Diessel, E. & Genant, H. K. (2003). Clinical applications of body composition measurements using DEXA. *Journal of Clinical Densitometry*, 6 (2), 75-85.
- Associação Nacional de Empresas de Pesquisas (ANEP). (2003). *Critério de classificação econômica Brasil*. Acesso em 15/11/2005. Disponível em www.anep.org.br/cceb/.
- Ball, S. D. & Swan, P. D. (2003). Accuracy of estimating intra-abdominal fat in obese women. *Journal of Exercise Physiology*, 6 (4), 1121-1126.
- Barbosa, A. B., Santarém, J. M., Jacob Filho, W., Meirelles, E. S. & Marucci, M. F. N. (2001). Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. *Archivos Latinoamericanos de Nutrição*, 51 (1), 125-135.
- Baumgartner, R. N., Heymsfield, S. B., Lichtman, S., Wang, J. & Pierson, R. N. (1991). Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53 (6), 1345-1353.
- Baumgartner, R., Chumlea, W. C. & Roche, A. F. (1989). Estimation of body composition from bioelectric impedance of body segments. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50 (2), 221-226.
- Benedetti, T. B., Petroski, E. L. & Gonçalves, L. H. T. (2004). *Perfil do idoso do Município de Florianópolis, SC*. Relatório final de pesquisa. Editora Pallotti.
- Biggaard, J., Frederiksen, K., Tjønneland, A., Thomsen, B. L., Overvad, K., Heitmann, B. L. & Sorensen, T. I. A. (2004). Body fat and fat-free mass and all-cause mortality. *Obesity Research*, 12 (7), 1042-1049.
- Black, E., Peterson, L., Kreutzer, M., Toubro, S., Sorensen, T. L. A., Pedersen, O. & Astrup, A. (2002). Fat measured by DXA varies with scan velocity. *Obesity Research*, 10 (2), 69-77.
- Bland, J. M. & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *The Lancet*, 12, 307-310.
- Bottaro, M. F., Heyward, V. H., Bezerra, R. F. A. & Wagner, D. R. (2002). Skinfold method vs dual-energy x-ray absorptometry to assess body composition in normal and obese women. *Jpe*, 5 (2), 11-18.
- Bottaro, M. M. (1999). *Cross-validation of body composition equations for Brazilian women using dual-energy x-ray absorptiometry*. Tese de Doutorado. University of New Mexico. Albuquerque. New Mexico.

- Brodowicz, G. R., Mansfield, R. A., McClung, M. R. & Althoff, S. A. (1994). Measurement of body composition in elderly: dual Energy X-ray absorptiometry, underwater weighing, bioelectrical impedance analysis, and anthropometric. *Gerontology*, 40 (6), 332-339.
- Broekhoff, C., Voorrips, L. E., Weijenberg, M. P., Witvoet, G. A., Van Staveren, W. A. & Deurenberg, P. (1992). Relative validity of different methods to assess body composition in apparently healthy elderly women. *Annals Nutrition & Metabolism*, 36 (3), 148-156.
- Carvalho, J. A. M. & Garcia, R. A. (2003) O envelhecimento da população Brasileira: um enfoque demográfico. *Caderno de Saúde Pública*, 19 (3), 725-733.
- Clasey, J. L., Kanaley, J. A., Wideman, L., Heymsfield, C. D., Teates, M. E., Gutgesell, M., Thorner, M. O., Hartman, M. L., & Weltman, A. (1999). Validity of methods of body composition assessment in young and older men and women. *Journal Applied Physiology*, 86 (5), 1728-1738.
- Coppini, L. Z., Waitzberg D. L. & Campos, A. C. (2005). Limitations and validation of bioelectrical impedance analysis in morbidly obese patients. *Currenton Opinion Clinical Nutrition Metabolic Care*, 8 (3), 329-332.
- Cyrino, E. S, Okano, A. H., Glaner, M. F., Romanzini, M., Gobbo, L. A., Makoski, A., Bruna, N., Melo, J. C. & Tassi, G. N. (2003). Impacto da utilização de diferentes compassos de dobras cutâneas para a análise da composição corporal. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9 (3), 21-28.
- Deurenberg, P., Van der Kooij, K., Evers, P. & Hulshof, T. (1990). Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged > 60 years. *American Journal of Clinical Nutrition*, 51 (1), 3-6.
- Deurenberg, P., Weststrat, J. A., Kooy, K. V. (1989). Is an adaptation of Siri's formula for the calculation of body fat percentage from body density in the elderly necessary? *European Journal of Clinical Nutrition*, 43 (8), 559-567.
- Deurenberg, P., Weststrate, J. A. & Seidell, J. C. (1991). Body mass index as a measure of body fatness: age and sex-specific prediction formulas. *British Journal of Nutrition*, 65, 105-114.
- Dey, D. K. & Bosaeus, I. (2003b). Comparison of bioelectrical impedance prediction equations for fat-free mass in a population-based sample of 75 y olds: The Nora study. *Nutrition*, 19 (10), 858-864.
- Dey, D. K., Bosaeus, I., Lissner, L. & Steen, B. (2003a). Body composition estimated by bioelectrical impedance in the Swedish elderly. Development of population-based prediction equation and reference values of fat-free mass and body fat for 70 and 75 years old. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57 (8), 903-909.

- Dey, D. K., Rothenberg, E., Sundh, V., Bosaeus, I. & Steen, B. (1999). Height and body weight in the elderly: A 25 year longitudinal study of a population aged 70 to 95 years. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53 (12), 905-914.
- Diessel, E., Fuerst, T., Njeh, C. F., Tylavsky, F., Cauley, J., Dockrell, M. & Genant, H. K. (2000). Evaluation of new body composition phantom for quality control and cross-calibration of DXA devices. *Journal of Applied Physiology*, 89 (2), 559-605.
- Doherty, T. J. (2003). Physiology of ageing invited review: ageing and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95 (4), 1717-1727.
- Durnin, J. V. & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from body density and its estimation from skinfold thickness: measurement on 481 men and women aged from 16 at 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32 (1), 77-97.
- Eiben, G., Dey, D. K., Rothenberg, E., Steen, B., Björkelund, C., Bengtsson, C. & Lissner, L. (2005). Obesity in 70-year-old Swedes: secular changes over 30 years. *International Journal of Obesity*, 29 (7), 810-817.
- Evans, E. M., Prior, B. M., Arngrimsson, S. A., Modlesky, C. M. & Cureton, K. J. (2001). Relation of bone mineral density and content to mineral content and density of the fat-free mass. *Journal of Applied Physiology*, 91 (5), 2166-2172.
- Evans, E. M., Saunders, M. J., Spano, M. A., Arngrimsson, S. A., Lewis, R. D. & Cureton, K. J. (1999). Body-composition changes with diet and exercise in obese women: a comparison of estimates from clinical methods and a 4-component model. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (1), 5-12.
- Fett, W. C. R. (2005). *Comparação entre a antropometria e o raio-x de dupla varredura para a avaliação da composição corporal de idosas diabéticas tipo 2 e sua associação com a força de preensão da mão*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- Fields, D. A., Wilson, G. D., Gladden, L. B., Hunter, G. R., Pascoe, D. D. & Goran, M.I. (2002). Comparison of the BOD POD with the four-compartment model in adults females. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (9), 1605-1610.
- Foster, K. R. & Lukaski, H. C. (1996). Whole-body impedance – what does it measure? *American Journal of Clinical Nutrition*, 64 (Suppl 3), 388-396.
- Fregonasse, A. T. (2001). *Precisão de equações de bioimpedância (BIA) em mulheres Brasileiras pós-menopausa por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA)*. Dissertação de Mestrado – Universidade Católica de Brasília, Brasília.
- Gariballa, S. E. & Sinclair, A. J. (1998). Nutrition, ageing and ill health. *British Journal of Nutrition*, 80 (1), 7-23.

- Glaner, M. F. (2005). Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 7 (1), 05-11.
- Gonçalves, E. (2004). *Equação de regressão com a perimetria e a DEXA para a Terceira Idade*. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Ciência da Motricidade, Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro.
- Goodman-Gruen, D. & Barret-Connor, E. (1996). Sex differences in fat and body distribution in the elderly. *American Journal of epidemiology*, 143 (9), 898-906.
- Goran, M. I., Toth, M. J. & Poehlman, E. T. (1998). Assessment of research-based body composition techniques in healthy elderly men and women using the 4-compartment model as a criterion method. *International Journal of Obesity*, 22 (2), 135-142.
- Goran, M., Michael, T. & Poehlman, E. T. (1997). Cross-validation of anthropometric and bioelectrical resistance prediction equations for body composition in older people using the 4 compartment model as a criterion method. *Journal American Gerontology Society*, 45 (7), 837-843.
- Gordon, C. C., Chumlea, W. C. & Roche, A. F. (1988). Stature, recumbent length, weight. In T. G. Lohman et al. (Ed.). *Anthropometric standardizing reference manual* (pp. 3-8). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- Gray, D. S., Bray, G. A., Gemayel, N. & Kaplan, K. (1989). Effect of obesity on bioelectrical impedance. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50 (2), 255-260.
- Guedes, D. P. (1985). *Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e espessura de dobras cutâneas de universitários*. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Santa Maria.
- Guo, S. S., Chumlea, W. C. & Cockram, D. B. (1986). Use of statistical methods to estimate body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 64 (Suppl. 3), 428-45.
- Haapala, I., Hivornen, A., Niskanen, L., Uusitupa, M., Kroger, H., Alhava, E. & Nissinen, A. (2002). Anthropometry, bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry in the assessment of body composition in elderly Finnish women. *Clinical Physiologic Imaging*, 22 (6), 383-391.
- Hansen, R. D., Raja, C., Aslani, A., Smith, R. C. & Allen, B. J. (1999). Determination of skeletal muscle and fat-free mass by nuclear and dual-energy X-ray absorptiometry methods in men and women aged 51-84 y, *American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (2), 228-233.
- Harrison, G. G., Buskirk, E. R., Carter, J. E. L., Johnston, F. E., Lohman, T. G., Pollock, M. L., Roche, A. F. & Wilmore, J. (1988). Skinfold thicknesses and measurements technique (pp.55-80). In T. G. Lohman, et al. (Ed.). *Anthropometric standardizing reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.

