

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

**CONCORDÂNCIA DE MÉTODOS AVALIATIVOS DA
GORDURA CORPORAL EM INDIVÍDUOS COM
SOBREPESO E OBESIDADE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Guilherme Quaiato Martins

Santa Maria, RS, Brasil

2015

CONCORDÂNCIA DE MÉTODOS AVALIATIVOS DA GORDURA CORPORAL EM INDIVÍDUOS COM SOBREPESO E OBESIDADE

Guilherme Quaiato Martins

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Educação Física, Linha de Pesquisa: Aspectos Biológicos e Comportamentais da Educação Física e da Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Educação Física**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvana Corrêa Matheus

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação Física e Desportos
Programa de Pós-Graduação em Educação Física**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

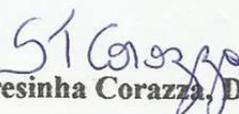
**CONCORDÂNCIA DE MÉTODOS AVALIATIVOS DA GORDURA
CORPORAL EM INDIVÍDUOS COM SOBREPESO E OBESIDADE**

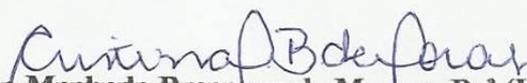
elaborada por
Guilherme Quaiato Martins

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Educação Física

COMISSÃO EXAMINADORA:


Silvana Corrêa Matheus, Dr^a
(Presidente/Orientadora)


Sara Teresinha Corazza, Dr^a (UFSM)


Cristina Machado Bragança de Moraes, Dr^a (UNIFRA)

Santa Maria, 8 de julho de 2015.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Universidade Federal de Santa Maria

CONCORDÂNCIA DE MÉTODOS AVALIATIVOS DA GORDURA CORPORAL EM INDIVÍDUOS COM SOBREPESO E OBESIDADE

Autor: Guilherme Quaiato Martins
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvana Corrêa Matheus
Local e Data da Defesa: 8 de julho de 2015

O acúmulo excessivo de gordura corporal acarreta prejuízos à saúde das pessoas, por isso torna-se importante a verificação da quantidade e distribuição da gordura corporal por meio da avaliação da composição corporal. Levando em conta a importância da avaliação da composição corporal e a escassez de estudos que indiquem o método mais adequado para indivíduos com sobrepeso e obesidade, o presente estudo tem por objetivo analisar a relação e a concordância de diferentes métodos de avaliação da composição corporal para estimar a gordura corporal de indivíduos com sobrepeso ou obesidade. Os dados utilizados no grupo de estudo foram extraídos do banco de dados do Laboratório de Cineantropometria (Labcine) do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no qual foram selecionados 78 indivíduos com sobrepeso ou obesidade, sendo 49 mulheres e 29 homens, entre 35 e 68 anos de idade. Para a determinação da composição corporal foram utilizados os seguintes métodos avaliativos: antropometria (massa corporal, estatura, dobras cutâneas e perímetros), impedância bioelétrica e absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA), sendo este o método de referência. Foi utilizada a estatística descritiva para a caracterização do grupo de estudo e a normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. A diferença entre as médias foi verificada através do Teste t pareado. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para determinar o grau de associação entre os métodos avaliativos da composição corporal e o teste de Bland e Altman para verificar a concordância dos resultados, adotando um nível de significância de 5%. Para a realização das análises, utilizou-se o programa estatístico SPSS 14.0.

Palavras chave: Sobrepeso, Obesidade, Composição Corporal, DXA, Impedância bioelétrica, Antropometria.

ABSTRACT

Master Thesis on Physical Education
Graduation Program in Physical Education
Federal University of Santa Maria