- Hayflick, L. (1997). *Como e Por que Envelhecemos*. Rio de Janeiro: Campus, 2ª ed.
- Heber, D., Ingles, S., Ashley, J. M., Maxwell, M. H., Lyons, R. F. & Elashoff, R. M. (1996). Clinical detection of sarcopenic obesity by bioelectrical impedance analysis. *American Journal Clinical Nutrition*, 64 (Suppl. 3), 472-477.
- Heymsfield, S. B., Wang, J., Lichtman, S., Kamen, Y., Kehayias, J. & Pierson, R. N. (1989). Body composition in elderly subjects: a critical appraisal of clinical methodology. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50 (Suppl. 3), 1167-1175.
- Heymsfield, S. D., Nunez, C., Testolin, C. & Gallagher, D. (2000). Anthropometry and methods of body composition measurement for research and field application in the elderly. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54 (3), 26-32.
- Heyward, V. (1998). Practical body composition for children, adults and older adults. *International Journal of Sport Nutrition*, 8 (3), 285-307.
- Heyward, V. H. & Stolarczyk, L. M. (2000). *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo: Manole.
- Heyward, V. H. (2001). ASEP Methods recommendation: body composition assessment. *Journal of Exercise Physiology*, 4 (4), 1-12.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2005). *Síntese dos indicadores sociais 2004: estudos e pesquisas, informação demográfica e socioeconômica*. Acesso em 23/05/2005. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/>.
- Jackson, A. S. & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40 (3), 497-502.
- Jackson, A. S., Pollock, M. L. & Ward, A. (1980). Generalized equations for prediction body density of women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 12(3), 175-182.
- Johansson, A. G., Forslund, A., Sjodin, A., Mallmin, H., Hambraeus, L. & Ljunghall, S. Determination of body composition: a comparison of dual-energy x-ray absorptiometry and hydrodensitometry. *American Journal of Clinical Nutrition*, 57 (3):323-6.
- Kalache, A., Veras, R. P. & Ramos, L. R. (1987). O envelhecimento da população mundial: um desafio novo. *Revista Saúde Pública*, 21 (3), 200-206.
- Kerruish, K. P., O'Connor, J., Humphries, I. R. J., Kohn, M. R., Clarke, S. D., Briody, J. N., Thomson, E. J., Wright, K. A., Gaskin, K. J. & Baur, A. L. (2002). Body composition in adolescents with anorexia nervosa. *American Journal of Clinical Nutrition*, 75 (1), 31-37.
- Kiebzak, G. M., Leamy, L. K., Pierson, L. M., Nord, R. H. & Zhang, Z. Y. (2000). Measurement precision of body composition variables using the Lunar DPX-L densitometer. *Journal of Clinical Densitometry*, 3 (1), 35-41.

- Kim, J., Wang, Z., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N. & Gallagher, D. (2002). Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76 (2), 378-383.
- Kohrt, W. M. (1995). Body composition by DXA: tried and true? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27 (10), 1349-1353.
- Kohrt, W. M. (1998). Preliminary evidence that DEXA provides accurate assessment of body composition. *Journal of Applied Physiology*, 84 (1), 372-377.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Manuel Gómez, J., Lilienthal Heitmann, B., Kent-Smith, L., Melchior, J. C., Pirlich, M., Scharfetter, H. M. W. J., Schols, A. & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*, 23 (6), 1430-1453.
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, L., Slosman, D. & Pichard, C. (2001a). Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults Aged 20–94 years. *Nutrition*, 17 (3), 248–253.
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, L., Slosman, D. & Pichard, C. (2001b). Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *Nutrition*, 55 (8), 663-672.
- Laskey, M. A. (1996). Dual-Energy X-ray absorptiometry and body composition. *Nutrition*, 12 (1), 45-51.
- Lean, M. E. J., Han, T. S. & Deurenberg, P. (1996). Prediction body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *American Journal of Clinical Nutrition*, 63 (1), 4-14.
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in body composition assessment*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Lohman, T. G. (1996). Dual energy X-Ray absorptiometry. In A. F. Roche, S. B. Heymsfield & T. G. Lohman (Eds). *Human Body Composition* (p. 63-78). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Lohman, T. G., Houtkooper, L. & Going, S. B. (1997). Body fat measurement goes high-tech: not all are created equal. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 1 (1), 30-35.
- Lukaski, H. (1987). Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *American Journal of Clinical Nutrition*, 46 (4), 537-556.
- Lukaski, H. (1996). Biological indexes considered in the derivation of the bioelectrical impedance analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 64 (Suppl. 3), 397-404.
- Lukaski, H. C., Bolonchuk, W. W., Hall, C. B. & Siders, W. A. (1986). Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *Journal of Applied Physiology*, 60 (4), 1327-1332.

- Lukaski, H. C., Marchello, M. J., Hall, C. B., Schafer, D., Lat. & Siders, W. A. (1999). Soft tissue composition of pigs measured with dual X-ray absorptiometry: comparison with chemical analyses and effects of carcass thicknesses. *Nutrition*, 15 (9), 679-703.
- Lupoli, L., Sergi, G., Coin, A., Perissinotto, E., Volpato, S., Busseto, L., Inelmen, E. M. & Enzi, G. (2004). Body composition in underweight elderly subjects: reliability of bioelectrical impedance analysis. *Clinical Nutrition*, 23 (6), 1371-1380.
- Marques, M. B., Heyward, V. & Paiva, C. E. (2000). Validação cruzada de bio-impedância em mulheres Brasileiras por meio da absortometria radiológica de dupla energia. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 8 (4), 14-20.
- Mazariegos, M., Wang, Z., Gallagher, D., Baumgartner, R. N., Allison, D. B., Wang, J., Pierson, J. R., R. N. & Heymsfield, S. B. (1994). Differences between young and old females in the five levels of body composition and their relevance to the two compartment chemical model. *Journal of Gerontology*, 49 (5), 201-208.
- Mazess, R. B., Barden, H. S., Bisek, J. P. & Hanson, J. (1990). Dual energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 51 (6), 1106-1112.
- Mohamad, H. H. & Mooradian, A. D. Management of obesity in the elderly: special considerations. *Treat Endocrinology*, 1 (6): 387-398. 2002.
- Mott, J. W., Wang, J., Thornton, J. C., Allison, D. B., Heymsfield, S. B. & Pierson, R. N. (1999). Relation between body fat and age in 4 ethnic groups. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69 (5), 1007-1013.
- Norton, K. & Olds, T. Antropometrica. Artmed: Porto Alegre, 2005.
- Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). (2003). *Doenças crônico-degenerativas e obesidade: estratégia mundial sobre alimentação saudável, atividade física e saúde*. Acesso em 15/05/2005. Disponível em <http://www.opas.org.br/>.
- Peixoto, L. V. P. (2001). *Validação cruzada de equações de bioimpedância em homens brasileiros jovens por meio de absortometria radiológica de dupla energia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Brasília, Brasília, Distrito Federal.
- Perini, T. A., Oliveira, G. L., Ornelas, J. S. & Oliveira, F. P. (2005). Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11 (1), 81-85.
- Perissinotto, E., Pisent, C., Sergi, G., Grigoletto, F. & Enzi G. (2002). Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *British Journal of Nutrition*, 87 (2), 177-186.