ACCEPTANCE METHODS EVALUATIVE OF BODY FAT IN OVERWEIGHT AND OBESITY SUBJECTS

Author: Guilherme Quaiato Martins

Advisor: Prof^ª. Dr^ª. Silvana Corrêa Matheus

Place and Date of Defense: Santa Maria, 8th July 2015

Excessive accumulation of body fat is detrimental to people's health, so it is important to check the amount and distribution of body fat by assessing body composition. Taking into account the importance of assessing body composition and the lack of studies that indicate the most appropriate method to overweight and obesity, this study aims to examine the relationship and the agreement of different methods of assessing body composition to estimate body fat of overweight or obese. The data used in the study group were extracted Kinanthropometry Lab database (Labcine) of the Center for Physical Education and Sports (CEFD) of the Federal University of Santa Maria (UFSM), which were selected 78 overweight or obese, 49 women and 29 men between 35 and 68 years old. For the determination of body composition were used the following evaluation methods: anthropometry (weight, height, skinfold thickness and circumferences), bioelectrical impedance and dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) (reference method). Descriptive statistics were used to characterize the study group and the normality of the data was verified by the Kolgomorov-Smirnov test. The difference between the means was verified by paired t test. We used the Pearson correlation coefficient to determine the degree of association between the evaluative methods of body composition and the Bland and Altman test to verify the agreement of the results, adopting a 5% significance level. To carry out the analysis, we used the statistical program SPSS 14.0.

Keywords: Overweight, Obesity, Body Composition, DXA, Bioelectrical Impedance, Anthropometry.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
ARTIGO 1 – Comparação de equações antropométricas para estimativa da gordura corporal em indivíduos com excesso de peso	18
Resumo	19
Abstract	19
Introdução	21
Métodos	22
Resultados	23
Discussão	26
Conclusão	27
Referências	28
ARTIGO 2 – Comparação de técnicas de estimativa da gordura corporal em indivíduos com sobrepeso e obesidade	30
Resumo	31
Abstract	31
Introdução	32
Métodos	33
Resultados	35
Discussão	37
Conclusão	39
Referências	39
DISCUSSÃO	42
CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICES	51

APRESENTAÇÃO

No item **INTRODUÇÃO**, está descrita uma breve revisão bibliográfica sobre os principais temas trabalhados nesta dissertação, assim como os objetivos do trabalho.

Os resultados que fazem parte desta dissertação estão apresentados sob a forma de dois artigos. O **artigo 1** foi submetido ao periódico *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria* e o **artigo 2** será submetido ao periódico *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*. As seções Métodos, Resultados e Referências encontram-se nos respectivos artigos científicos.

Os itens **DISCUSSÃO** e **CONCLUSÃO** propuseram comentários gerais sobre os resultados compreendidos nos dois artigos. As **REFERÊNCIAS** se reportam somente às citações que aparecem nos itens **INTRODUÇÃO** e **DISCUSSÃO**.

INTRODUÇÃO

A obesidade e o sobrepeso revelam uma crescente expansão na população, tanto em países desenvolvidos quanto subdesenvolvidos. Considerada como uma epidemia mundial, a obesidade tem sido tema de diversos estudos que destacam sua prevalência, assim como fatores de risco associados (POPKIN; DOAK, 1998, WYATT, 2003, NGUYEN; EL-SERAG, 2010). Especificamente no Brasil, devido às transições demográficas, socioeconômicas e epidemiológicas ocorridas no país nas últimas décadas, a prevalência de obesidade aumentou substancialmente e simultaneamente ocorreu uma progressiva diminuição da subnutrição (BATISTA FILHO; RISSIN, 2003).

A obesidade possui etiologia complexa e multifatorial, sendo resultante da interação de fatores genéticos, ambientais, emocionais e de estilos de vida. Basicamente o excesso de gordura corporal ocorre a partir de um desequilíbrio energético entre a ingestão e o gasto calórico, com um aumento do consumo calórico associado a um menor gasto energético (ABESO, 2009).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2012), o sobrepeso e a obesidade podem trazer como consequência o aumento do risco de desenvolver doenças crônicas não transmissíveis como: doenças cardiovasculares (doenças cardíacas e acidente vascular encefálico), Diabetes Tipo II, distúrbios músculo-esqueléticos (especialmente osteoartrite) e alguns tipos de câncer.

Devido ao acúmulo excessivo de gordura corporal acarretar prejuízos à saúde das pessoas, torna-se importante a verificação da quantidade e distribuição da gordura corporal por meio da avaliação da composição corporal, sendo possível identificar a proporção relativa de gordura e de massa corporal magra (ACMS, 2006).