- Petroski, E. L. & Pires-Neto, C. S. (1995). Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 1 (2), 65-73.
- Petroski, E. L. & Pires-Neto, C. S. (1996). Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 1 (3), 5-14.
- Petroski, E. L. (1995). *Desenvolvimento e validação e equações generalizadas para estimativa da densidade corporal em adultos*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Santa Maria.
- Petroski, E. L. (2003). *Antropometria: Técnicas e Padronizações*. (2 Ed.). Porto Alegre: Palotti.
- Pietrobelli, A., Wang, Z., Formica, C. & Heymsfield, S. (1998). Dual-energy X-ray absorptiometry: fat estimating errors due to variation in soft tissue hydration. *Journal Applied Physiology*, 272 (35), 808-816.
- Prior, B. M., Cureton, K. J., Barry M., Modlesky, C. M., Evans, E. M., Sloniger, M. A., Saunders, M. & Lewis, R. D. (1997). In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal Applied Physiology*, 83 (2), 623-630.
- Ragi, S. (1998). *Dexa: problemas & soluções*. (1ed.). Vitória (ES): CEDEOS.
- Rapp, K., Schroeder, J., Klenk, J., Stoehr, S., Ulmer, H., Concin, H., Diem, G., Oberaigner, W. & Weiland, S. K. (2005). Obesity and incidence of cancer: a large cohort study of over 145 000 adults in Austria. *British Journal of Cancer*, 93 (9), 93-99.
- Rech, C. R., Petroski, E. L., Silva, R. C. R & Silva, J. C. N. (2004). Validação da equação de Tran e Weltman para predição da gordura corporal em mulheres idosas. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 3 (1), 114.
- Rech, C. R., Silva, A. T., Lunardi, C. C., Bohrer, T. & Petroski, E. L. (2005). Comparação da absorptometria radiológica de dupla energia, antropometria e bioimpedância na avaliação da composição corporal em mulheres. *Revista Eletrônica efdeportes*, 10 (90), 1-5.
- Reubenoff, R., Kehayias, J. J., Dawson-Hughes, B. & Heymsfield, S. B. (1993). Use of dual-energy x-ray absorptiometry in body-composition studies: not yet a "gold standard". *American Journal of Clinical Nutrition*, 58 (5), 589-591.
- Russo, L. A. T. (2001). Osteoporose pós-menopausa: opções terapêuticas. *Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia*, 45 (4), 401-406.
- Salamone, L. M., Fuerst, T., Visser, M. Kern, M., Lang, T., Dockrell, M., Cauley, J. A., Nevitt, M., Tylavsky, F. & Lohman, T. G. (2000). Measurement of fat mass using DEXA: a validation study in elderly adults. *Journal Applied Physiology*, 893 (1), 345-352.

- Salmi, J. A. (2003). Body composition assessment with segmental multifrequency bioimpedance. *Journal of Sports Sciences & Medicine*, 2 (Suppl. 3), 1-29.
- Sampaio, L. R. & Figueiredo, V.C. (2005). Correlação entre o índice de massa corporal e os indicadores antropométricos de distribuição de gordura corporal em adultos e idosos. *Revista de Nutrição*, 18 (1), 53-61.
- Sardinha, L. B., Lohman, T. G., Teixeira, P. J., Guedes, D. P. & Going, S. (1998). Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 68 (4), 786-793.
- Segal, K. R., Van Loan, M., Fitzgerald, P. I., Hodgdon, J. A. & Van Itallie, T. B. (1988). Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 47, 7-14.
- Seidell, J. C. & Visscher, T. L. S. (2000). Body weight and weight change and their health implications for the elderly. *European Journal Clinical Nutrition*, 54 (suppl. 3), 33-39.
- Shephard, R. J. (1991). Exercise and ageing process. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 5, 49-56.
- Silva, A. C. (2005). *Atividade física habitual e saúde multidimensional de idosos na cidade de Goiânia – GO*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Florianópolis.
- Simões, C. C. S. (2002). *Perfis de saúde e de mortalidade no Brasil: uma análise de seus condicionamentos em grupos populacionais específicos*. Brasília: Organização Mundial da Saúde.
- Siri, W .E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In J. Brozek & A. Henschel (Eds.). *Techniques for measuring body composition* (pp. 233-244). Washington, DC: National Academy of Science.
- Steen, B. (1988). Body composition and aging. *Nutrition Research*, 46 (2), 18-23.
- Sun, S. S., Chumlea, W. C., Lukaski, H., Schoeller, D., Friedl, K., Kuczmarski, R. J., Flegal, K. M., Johnson, C. L. & Hubbard, V. S. (2003). Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77 (2), 331-340.
- Svendsen, O. L., Haarbo, J., Heitmann, B. L., Gotfredsen, A. & Christiansen, C. (1991). Measurement of body fat in elderly subjects by dual-energy x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance, and anthropometry. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53 (5), 1117-1123.

- Svendsen, O. L., Hassager, C., Bergmann, I. & Christiansen, C. (1993). 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 and Related Metabolic Disorders*, 17 (1), 45-51.
- Tavares, E. L. & Anjos, L. A. (1999). Anthropometric profile of the elderly Brazilian population: results of the National Health and Nutrition Survey, 1989. *Caderno Saúde Pública*, 15 (4), 759-768.
- Thomas, J. R. & Nelson, J. K. (2002). *Métodos de pesquisa em atividade física*. Porto Alegre: Artmed.
- Tothill, P., Han, T. S., Avenell, A., McNeill, G. & Reid, D. M. (1996). Comparisons between fat measurements by dual-energy X-ray absorptiometry, underwater weighing and magnetic resonance imaging in healthy women. *European Journal of Clinical Nutrition*, 50 (11), 747-752.
- Tran, Z. V. & Weltman, A. (1988). Predicting body composition of men from girth measurements. *Human Biologic*, 60 (1), 167-175.
- Tran, Z. V. & Weltman, A. (1989). Generalized equation for prediction body density of women from girth measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21 (1), 101-104.
- Tylavsky, F., Lohman, T. G., Blunt, B. A., Schoeller, D. A., Fuerst, T., Cauley, J. A., Nevitt, M. C., Visser, M. & Harris, T. B. (2003). QDR 4500 DXA overestimates fat-free mass compared with criterion methods. *Journal Applied Physiology*, 94 (3), 959-965.
- Van Der Ploeg, G. E., Withers, R. T. & Laforgia, J. (2003). Percent body fat via DEXA: comparison with a four-compartment model. *Journal Applied Physiology*, 94 (2), 499-506.
- Van Loan, M. D. (1998). Is dual-energy X-ray absorptiometry ready for prime time in the clinical evaluation of body composition? *American Journal of Clinical Nutrition*, 68 (6), 1155-1159.
- Vincent, W. J. (1995). *Statistics in Kinesiology*. California State University: Human kinetics.
- Virtuoso, J. C. (2004). *Atividade física habitual e autonomia funcional de idosos em Florianópolis-SC*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Florianópolis.
- Visser, M., Fuerst, T., Lang, T., Salamone, L. & Harris, T.B. (1999). Validity of fan-beam dual-energy X-ray absorptiometry for measuring fat-free mass and leg-muscle mass. *Journal of Applied Physiology*, 87 (4), 1513-1520.

- Visser, M., Gallagher, D., Deurenberg, P., Wang, J., Pierson, Jr.R.N. & Heymsfield, S.B. (1997). Density of fat-free body mass: relationship with race, age, and level of body fatness. *American Journal of Physiology*, 272 (35), 781-787.
- Visser, M., Heuvel, E.V.D. & Deurenberg, P. (1994). Prediction for the estimation of body composition in the elderly using anthropometric data. *British Journal of Nutrition*, 71 (6), 823-833.
- Visser, M., Pahor, M., Tylavsky, F., Kritchevsky, S. B., Cauley, J. A., Newman, A. B., Blunt, B. A. & Harris, T. B. (2003). One- and two-year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women. *Journal of Applied Physiology*, 94 (6), 2368-2374.
- Vozarova, B., Wang, J., Weyer, C. & Tataranni, P. A. (2001). Comparison of two software versions for assessment of body-composition analysis by DEXA. *Obesity Research*, 9 (3), 229-232.
- Wang, W. W., Hergenroeder, A. C., Stuff, J. E., Butte, F. N., Smith, E. O'Brian, & Ellis K. J. (2002). Evaluating fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy X-ray absorptiometry. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76 (2), 384-389.
- Wang, Z. M., (1996). The five-level model: a new approach to organizing body composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56 (19), 156-160.
- Wang, Z., Deurenberg, P., Wang, W., Pietrobelli, A., Baumgartner, R. N. & Heymsfield, S. B. (1999). Hydration of fat-free body mass: new physiological modeling approach. *American Journal of Physiology*, 276 (6), 995-1003.
- WHO, World Health Organization. (1998). *Obesity status: preventing and managing the global epidemic*. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva.
- WHO, World Health Organization. (1994). *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis*. Technical Report Series. Geneva.
- WHO, World Health Organization. (1995). *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. Geneva.
- WHO, World Health Organization. (2002). *Keep fit for life: meeting the nutritional needs of older persons*.
- WHO, World Health Organization. (2003). *Gender, health and ageing*. Geneva, Switzerland.
- Withers, R. T., Laforgia, J., Pillans, R. K., Shipp, N. J., Chatterton, B. E., Schultz, C. G. & Leaney, F. (1998). Comparisons of two, three, and four compartment models of body composition analysis in men and women. *Journal Applied of Physiology*, 85 (1), 238-245.

- Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T. B., Meigs, J. B., Di Francesco, V., Fantin, F., Bissoli, L. & Bosello, O. (2005). Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *International Journal of Obesity*, 29 (9), 1011-1029.
- Zerbini, A.A.F., Latorre, M.R.O., Jaime, P.C., Tanaka, T.T., Pippa, M.G.B. (2000). Bone mineral density in Brazilian men 50 years and older. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33 (12), 1429-1435.