Existem diversos métodos para a avaliação da composição corporal, os quais podem ser classificados em procedimentos de medidas diretas, indiretas e duplamente indiretas. Os procedimentos laboratoriais são os mais recomendados para estimativas precisas acerca dos componentes da composição corporal, porém tornam-se dispendiosos e inacessíveis para grande parte da população, por isso a antropometria é a mais comumente utilizada, devido à sua simplicidade e praticidade (WANG, 1992)

Dentre as técnicas antropométricas as dobras cutâneas (DC) são utilizadas para estimar o percentual de gordura corporal (%GC) e caracterizar a gordura subcutânea em várias regiões

do corpo, entretanto, pode mostra-se uma técnica limitada em indivíduos com sobrepeso e obesidade (DUREN et al., 2008; MATTSSON; THOMAS, 2006). Além das DC, ainda existem equações desenvolvidas com a finalidade de estimar o %GC que empregam como variáveis a associação de perímetros com massa corporal e estatura, por exemplo, assim como equações que utilizam o índice de massa corporal (IMC), idade e sexo em sua fórmula.

Outra técnica utilizada na avaliação da composição corporal é a impedância bioelétrica (IB), que se baseia na quantidade de água corporal para estimar a quantidade de gordura corporal e de massa magra e está adquirindo maior aceitação na literatura científica, porém pode mostrar-se imprecisa em sujeitos obesos (JAFFRIN, 2009).

Um método laboratorial que merece destaque, com diversos estudos utilizando-o como um método de referência nos estudos da composição corporal e que apresenta elevada acurácia nos resultados é a absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA), que consiste basicamente na diferenciação e mensuração dos tecidos corporais em massa gorda e massa magra dos tecidos moles e tecido mineral ósseo (SVENDSEN et al., 1993, MATTSSON; THOMAS, 2006).

A avaliação da composição corporal de indivíduos com excesso de peso apresenta relevância no sentido de quantificar os componentes da composição corporal, formular recomendações e prescrição de exercícios, monitorizar e identificar riscos à saúde devido à gordura acima do recomendado, entretanto, torna-se dificultada devido aos métodos laboratoriais serem dispendiosos e de acesso limitado à maioria das pessoas. Uma alternativa poderiam ser os métodos de campo, os quais se mostram práticos e acessíveis, porém com a precisão dos resultados comprometidos nessa população específica.

Devido ao fato de existirem diversos métodos avaliativos da composição corporal que apresentam limitações, seja no âmbito financeiro, operacional ou de procedimentos, que interferem diretamente na execução das avaliações ou nos resultados dos componentes corporais de indivíduos com sobrepeso ou obesidade, busca-se uma melhor compreensão acerca da eficiência e utilidade desses métodos avaliativos.

Sobrepeso e obesidade

O sobrepeso e a obesidade têm recebido considerável atenção como um grande perigo para a saúde. A epidemia da obesidade tem sido relatada em vários países do mundo, porém

não em todas as regiões do mundo. A maior taxa de obesidade tem sido relatada nas ilhas do Pacífico e as taxas mais baixas foram observadas na Ásia. As taxas da Europa e da América do Norte são geralmente altas, enquanto as taxas de África, América do Sul e países do Oriente Médio são variáveis (OMS, 2012; PRENTICE, 2006).

A OMS em 2005 estimou que cerca de 1,6 bilhões de pessoas em todo o mundo estavam acima do peso ou pelo menos 400 milhões de adultos eram obesos. Eles ainda projetaram que, até 2015, cerca de 2,3 bilhões de adultos estarão com sobrepeso e que pelo menos 700 milhões serão obesos. De acordo com os dados do Banco de Dados Global de Índice de Massa Corporal, existem grandes variações na prevalência da obesidade em todo o mundo, desde a Índia, onde 1% ou menos da população é obesa, para as ilhas do Pacífico, onde a prevalência de obesidade pode chegar a até 80% em algumas regiões (NGUYEN; EL-SERAG, 2010)

O sobrepeso em geral é definido como um desvio na massa corporal de algum padrão ou “peso” ideal em relação à altura, sendo um aumento exclusivo em relação ao peso (ACMS, 2006). De acordo com a OMS (2012) o padrão mais comum e aceito na literatura define o sobrepeso caracterizado com o índice de massa corporal (IMC) entre 25 e 29,9 kg/m².

Já a obesidade pode ser definida como uma quantidade excessiva de gordura corporal, ou seja, representando um aumento da adiposidade corpórea e não apenas da massa corporal, sendo caracterizada como uma enfermidade crônica a um nível tal de acúmulo excessivo de gordura que irá comprometer a saúde do indivíduo. Está subdividida em graus: o obeso grau I possui IMC entre 30 e 34,9 kg/m², apresentando risco moderado de comorbidades; o obeso grau II é o indivíduo com o IMC compreendido entre 35 e 39,9 kg/m², seu risco de comorbidades é considerado severo; e o obeso grau III ou mórbido é o indivíduo com IMC \geq 40 kg/m², geralmente é a pessoa indicada para cirurgias bariátricas, pois o risco de comorbidades é muito severo e é caracterizada ainda pelo profundo comprometimento da qualidade de vida e pela extrema instabilidade emocional (OMS, 2004).

Embora a obesidade seja mais comumente causada pelo excesso na ingestão calórica em relação ao gasto energético (através da atividade metabólica e física), a etiologia da obesidade é altamente complexa e inclui fatores genéticos, fisiológicos, ambientais, psicológicos, sociais, econômicos e até mesmo fatores políticos que interagem em vários graus para promover o desenvolvimento da obesidade (ARONNE et al., 2009).

Dentre os fatores que contribuem para a epidemia de obesidade Keith et al. (2006) destacam o ambiente de alimentação, a diminuição na atividade física, o débito no sono, o ganho de peso induzido por medicamentos, o declínio no consumo do cigarro, o sistema

endócrino desregulado, as variabilidades nas temperaturas ambientais, as diferenças étnicas, a idade, além de fatores genéticos e psicológicos.

O excesso de gordura corporal contribui significativamente para um maior risco de mortalidade e morbidez, além de elevado risco de desenvolver doenças do sistema cardiovascular como acidente vascular encefálico (AVE) e diabetes tipo 2. Entre os principais fatores de associação com a obesidade, destacam-se a resistência à insulina, aumento dos níveis de glicose, hipertensão arterial, índices de colesterol e triglicérides elevados e diminuição dos níveis de colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL-C) (OMS, 2012; HEIWARD, 2004).

Composição corporal

De maneira sucinta, a composição corporal pode ser dividida em componente gorduroso e componente não gorduroso, que é formado pelos tecidos muscular e esquelético, pele, órgãos e todos os outros tecidos não gordurosos. Por meio das medidas de composição corporal além de estimar o %GC e classificar quanto ao risco de doenças cardiovasculares, auxilia também para estimar a massa corporal saudável, na prescrição de exercícios, no monitoramento do crescimento de crianças e adolescentes, na identificação de risco devido à gordura abaixo ou acima do recomendado, assim como, no acompanhamento das mudanças da composição corporal associadas ao envelhecimento, subnutrição e algumas patologias (HEYWARD, 2004).

Existem diferentes métodos para avaliar a composição corporal, os quais podem ser classificados como métodos direto, indireto e duplamente indireto.

O método direto é um procedimento *in vitro* e baseia-se na dissecação de cadáver para a quantificação dos componentes corporais.

Os métodos indiretos de determinação dos componentes corporais são distribuídos em três grupos de medidas: bioquímico, de imagem e de densitometria. Todos esses procedimentos são realizados *in vivo*, com destaque para a DXA, considerado “padrão ouro” de avaliação da composição corporal dentre as medidas de avaliação por imagem, como radiologia, ultrassonografia, ressonância magnética, entre outras. Já as técnicas de avaliação densitométricas são representadas pela pesagem hidrostática (PH) e a pletismografia. O método da PH utiliza o pressuposto de que a densidade de todo o corpo é estabelecida pelas

densidades dos componentes corporais, ou seja, quanto maior ou menor for a proporção de um dos componentes corporais como massa gordurosa, por exemplo, maior ou menor será o somatório das massas corporais do indivíduo. O método de pletismografia utiliza o deslocamento do ar para medir o volume corporal baseado na aplicação da lei de deslocamento de ar de Boyle, introduzindo o avaliado em uma câmara fechada e isolada do meio externo, em condições isotérmicas (GUEDES; GUEDES, 2006).