ANEXOS

ANEXO 1

Critério de classificação econômica do Brasil de acordo com a ANEP

CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA BRASIL

A adoção do mercado a um Critério de Classificação Econômica comum, restabelece a unicidade dos mecanismos de avaliação do potencial de compra dos consumidores, após alguns anos de existência de dois critérios.

O novo sistema, batizado de **Critério de Classificação Econômica Brasil**, enfatiza sua função de estimar o poder de compra das pessoas e famílias urbanas, abandonando a pretensão de classificar a população em termos de “classes sociais”. A divisão de mercado definida pelas entidades é, exclusivamente de **classes econômicas**.

SISTEMA DE PONTOS

Posse de itens

	Não tem	Tem			
		1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	2	3	4	5
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	2	3	4	4
Automóvel	0	2	4	5	5
Empregada mensalista	0	2	4	4	4
Aspirador de pó	0	1	1	1	1
Máquina de lavar	0	1	1	1	1
Videocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	2	2	2	2
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	1	1	1	1

Grau de Instrução do chefe de família

Analfabeto / Primário incompleto	0
Primário completo / Ginásial incompleto	1
Ginásial completo/ Colegial incompleto	2
Colegial completo / Superior incompleto	3
Superior completo	5

CORTES DO CRITÉRIO BRASIL

CLASSE	PONTOS TOTAL	BRASIL (%)*
A1	30-34	1
A2	25-29	5
B1	21-24	9
B2	17-20	14
C	11-16	36
D	6-10	31
E	0-5	4

* percentual da população brasileira.

ANEXO 2

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC – CEP 88040-900
FONE: (048) 331-9926 – FAX: (048) 331-9792
– e-mail: mestrado@cds.ufsc.br



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Sr. (a) _____

Considerando a Resolução n. 196, de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde e as determinações da Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, temos o prazer de convidá-lo (a) a participar da pesquisa intitulada: “**Validação de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para estimativa da composição corporal em idosos**”, como projeto de dissertação de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

O objetivo central deste estudo é verificar a validade de equações desenvolvidas em outras populações em uma amostra de idosos brasileiros, deste modo pretende-se investigar a composição corporal por meio de três diferentes métodos (dobras cutâneas, impedância bioelétrica e DEXA).

Espera-se que esta investigação, de natureza descritiva correlacional transversal, possa fornecer informações que servirão de subsídio para a melhoria da qualidade das atividades oferecidas pelos programas à terceira idade, favorecendo a otimização da saúde.

A metodologia adotada prevê uma entrevista, mensuração da massa corporal, estatura, perímetros corporais, espessura de obras cutâneas, impedância bioelétrica e DEXA. As informações obtidas, bem como o anonimato de sua pessoa, serão mantidas em sigilo, sendo utilizada, somente para o desenvolvimento desta pesquisa.

Esclareço, desde já, que você tem total liberdade de abandonar a pesquisa em qualquer momento, se assim desejar. E para isto, todas as dúvidas, esclarecimentos, desistência ou retirada dos dados podem ser obtidos pelo e-mail: crrech@hotmail.com ou petroski@cds.ufsc.br: (48) 331 8562.

Agradecemos antecipadamente a atenção dispensada e colocamo-nos à sua disposição.

Cordialmente,

Cassiano Ricardo Rech
Pesquisador Principal

Edio Luiz Petroski
Pesquisador Responsável

Eu, _____, de acordo com o esclarecido, aceito participar da pesquisa **Validação de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa da composição corporal em idosos**, e concordo que meus dados sejam utilizados na realização da mesma.

Florianópolis, ____ de _____ de 2005.

Assinatura: _____ RG: _____.

ANEXO 3
Protocolos e Procedimentos Antropométricos

Para avaliação das medidas antropométricas foram analisadas as padronizações originais de cada equação, a fim de evitar possíveis erros provocados pelas diferentes padronizações. O quadro abaixo apresenta as padronizações e equipamentos utilizados pelos autores nas equações originais.

Autores, ano, padronização e equipamentos utilizados nos estudos originais.

Autores	Ano	Padronização	Equipamento
Durnin e Womersley	1974	Weiner & Lourie	Adipômetro Harpend
Jackson e Pollock; Jackson, Pollock e Ward	1978 1980	Behnke & Wilmore	Adipômetro Lange
Tran e Weltman *	1988 1989	Behnke & Wilmore	Fita Métrica Balança Estadiômetro
Visser et al.,	1994	-	Adipômetro Harpend Balança Estadiômetro
Lean et al., **	1996	Durnin e Womerley	Adipômetro Holtain LTDA Fita Métrica
Deurenberg et al.,	1991	-	Balança Estadiômetro
Svendsen et al.,	1991	WHO	Balança Estadiômetro Fita Métrica DEXA (LUNAR DPX)
Gonçalves	2004	Anthropometric Standardization Reference Manual	Balança Fita Métrica

* A equação de Tran e Weltman (1988) para homens, utilizou a equação de Brozeck (1963) para conversão em %G. Essa equação tanto em homens, quanto em mulheres utiliza como medida do perímetro do abdômen a média entre as medidas da cintura e do abdômen (de acordo com a padronização, descrita a seguir).

** A equação de Lean et al., (1994) para homens e mulheres, utiliza a equação de Siri (1961) para conversão em %G.

As equações de Visser et al., (1994) e Deurenberg et al., (1991), não apresentaram em seus artigos originais as padronizações, apenas mencionaram os locais de medida.

A equação de Durnin e Womersley (1974) utilizaram uma padronização de Weiner & Lourie, a mesma não foi encontrada na literatura, entretanto a mesma é descrita pelos por Durnin e Womersley (1974), em seu artigo original.

Após a comparação entre as padronizações foi adotado o Anthropometric Standardization Reference (Lohman, Roche & Martorell, 1991), como padronização do estudo, porém as medidas que diferiam desse padrão são descritas de acordo com o artigo original, sendo todas realizadas por um mesmo avaliador.

Massa Corporal (MC)- O avaliado posicionou-se em pé, no centro da plataforma da balança, procurando não se movimentar. O cursor da escala foi movido manualmente até haver equilíbrio; a massa corporal foi registrada em kg, com resolução de 100 gramas. Utilizou-se uma balança ARJA, com capacidade para 150 KG e divisões de 1/10 de kg (Gordon, chumlea & Roche, 1991).

Estatura Corporal (EST) - Foi à distância compreendida entre a planta dos pés e o ponto mais alto da cabeça (vértex). O sujeito estava descalço. A postura padrão recomenda ângulo reto com o estadiômetro, procurando colocar em contato o aparelho de medida, os calcanhares, a cintura pélvica, a cintura escapular e a região occipital. A cabeça ficou orientada no plano de Frankfurt. A medida foi registrada 0.10 cm, estando o indivíduo em apnéia, após inspiração profunda (Gordon, Chumlea & Roche, 1991).

Observação: foi efetuada uma adaptação no procedimento original da medida da estatura. O avaliador solicitou ao avaliado que ficasse no plano de Frankfurt e não teve contato com o mesmo, diferente da padronização original, onde o avaliador segura o queixo do avaliado e ajusta até a posição correta.

Perímetros Corporais

A mensuração dos perímetros corporais seguiu os procedimentos descritos por Callaway, Chumlea, Bouchard, Himes, Lohman, Martin, Mitchell, Mueller, Roche e Seefldt (1991), com exceção da medida do perímetro ilíaco que seguiu os procedimentos descritos por Tran & Weltman (1988 e 1989). Foi utilizada uma fita métrica (*Sanny*) com precisão 0,1 cm. O avaliador exerceu uma pressão firme com a fita sobre os segmentos corporais, mas com cuidado para não comprimir os tecidos moles. A medida foi repetida três vezes em cada local, sendo considerada a média como valor da medida ou dois valores coincidentes.

Perímetro do Pescoço (PPES) – Foi mesurado a parte inferior da proeminência da laringe (pomo de Adão). O Avaliado ficava em pé, na posição ereta, mantendo a cabeça no plano de Frankfurt. Exercendo a mínima pressão sobre a pele, mediu-se o perímetro mantendo-se a fita em ângulo reto com relação ao eixo longitudinal do pescoço.

Perímetro do Antebraço (PANT) – O avaliado permaneceu na posição ortostática, com o braço direito estendido e elevado lateralmente ao corpo. A fita métrica foi colocada em volta do antebraço, na parte proximal, onde a maior circunferência foi encontrada.

Perímetro da Cintura (PC) – O sujeito ficou em pé, com o abdômen relaxado, os braços descontraídos ao lado do corpo, sendo a medida realizada sobre a região abdominal, em seu menor perímetro, entre a crista ilíaca e a última costela. Passando-se a fita em torno do avaliado de trás para a frente, tendo-se o cuidado de manter a mesma no plano horizontal. A seguir foi realizada a leitura, após o avaliado realizar uma expiração normal.

Perímetro do Abdômen (PABD) – O avaliador se colocou à frente do sujeito (posição ortostática). A fita métrica foi colocada horizontalmente em volta do abdômen do sujeito, sobre a cicatriz umbilical.

Observação: a utilização do perímetro do abdômen na equação desenvolvida por Tran e Weltmann (1988;1989), segue a padronização descrita acima, porém para a média do abdômen, deve-se utilizar a média das medidas do perímetro da cintura e do abdômen em cm.

Perímetro do Quadril (PQ) – O avaliado ficava em pé, na posição ereta, coxas unidas, braços ao longo do corpo. Foi mensurada a maior porção da região glútea (nádegas), sempre observando as nádegas lateralmente a pelve.

Perímetro Ilíaco (PILI) – Medida acima da crista ilíaca anterior, estando o avaliado na posição ortostática com os pés unidos (Tran & Weltman, 1988; 1989).

Dobras Cutâneas

A mensuração das dobras cutâneas seguiu os procedimentos descritos por Harrison, Buskirk, Carter, Johnston, Lohman, Pollock, Roche e Wilmore (1991), utilizando-se um adipômetro CESCORF digital. As medidas foram realizadas do lado direito dos sujeitos e repetidas três vezes em seqüência em cada local e utilizada a média das três medidas como valor da medida.

Dobra Cutânea Subescapular (SE) – Medida imediatamente abaixo do ângulo inferior da escápula. O ponto foi determinado através de apalpação do ângulo inferior da escápula, com os dedos indicador e médio. O adipômetro foi colocado no sentido natural da dobra, obliquamente para baixo e lateralmente ao eixo longitudinal do corpo, em um ângulo de $\pm 45^\circ$.

Dobra Cutânea Tricipital (TR) – O local da mensuração foi determinado através da medida da distância entre a projeção lateral do processo acromial da escápula e a borda inferior do olecrano e da ulna, pelo uso de uma fita métrica, estando o cotovelo flexionado a 90° . O ponto médio foi demarcado na parte lateral do braço, sobre o músculo tríceps, no ponto médio entre a projeção lateral do processo acromial da escápula e a margem inferior do olecrano.

Dobra Cutânea Bicipital (BI) – Foi medida no eixo longitudinal do braço, na sua face anterior, o nível da linha utilizada para a mensuração da dobras cutânea do tríceps e da circunferência do braço. O sujeito permaneceu na posição ereta, com os membros superiores relaxados ao lado do corpo e com a palma da mão dirigida anteriormente.

Dobra Cutânea Peitoral (PT) – A medida da dobra cutânea peitoral foi realizada 1 cm abaixo da linha axilar anterior em mulheres. Já nos homens foi mensurada no ponto médio entre a linha axilar anterior e o mamilo.

Observação: a padronização de Jackson, Pollock & Ward (1980) difere, sendo utilizada para mulheres a medida de 1/3 da linha axilar anterior e a mama.

Dobra Cutânea Supra-ilíaca (SI) – Foi mesurada imediatamente acima da crista-ilíaca superior, na linha imaginária horizontal que passa pela cicatriz umbilical e a linha axilar média, estando o sujeito na posição ereta, e a dobra foi pinçada a 45° na horizontal.

Observação: a padronização de Jackson & Pollock (1978) e Jackson, Pollock e Ward (1980) difere, sendo mensurada anterior a linha média da axila e posicionada obliquamente.

Dobra Cutânea Abdominal Vertical (ABD) – mensurado a três centímetros da borda direita e um centímetro abaixo da cicatriz umbilical. O indivíduo encontrava-se na posição ereta, com os pés afastados e o peso do corpo distribuído nos membros inferiores. A dobra foi pinçada verticalmente, a medida foi realizada com o abdômen relaxado ao final de uma expiração.

Dobra Cutânea da Coxa média (CX) – Foi mesurada no ponto médio entre a dobra inguinal, no ponto mais inferior da crista ilíaca anterior, e a borda proximal da patela. A dobra cutânea foi mensurada verticalmente, sendo mensurada com o sujeito em pé, com o joelho direito semiflexionado e o peso corporal sobre a perna esquerda.

ANEXO 4
Ficha de Coleta de Dados



Nome do completo: _____ Data: _____ Idade: _____

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Massa Corporal (kg): _____ Estatura (cm): _____

Perímetros Corporais (cm)

Local da Medida	1 ^a	2 ^a	Média	Local da Medida	1 ^a	2 ^a	Média
Pescoço				Quadril			
Antebraço				Abdômen			
Cintura				Ilíaco			

Espessura de Dobras Cutâneas (mm)

Local da Medida	1 ^a	2 ^a	3 ^a	M	Local da Medida	1 ^a	2 ^a	3 ^a	M
Subescapular					Supra-Iliaca 1				
Tricipital					Supra-Iliaca 2				
Bicipital					Coxa média				
Peitoral 1					Abd. Vertical				
Peitoral 2					Coxa média				

Medida de Impedância Bioelétrica

1. O(a) Sr.(a) bebeu água nas últimas 4 horas? Não () Sim ()
 2. O(a) Sr.(a) fez alguma refeição nas últimas 4 horas? Não () Sim ()
 3. O(a) Sr.(a) realizou exercício físico nas última 12 horas ? Não () Sim ()
 4. O(a) Sr.(a) fumou nas última 12 horas? Não () Sim ()
 5. O(a) Sr.(a) ingeriu bebida alcoólica nas última 12 horas ? Não () Sim ()
 6. O(a) Sr.(a) faz o uso de remédios para pressão alta? Não () Sim ()
- 3.1 Qual? _____

Local da Medida	1 ^a	2 ^a	Média	Local da Medida	1 ^a	2 ^a	Média
Reactância Ω				H ₂ O Total (litros)			
Resistência Ω				%G			
H ₂ O Total (%)				MLG (kg)			

Avaliador: _____

ANEXO 5

Avaliação dos Componentes Corporais pelo Método da DEXA

SONITEC - DENSITOMETRIA ÓSSEA

Rua Nereu Ramos, 19 - 1º andar - Florianópolis/ SC CEP: 88015-010
Tel/ Fax: (48) 224-0099

DEXA Bone Densitometry Report: quinta-feira, 12 de maio de 2005

O paciente OSCAR DIONISIO PEDRA realizou exame de Densitometria Óssea em nosso Serviço. Segue a descrição dos resultados obtidos.

Paciente:

Nome:		Altura:	171,0 cm
Paciente ID:	00008305	Peso:	73,5 kg
Data de Nascimento:	26/1/1933	Data do Exame:	18/4/2005
Sexo:	Male	Modelo	do GE Medical Systems Prodigy
		Equipamento:	

Resultados:

Tipo de Exame	Região	Aquisição	Idade	BMD	T-Score	Z-Score
Total Body	Total	18/4/2005	72,2	1,214 g/cm ²	-0,1	0,7

Comentários:

Definição dos valores de Densidade Mineral Óssea segundo a Organização Mundial de Saúde:

Normal: T-Score até -1, inclusive, SD

Osteopenia: T-Score entre -1,1 e -2,4 SD

Osteoporose: T-Score igual ou além de -2,5 SD

Osteoporose Estabelecida: T-Score além de -2,5 SD associado à fratura óssea

Composição Corporal:

Tecido Adiposo (%)	Tecido Total (g)	Tecido Adiposo (g)	Tecido Magro (g)
15,8	72,003	11,403	60,601

CV% - Mínima Variação Significativa do Serviço: Estudo comparativo de exames realizados no Equipamento Prodigy:

Coluna AP (L1-L4):	Coluna AP (L2-L4):	Fêmur (Neck):	Fêmur (Total):	Antebraço (Rádio 1/3):	Corpo Total:
2,4	2,8	2,7	1,7	4,8	2,7

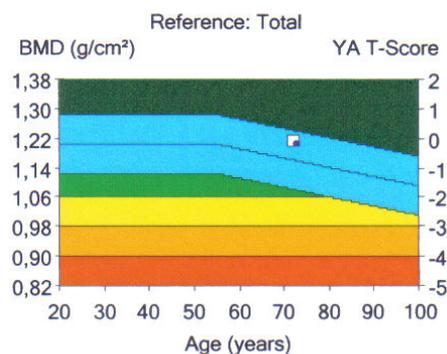
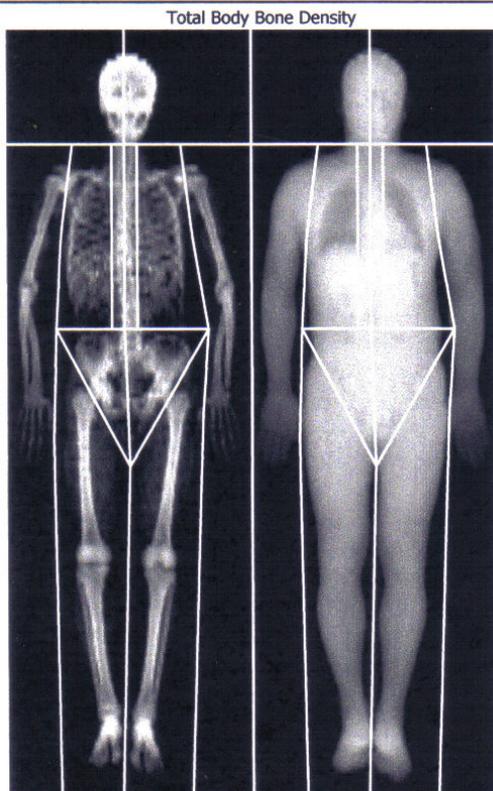
Conclusão:

1- Corpo Total - Densidade Mineral Óssea dentro dos padrões normais.