Os métodos de avaliação duplamente indiretos também são procedimentos *in vivo*, com maior aplicação prática laboratorial e menor dificuldade técnica, sendo validados, em sua maioria a partir da densitometria (PH), assim como também podem ser validadas através de técnicas por imagem, como a DXA. Os mais utilizados são a antropometria, que são medidas externas das dimensões corporais, e a impedância bioelétrica, que utiliza os diferentes níveis de condutibilidade elétrica dos tecidos biológicos.

Dentre as técnicas antropométricas as dobras cutâneas (DC) são utilizadas para estimar o percentual de gordura corporal e caracterizar a gordura subcutânea em várias regiões do corpo, entretanto, esta técnica tem utilidade limitada em pessoas com sobrepeso ou obesidade. Uma possível limitação na abertura do compasso de dobras cutâneas pode aumentar a margem de erro da medida. Além disso, pode tornar-se restrita em função da gordura subcutânea não ser facilmente separada do músculo e a dificuldade de segurar uma dobra grande durante a leitura do aparelho (JACKSON; POLLOCK, 1985, DUREN et al., 2008).

Absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA)

A DXA é considerada um método de grande precisão e possui como vantagem analisar a composição de todo o corpo e por segmentos (membros inferiores e superiores, tronco e cabeça). A absorção diferencial de raios-X de ossos e tecidos moles foi a base para o desenvolvimento original da absorciometria de um único fóton para medir a densidade mineral óssea (DMO). As primeiras aplicações utilizadas com fonte de fótons, em geral, ficaram limitadas ao rádio e a ulna. Porém, um avanço significativo foi associado com a introdução da absorciometria de fótons duplos (DPA).

A DPA tinha a vantagem de maior precisão e permitiu a mensuração da DMO de estruturas situadas profundamente nos tecidos moles, como as vértebras lombares ou o fêmur. O desenvolvimento da técnica permitiu a medição de todo o corpo. A DPA tornou-se

limitada em aplicação pelo relativo baixo fluxo de fótons disponíveis nas fontes isotópicas utilizadas. Este problema foi superado com a introdução da DXA, que emprega um tubo de raios-X e filtros para produzir feixes de energia. O tubo de raios-X pode ser operado em constante potencial (nos modelos GE Lunar e Stratec) ou alternado entre dois potenciais (modelos Hologic). As doses efetivas de radiação envolvidas nas medidas de DMO de corpo inteiro usando a DXA são pequenas, tornando a técnica amplamente aplicável (JOHANSSON et al., 1993; MATTSSON; THOMAS, 2006).

O maior fluxo de fótons também permite que a técnica da DXA possa ser aplicada na medição da composição dos tecidos moles (gordura e massa magra) ou em todo o corpo por meio de medidas regionais dos três componentes (gordura, massa magra e tecido mineral ósseo). A precisão de um dispositivo DXA particular para avaliação da composição de todo o corpo é geralmente boa com coeficientes de variação de cerca de 1% de massa mineral ósseo e 2-3% para a gordura corporal total. A utilidade destas quantidades no diagnóstico ou acompanhamento da evolução da osteoporose e estado nutricional resultou no uso generalizado desta técnica (MATTSSON; THOMAS, 2006).

Em suma, a DXA baseia-se no pressuposto de que o grau de atenuação de radiações de cada tecido orgânico depende do comprimento da onda utilizada e do número atômico dos elementos interpostos. Com isso, o nível de atenuação diferencial de fótons emitidos a duas diferentes energias podem distinguir diferentes tipos de tecidos orgânicos. Essa atenuação diferenciada de feixes de fótons nos tecidos orgânicos permite a construção de imagens da área de interesse através de tratamento matemático das informações e assim, torna-se possível estabelecer estimativas da densidade e conteúdo de mineral ósseo, do componente de gordura corporal e da massa isenta de gordura (GUEDES; GUEDES, 2006).