Dr. Ryo Sebastião Garzel Jr.
CREMESC 4307

SONITEC - DENSITOMETRIA ÓSSEA
 Rua Nereu Ramos, 19 - 1º andar - Florianópolis/ SC CEP: 88015-010
 Tel/ Fax: (48) 224-0099

Patient:		Facility ID:	00008305		
Birth Date:	26/1/1933 72,2 years	Physician:			
Height / Weight:	171,0 cm 73,5 kg	Measured:	18/4/2005	17:18:34	(7,52)
Sex / Ethnic:	Male White	Analyzed:	18/4/2005	17:44:28	(7,52)



Region	1		2		3	
	BMD (g/cm²)	Young-Adult (%)	T-Score	Age-Matched (%)	Z-Score	
Head	2,218	-	-	-	-	-
Arms	0,931	-	-	-	-	-
Legs	1,375	-	-	-	-	-
Trunk	0,956	-	-	-	-	-
Ribs	0,703	-	-	-	-	-
Pelvis	1,126	-	-	-	-	-
Spine	1,167	-	-	-	-	-
Total	1,214	99	-0,1	105	0,7	

COMMENTS: IMC= 25,1. Desconhece antecedentes de osteoporose. 1ª Densitometria Óssea. Ginástica 2 vezes por semana, há 10 anos.

Image not for diagnosis

Printed: 18/4/2005 17:45:30 (7,52) 76:0,15:153,85:31,2 0,00:-1,00
 4,80x13,00 14,1:%Fat=15,8%
 0,00:0,00 0,00:0,00
 Filename: pedrao_if5s6ib1r.dfb
 Scan Mode: Standard

1 -Statistically 68% of repeat scans fall within 1SD ($\pm 0,010$ g/cm² for Total Body Total)
 2 -NHANES/USA, Total Body Reference Population, Ages 20-40
 3 -Matched for Age, Weight (males 25-100 kg), Ethnic

SONITEC - DENSITOMETRIA ÓSSEA
Rua Nereu Ramos, 19 - 1º andar - Florianópolis/ SC CEP: 88015-010
Tel/ Fax: (48) 224-0099

Patient:		Facility ID:	00008305		
Birth Date:	26/1/1933 72,2 years	Physician:			
Height / Weight:	171,0 cm 73,5 kg	Measured:	18/4/2005 17:18:34	(7,52)	
Sex / Ethnic:	Male White	Analyzed:	18/4/2005 17:44:28	(7,52)	

ANCILLARY RESULTS [Total Body]

Region	1		2		3		BMC (g)	Area (cm²)
	BMD (g/cm²)	Young-Adult (%)	T-Score	Age-Matched (%)	Z-Score			
Head	2,218	-	-	-	-	-	532	240
Arms	0,931	-	-	-	-	-	467	501
Legs	1,375	-	-	-	-	-	1.225	891
Trunk	0,956	-	-	-	-	-	900	942
Ribs	0,703	-	-	-	-	-	283	403
Pelvis	1,126	-	-	-	-	-	339	301
Spine	1,167	-	-	-	-	-	278	238
Total	1,214	99	-0,1	105	0,7		3.124	2.574

BODY COMPOSITION

Region	Tissue (%Fat)	Region (%Fat)	Tissue (g)	Fat (g)	Lean (g)	BMC (g)	Total Mass (kg)
Left Arm	9,5	9,0	4.257	404	3.853	232	-
Left Leg	15,5	14,7	11.632	1.797	9.835	598	-
Left Trunk	18,5	18,1	18.411	3.415	14.996	459	-
Left Total	15,9	15,2	37.058	5.883	31.175	1.594	-
Right Arm	9,5	9,0	4.441	421	4.021	235	-
Right Leg	15,5	14,7	12.155	1.879	10.276	627	-
Right Trunk	18,5	18,0	16.316	3.023	13.293	441	-
Right Total	15,8	15,1	34.945	5.519	29.426	1.531	-
Arms	9,5	9,0	8.698	824	7.874	467	-
Legs	15,5	14,7	23.787	3.676	20.111	1.225	-
Trunk	18,5	18,1	34.727	6.437	28.290	900	-
Total	15,8	15,2	72.003	11.403	60.601	3.124	75,1

1 -Statistically 68% of repeat scans fall within 1SD ($\pm 0,010$ g/cm² for Total Body Total)

2 -NHANES/USA, Total Body Reference Population, Ages 20-40

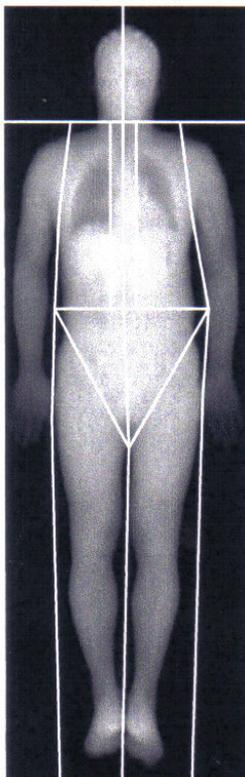
3 -Matched for Age, Weight (males 25-100 kg), Ethnic

Filename: pedrao_if5s6ib1r.dfb

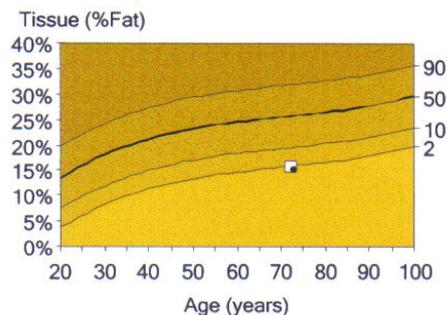
SONITEC - DENSITOMETRIA ÓSSEA
Rua Nereu Ramos, 19 - 1º andar - Florianópolis/ SC CEP: 88015-010
Tel/ Fax: (48) 224-0099

Patient:		Facility ID:	00008305		
Birth Date:	26/1/1933 72,2 years	Physician:			
Height / Weight:	171,0 cm 73,5 kg	Measured:	18/4/2005 17:18:34	(7,52)	
Sex / Ethnic:	Male White	Analyzed:	18/4/2005 17:44:28	(7,52)	

Total Body Tissue Quantitation



Composition Reference: Total



Region	Tissue (%Fat)	Centile ^{2,3}	T.Mass (kg)	Fat (g)	Lean (g)	BMC (g)
Legs	15,5	-	-	3.676	20.111	1.225
Trunk	18,5	-	-	6.437	28.290	900
Total	15,8	2	75,1	11.403	60.601	3.124

COMMENTS: IMC= 25,1. Desconhece antecedentes de osteoporose. 1ª Densitometria Óssea. Ginástica 2 vezes por semana, há 10 anos.

Image not for diagnosis

Printed: 18/4/2005 17:45:33 (7,52) 76:0,15:153,85:31,2 0,00:-1,00 4,80x13,00
 14,1:%Fat=15,8%
 0,00:0,00 0,00:0,00
 Filename: pedrao_if5s6ib1r.dfb
 Scan Mode: Standard

2 -NHANES/USA, Total Body Reference Population

3 -Matched for Age, Weight (males 25-100 kg), Ethnic

Ultra-Sonografia
Doppler-Colorido
Densitometria Óssea
Raios-X
Tomografia Computadorizada

Punções - Biópsias
Mamografia - Estereotaxia
Mamografia Digital
Mamotomia
USG Obst. 4D



Diagnóstico Médico por Imagem

CONCEITOS

- a) Osteoporose é a perda de massa óssea que coloca o paciente sob risco de fratura. Na densitometria, osteoporose significa uma perda igual ou maior do que $-2,5$ desvios-padrão distantes do pico de massa óssea obtido na juventude.
- b) A massa óssea obtida na juventude (pico de massa óssea) deve ser o ponto de referência para comparação quando se avalia o risco de fratura.
- c) No gráfico anexo, cada faixa colorida representa um desvio-padrão (Z) distante da média e significa aproximadamente 10% da massa óssea. As cores verde em direção ao vermelho significam diminuição progressiva de massa óssea. Verde escuro = maior quantidade; vermelho = menor quantidade.
- d) A curva representada no gráfico significa massa óssea compatível com a idade. Massa óssea abaixo da curva significa que, além da perda fisiológica associada ao envelhecimento, há uma perda adicional motivada provavelmente por outro fator de risco.
- e) De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS)¹:
- Normal: T-Score até -1 , inclusive, desvio-padrão
 - Osteopenia: T-Score entre $-1,1$ e $-2,4$ desvios-padrão
 - Osteoporose: T-Score igual ou além de $-2,5$ desvios-padrão
 - Osteoporose Estabelecida: T-Score além de $-2,5$ desvios-padrão associado à fratura óssea.
- f) A densitometria óssea não diferencia osteopenia de osteomalácia. O resultado do exame deve ser analisado em conjunto com a clínica e outros possíveis dados do paciente.