Impedância bioelétrica (IB)

Outra técnica utilizada na avaliação da composição corporal é a IB, que se baseia na quantidade de água corporal para estimar a quantidade de gordura corporal e de massa magra e está adquirindo maior aceitação na literatura científica, porém pode mostrar-se imprecisa em indivíduos que apresentam obesidade (JAFFRIN, 2009).

O método de IB voltado à avaliação da composição corporal baseia-se nos diferentes níveis de condução elétrica dos tecidos biológicos expostos a várias frequências de corrente.

O corpo oferece dois tipos de resistência à corrente elétrica: resistência capacitiva (reatância) e resistência resistiva (simplesmente chamado de resistência). A capacitância surge a partir de membranas de células e a resistência a partir de fluido extra e intracelular. Impedância é o termo usado para descrever a combinação dos dois (MATTSSON; THOMAS, 2006).

Diversos circuitos elétricos têm sido usados para descrever o comportamento de tecidos biológicos *in vivo* (GUDIVAKA, et al., 1999). Ou seja, a IB representa a oposição de um meio biológico a passagem de uma corrente alternada e tem os componentes de resistência e reatância. A resistência é determinada pela resistividade de diferentes tecidos à condução da corrente elétrica: o tecido adiposo e ossos são maus condutores, já os fluidos intra e extracelular, que são soluções de eletrólitos, conduzem melhor a corrente elétrica. A reatância surge devido ao efeito de isolamento das membranas celulares, que atuam como condensadores que são carregados e descarregados para a passagem de corrente.

Em suma, o processo de IB consiste em passar uma corrente elétrica de baixo nível pelo corpo do avaliado (entre 500 e 800 μA) à frequência de 50 kHz e a impedância ou oposição ao fluxo da corrente é medida com um analisador. O corpo gera uma resistência à passagem desta corrente (impedância) a qual é determinada pelo aparelho. Sabendo que a impedância varia de acordo com o tecido que está sendo mensurado e, sendo a massa magra um bom condutor de energia por possuir alta concentração de água e eletrólitos e a massa gorda um mau condutor de energia, pode-se inferir que a impedância é diretamente proporcional ao %GC (WAGNER; HEYWARD, 1999).

A IB apresenta técnicas bipolares ou tetrapolares, com um ou dois pares de eletrodos emissores e receptores, respectivamente. Preferencialmente deve-se utilizar a técnica tetrapolar, que abrange membros inferiores e superiores e consiste na fixação dos eletrodos emissores distalmente na superfície dorsal da mão e do pé, no plano da cabeça do terceiro metacarpo e do terceiro metatarso, respectivamente (HEYWARD, 2004; GUEDES; GUEDES, 2006).

A precisão do método de IB depende de fatores de controle como: a colocação dos eletrodos, o nível de hidratação, a alimentação, o ciclo menstrual, a temperatura ambiente e a equação de predição, os quais podem aumentar os erros de medição (HEYWARD, 2004).

A IB é uma técnica bastante fácil de ser utilizada, de alta reprodutibilidade e de custo relativamente acessível, sendo assim, vem ganhando bastante espaço entre os métodos de avaliação da composição corporal, porém, alguns estudos têm demonstrado resultados divergentes dos obtidos com outros métodos de avaliação da composição corporal. Nesse sentido, existem muitas discordâncias que podem ser decorrentes da variabilidade das

equações e dos equipamentos empregados, da adoção de diferentes protocolos e frequências, de diferenças étnicas, além de influências do estado de hidratação do avaliado (REZENDE et al., 2007).