1. World Health Organization (1994) - Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Technical Report Series. WHO, Geneva.

Dra. Marcela Brisighelli Schaefer	CREMESC 2936 (Diretora Técnica)	Dr. Ivo Sebastião Garzel Júnior	CREMESC 4307
Dra. Maria de Fátima Farias Silva	CREMESC 5224	Dra. Zeli Finkler Boelter	CREMESC 10058
Dra. Luciana Nagao Sato	CREMESC 7206	Dr. Ewaldo José Ramos Schaefer	CREMESC 069
Dra. Sílvia Renata Carvalho	CREMESC 7557	Dr. Evaldo Schaefer Neto	CREMESC 4604
Dra. Líliliana Pedrosa Teixeira	CREMESC 8469	Dr. Daniel Preissler Loureiro Chaves	CREMESC 6276

SONITEC - Rua Nereu Ramos, nº 19 - 1º andar - Centro - Florianópolis - SC - 88015-010 - Fone/Fax (48) 224-0099
www.sonitec.com.br - CNPJ 81.553.042/0001-51

ANEXO 6

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS
PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO N ° 059/05**

I – Identificação

Título do Projeto: “Validação de equações antropométricas e de bioimpedância para predição da composição corporal de idosos”

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Edio Luiz Petroski (Orientador)

Pesquisador Principal: Cassiano Ricardo Rech

Data Coleta dados: abril/2005 e término previsto para julho/2005.

Local onde a pesquisa será conduzida: Centro de Desportos da UFSC e SONITEC.

II - Objetivos: **a) geral:** validar equações antropométricas e de bioimpedância para avaliação da composição corporal em idosos de ambos os sexos entre 60 e 75 anos de idade, através da Absortometria de Radiológica de Dupla Energia (DEXA); **b) específicos:** * analisar a validade das equações antropométricas e de bioimpedância em relação ao sexo dos indivíduos da amostra; * analisar a validade das equações antropométricas e de bioimpedância em relação ao estado nutricional ($IMC < 24,9 \text{ kg/m}^2$ e $IMC > 25 \text{ kg/m}^2$); * comparar a validade das equações antropométricas e de bioimpedância em relação à utilização de equações generalizadas e específicas para avaliação da composição corporal em idosos; * comparar a validade entre os métodos antropométricos e de bioimpedância na avaliação da composição corporal de idosos.

III - Sumário do Projeto : Trata-se de projeto de pesquisa do mestrando Cassiano Ricardo Rech, do Curso de Mestrado em Atividade Física e Saúde, do Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Desportos da UFSC.

a) descrição e caracterização da amostra: a população alvo do estudo será todos os por idosos, acima de 60 anos, participantes de grupos de terceira idade, do município de Florianópolis, SC. Para constituir a amostra, serão sorteados aleatoriamente (de modo sistemático – interalo a cada três indivíduos, iniciando pelo primeiro da lista) 180 sujeitos, sendo 90 homens e 90 mulheres, estratificada em faixas etárias (60-64; 65-69;70-74), perfazendo um número de 30 idosos de cada sexo, por faixa etária, os quais serão preenchidos por saturação, à medida que os indivíduos forem selecionados. *Critérios de inclusão:* mais de 60 anos, aparentemente indivíduos saudáveis, lúcidos, sem qualquer tipo de demência e que aceitem participar do estudo. *Critérios de exclusão:* indivíduos portadores de qualquer doença incapacitante, ou possuidor de qualquer tipo de amputação, portadores de marcapasso, ou outro tipo de metal junto ao corpo, como platina. Também serão excluídos idosos cardíacos graves e pacientes renais. **b) Adequação da metodologia e das condições:** estudo descritivo-correlacional, de corte transversal. Os instrumentos de coleta de dados serão: entrevista, as medidas de massa corporal, estatura, medidas antropométricas (dobras cutâneas e perímetros), bioimpedância elétrica e densitometria. A metodologia está devidamente descrita, bem como os procedimentos. O Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ed. Física da UFSC e a SONITEC autorizam a execução do projeto nos termos propostos e declaram que as instituições têm condições para o desenvolvimento do mesmo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS
PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO N º 059/05

IV – Comentários frente à Resolução 196/96 CNS e complementares: O protocolo da pesquisa contém documentos necessários para a sua análise e exigidos pela legislação. Segundo o pesquisador principal, não há estimativas de risco para os sujeitos. Quanto aos benefícios, o pesquisador busca, através desta pesquisa, fornecer informações que subsidiem à melhoria da qualidade das avaliações morfológicas oferecidos aos idosos. - **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE):** consta do protocolo e está devidamente redigido.

PARECER DO CEPESH

aprovado

com pendência (detalhes da pendência abaixo citados)

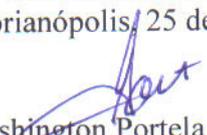
retirado

aprovado e encaminhado ao CONEP

Recomendamos corrigir o item 5 da Folha de Rosto, retirando Educação Física e incluindo Grupo III. Preencher o item 7.

VI- Data da Reunião

Florianópolis, 25 de abril de 2005


Washington Portela de Souza
Coordenador, em exercício

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS.

ANEXO 7

Roteiro de Entrevista para Seleção da Amostra



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC – CEP 88040-900
FONE: (48) 331-9926 – 331-9784



Roteiro para Entrevista

Bom dia/tarde/noite. Meu nome é _____, eu estou falando da Universidade Federal de Santa Catarina. Por favor, eu gostaria de falar com: _____ (nome do idoso).

Estamos realizando, junto ao Centro de Desportos e do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina uma pesquisa sobre avaliação da composição corporal em idosos da população de Florianópolis e o seu número de telefone, em particular, foi selecionado para a pesquisa.

A pesquisa é composta por 3 etapas onde a primeira é realizada por telefone e se o sr(a) se enquadrar nos critérios de participação, e deverá passar por mais duas etapas. A segunda etapa ocorrerá na Universidade Federal de Santa Catarina onde serão coletadas medidas antropométricas e impedância bioelétrica. A última etapa, no mesmo dia, você realizará um exame de densitometria óssea de corpo total, que será realizado na Clínica SONITEC (explicar endereço).

A primeira etapa deve durar em torno de 5 a 10 minutos e o (a) sr(a) poderá interrompê-la a qualquer momento e, eventualmente reiniciá-la quando achar mais oportuno. Suas respostas serão mantidas em total sigilo e utilizadas apenas para fins desta pesquisa.

Nos temos alguns telefones disponíveis para qualquer dúvida. O sr(a) gostaria de anotar agora ou no final?

Podemos iniciar a pesquisa?

() sim (inicie as questões) () não (caso não possa responder, neste momento)

Qual o melhor horário para conversarmos? (em caso de não poder responder, marcar um horário).

___ h ___

() recusa participar

Desde já agradecemos sua participação.
Muito Obrigado!

Data: ___/___/2005 Hora: _____

I - Informações Sócio-demográficas

1. Nome: _____ 2. Idade: _____ 3. Fone: _____
 4. Peso referido: _____ 5. Altura referida: _____ 6 Sexo: () Masculino ²() Feminino
 7. Data de Nascimento: _____
 8. Estado Civil: ¹() Solteiro(a) ²() Casado(a)/vivendo com parceiro(a) ³() Viúvo(a) ⁴() Divorciado/separado(a)
 9. Qual é o seu nível de escolaridade?
¹() Ginásial ²() Ginásial completo/ ³() Colegial completo/ ⁴() Superior completo
 incompleto colegial incompleto superior incompleto

II – Critérios de Exclusão

(as questões de problemas de saúde, metal no corpo, cirurgia, medicamentos para pressão alta, diurético, serão considerados como indivíduos excluídos da amostra. Devendo a entrevista ser finalizada).

10. Você tem algum problema de saúde atual?

Não ¹() Sim ²() Qual?

Entrevistador: espere o entrevistado responder e depois leia as opções abaixo.

- ¹() Problemas de coração e usa medicamentos ²() Pressão alta e usa medicamentos
³() Problemas Renais ⁴() Câncer ⁵() Osteoporose ⁶() Parkinson ⁸() Outros _____.

11. Você possui algum tipo de Metal ou aparelho no corpo?

Não ¹() Sim ²() Qual?

¹() Marcapasso ²() Platina junto a algum osso ³() Outro _____

12. Você possui algum tipo de amputação?

Não ¹() Sim ²()

13. Você fez algum tipo de cirurgia para retirar algum órgão ou transplante?

Não ¹() Sim ²() Qual?

¹() Coração ²() Rim ³() Apêndice ⁴() Estômago ⁵() Outros: _____

III - Informações Socioeconômicas

As questões 14,15 e 16, têm por finalidade estimar o poder de compra das pessoas e famílias urbanas, classificando em relação às classes econômicas.

14. Por favor, informe se em sua casa/apartamento existem e estão funcionando em ordem os seguintes itens e a quantidade que possui?

Itens Possuídos (não vale utensílios quebrados)	Quantidade				
	0	1	2	3	4 ou +
1. Televisão em cores	0 []	2 []	3 []	4 []	5 []
2. Rádio	0 []	1 []	2 []	3 []	4 []
3. Banheiro	0 []	2 []	3 []	4 []	4 []
4. Automóvel	0 []	2 []	4 []	5 []	5 []
5. Empregada mensalista	0 []	2 []	4 []	4 []	4 []
6. Aspirador de pó	0 []	1 []	1 []	1 []	1 []
7. Máquina de lavar roupa	0 []	1 []	1 []	1 []	1 []
8. Videocassete e/ou DVD	0 []	2 []	2 []	2 []	2 []
9. Geladeira	0 []	2 []	2 []	2 []	2 []
10. Freezer - geladeira duplex	0 []	1 []	1 []	1 []	1 []

15. Indique qual o grau de instrução do chefe da família?

1. Analfabeto / Primário incompleto	0	[]	
2. Primário completo / Ginásial incompleto	1	[]	
3. Ginásial completo/ Colegial incompleto	2	[]	
4. Colegial completo / Superior incompleto	3	[]	
5. Superior completo	5	[]	

Pontuação: _____. Classe econômica: []

16. Qual renda mensal familiar: ¹() até 2 salários ²() até 4 salários ³() até 6 salários ⁴() + 6 salários

IV– Condições de Saúde Geral

17. Você pratica atividade física atualmente?

Não ¹() Sim ²() Que tipo?

Quantas vezes por semana? ____ Quanto Tempo? ____ Há Quanto tempo? _____

18. Você Fuma?

Não ¹() Sim ²() há quanto tempo?

¹() +30 anos ²() 20-30 anos ³() 10-20 anos ⁴() 5-10 anos ⁵() 2-5 anos ⁶() Alguns meses

19. Você já fumou e parou?

Não ¹() Sim ²() há quanto tempo você parou ?

¹() +30 anos ²() 20-30 anos ³() 10-20 anos ⁴() 5-10 anos ⁵() 2-5 anos ⁶() Alguns meses

20. O (A) Sr. (a) ingere bebida alcoólica?

¹() Nunca ²() Socialmente (de vez em quando) ³() Diariamente

Quantas doses (copos) por semana? _____

21. Você fez algum tipo de reposição hormonal?

Não ¹() Sim ²() Qual? _____

Agendar a avaliação antropométrica.

Local: CDS / UFSC

Horário: 8:00 às 10:00 (em jejum).

PROCEDIMENTOS PRÉ-AVALIAÇÃO

Avaliação da Impedância Bioelétrica

- 4 horas de jejum de água e comida
- Não fazer exercício no dia anterior
- Não consumir álcool a menos de 48 horas
- Não tomar medicamentos diuréticos

Avaliação antropométrica

- Levar uma bermuda e um top

Muito Obrigado pela colaboração.

ANEXO 8

Valores de Fidedignidade das Medidas Antropométricas e de Impedância Bioelétrica

Valores de média, correlação intraclasse, teste t de Student, Erro Técnico de Medida absoluto (EA) e relativo (ER) das medidas antropométricas em idosos.

Variáveis	1ª medida	2ª medida	r	t (p)	EA	ER (%)
MC (kg)	68,1	68,1	1,00	- 0,76 (0,940)	0,20	0,29
Estatura (cm)	160,5	160,4	1,00	1,59 (0,148)	0,18	0,11
Perímetros Corporais (cm)						
Antebraço	24,8	24,9	0,99	- 1,32 (0,201)	0,25	1,02
Cintura	85,1	84,9	0,99	2,23 (0,068)	0,20	0,24
Abdômen	90,4	90,5	0,99	- 1,78 (0,091)	0,24	0,26
Quadril	98,6	98,5	0,99	0,88 (0,387)	0,35	0,35
ilíaco	77,2	76,3	0,98	3,62 (0,09)	0,32	0,35
Dobras Cutâneas (mm)						
Subescapular	24,9	24,4	0,95	2,79 (0,06)	0,64	2,62
Tricipital	18,1	17,8	0,96	2,21 (0,666)	0,32	1,78
Bicipital	11,2	11,3	0,98	- 1,09 (0,325)	0,23	0,82
Peitoral	20,9	21,1	0,93	0,19 (0,845)	0,13	0,63
Suprallíaca	24,5	24,6	0,93	- 1,54 (0,140)	0,22	0,88
Abdominal vertical	36,9	39,9	0,92	- 0,22 (0,287)	0,24	0,65
Coxa Média	24,6	24,5	0,98	1,77 (0,091)	0,33	1,37

Onde: ER: erro técnico de medida relativo; EA: erro técnico de medida relativo.

Valores de média, correlação de Pearson, teste t de student, erro técnico absoluto e relativo das medidas de impedância bioelétrica

Variáveis	1ª medida	2ª medida	r (p)	t (p)	EA	ER (%)
Reactância (Xc)	42,30	42,35	0,97 (0,00)	- 1,31 (0,897)	1,17	2,77
Resistência (R)	511,75	504,10	0,98 (0,00)	1,94 (0,06)	13,26	2,61
Água Corporal (%)	74,5	74,9	0,90 (0,00)	3,58 (0,05)	0,84	1,13

Onde: ER: erro técnico de medida relativo; EA: erro técnico de medida absoluto.

ANEXO 9

Valores de descritivos da amostra em relação às categorias de idade

Características físicas de idosos em relação às categorias de idade.

Variáveis	Idades			
	60-65	65-70	70-75	> 75
Homens	n= 17	n= 14	n= 17	n= 12
Idade (anos)	62,4±1,6	67,1±1,4	72,2±1,3	77,3±2,1
Massa Corporal (kg)	73,8±14,1	74,9±9,9	73,1±9,1	76,1±8,7
Estatura (cm)	167,3±7,9	167,2±5,9	167,3±7,1	166,5±9,6
IMC (kg.m ⁻²)	26,2±3,5	26,7±3,5	26,1±2,1	27,4±2,2
Mulheres	n= 48	n= 29	n= 35	n= 08
Idade (anos)	61,9±1,4	67,3±1,5	72,2±1,4	77,1±1,8
Massa Corporal (kg)	66,6±11,8	67,1±10,8	63,7±10,4	63,1±11,2
Estatura (cm)	155,1±6,2	154,4±5,2	153,3±5,1	151,5±7,3
IMC (kg.m ⁻²)	27,6±3,8	28,1±3,6	27,1±4,2	25,6±3,6

Características da composição corporal de homens idosos em relação às categorias de idade

Variáveis	Idades			
	60-65 (n=17)	65-70 (n=14)	70-75 (n=17)	> 75 (n=12)
DEXA				
%G	21,1±5,2	23,1±6,2	23,6±5,7	28,1±3,3
MG (kg)	16,4±7,2	17,4±6,4	17,8±4,8	21,8±4,5
MLG (kg)	55,9±7,6	55,4±6,8	55,1±7,26	52,5±4,7
CMO (kg)	2,77±0,54	2,81±0,42	2,93±0,35	2,74±0,43
DMO (g/cm ²)	1,19±0,13	1,19±0,13	1,21±0,07	1,14±0,54
IB				
Reactância (Ω)	43,5±8,5	42,1±12,2	42±10,4	37±5,6
Resistência (Ω)	463,5±50,1	461,1±42,5	464±50,8	475,7±50,7
Água Corp. (%)	74,3±0,78	75,1±1,2	75,4±1,1	75,7±1,5
Água Corp. (l)	41,6±5,8	43,2±5,2	41,7±5,12	41,7±5,2
EST / R ² cm.ohm ⁻¹	61,2±9,5	61,3±7,7	61,1±8,4	58,9±8,3

Características da composição corporal de mulheres idosas em relação às categorias de idade.

Variáveis	Idades			
	60-65 (n=48)	65-70 (n=29)	70-75 (n=35)	> 75 (n=08)
DEXA				
%G	38,4±5,6	37,5±7,7	36,7±7,2	31,7±8,6
MG (kg)	26,2±8,1	25,9±8,1	24,3±7,9	20,7±8,3
MLG (kg)	38,7±4,7	39,4±4,6	38,3±4,1	40,6±4,6
CMO (kg)	2,27±0,44	2,13±0,32	2,04±0,26	2,21±0,47
DMO (g/cm ²)	1,09±0,10	1,06±0,09	1,025±0,08	1,094±0,96
BIA				
Reactância (Ω)	44,6±6,2	42,3±7,9	41,2±7,5	37±6,6
Resistência (Ω)	555,3±53,3	558,1±61,1	563,1±55,6	528±71,1
Água Corp. (%)	71,7±3,1	72,6±1,7	72,9±3,3	74,2±2,1
Água Corp. (l)	31,2±3,9	31,1±3,5	30,2±2,9	32,2±3,8
EST / R ² cm.ohm ⁻¹	43,8±6,1	43,3±5,7	42,1±4,7	42,2±7,5