Antropometria

A antropometria refere-se à medição do tamanho e da proporção do corpo humano. Além do tamanho e das proporções corporais, as medidas antropométricas avaliam a composição corporal total e regional (HEYWARD, 2004). É um método amplamente utilizado por se tratar de baixo custo e simplicidade na utilização. Diversas técnicas antropométricas utilizam grande variedade de instrumentos e locais de mensuração. A proposta mais simples e utilizada na antropometria é a verificação do IMC, caracterizada pela divisão da massa corporal expressa em kg pela estatura em m^2 , no entanto, essa técnica possui a limitação de não estimar a quantidade de gordura corporal, apenas a compleição física. Para a avaliação da composição corporal dividindo os componentes do corpo em gordura corporal e massa isenta de gordura, as DC são mais comumente utilizadas e para abordagens multicompartimentais, devem-se ser adicionadas as informações de perímetros e diâmetros ósseos. Através das DC é possível ainda obter informações acerca da quantificação e distribuição do tecido adiposo nas diferentes regiões anatômicas (ACMS 2006; GUEDES; GUEDES, 2006).

A avaliação através da medida da espessura das DC tem sido um dos métodos mais utilizados para estimar o %GC, por ser um método de baixo custo, prático e de relativamente simplicidade operacional em relação aos outros métodos de avaliação. São muitas as equações desenvolvidas para prever a gordura corporal que utilizam as DC, essas equações são, geralmente, divididas em específicas, para grupos populacionais com as mesmas características (atletas, idosos, crianças, etc.) e generalizadas, com base em amostras com características heterogêneas, como por exemplo, as equações amplamente utilizadas de Jackson e Pollock (1978) para homens de 18 a 55 anos de idade e Jackson, Pollock e Ward (1980) para mulheres de 18 a 55 anos de idade (LUKASKI, 1987, HEYWARD, 2004).

No Brasil, dois estudos são destaques no desenvolvimento e validação de equações para estimar a composição corporal através da medida de espessuras de DC. O de Guedes (1985) que avaliou 206 estudantes universitários da região sul do país, e o de Petroski (1995),

que investigou indivíduos com idades entre 18 e 60 anos, desenvolvendo equações generalistas para verificar o %GC. Ambos os estudos utilizaram a PH como método de referência.

A espessura das DC é utilizada para caracterizar a gordura subcutânea em várias regiões do corpo, mas deve notar-se que esta técnica tem utilidade limitada em pessoas com sobrepeso ou obesas. Uma possível limitação na abertura do compasso de dobras cutâneas pode aumentar a margem de erro da medida. Além disso, pode tornar-se restrita em função da gordura subcutânea não ser facilmente separada do músculo e a dificuldade de segurar uma dobra grande durante a leitura do aparelho (JACKSON; POLLOCK, 1985, DUREN et al., 2008).

Outras alternativas de estimativa do %GC são as equações que utilizam as variáveis de IMC, idade e sexo, como por exemplo as desenvolvidas por Deurenberg et al. (1991), Lean et al. (1996) e Gómez-Ambrosi et al. (2012), assim como a equação desenvolvida por Bergman et al. (2010) que utiliza apenas a circunferência do quadril (cm) e a estatura (m), no entanto necessita-se cautela no uso dessas equações tendo em vista a população específica a ser utilizada.

Especificamente para indivíduos com obesidade foram desenvolvidas equações de determinação do %GC por Weltman et al.(1987, 1988), utilizando medidas de perímetros do abdômen para homens de 24 a 68 anos e mulheres de 20 a 60 anos de idade.

Considerando a importância da avaliação da composição corporal e a escassez de estudos de comparação entre métodos avaliativos em indivíduos com sobrepeso e obesidade, o presente estudo propõe como questão de investigação: qual o método apresenta melhor resultado de concordância com o método de referência para estimar a gordura corporal em indivíduos com sobrepeso ou obesidade?

Objetivos

Objetivo geral

Analisar a relação e a concordância de diferentes métodos de avaliação da composição corporal para estimar a gordura corporal de indivíduos com sobrepeso ou obesidade.

Objetivos específicos

- Estimar a quantidade de gordura corporal através da DXA, da IB e das medidas antropométricas em indivíduos com sobrepeso ou obesidade;
- Verificar a diferença entre médias dos resultados de %GC de indivíduos com sobrepeso e obesos, obtidos por meio dos diferentes métodos avaliativos, tendo como método de referência a DXA;
- Verificar a correlação dos resultados de %GC obtidos a partir dos três métodos avaliativos;
- Verificar a concordância entre os diagnósticos obtidos a partir da análise dos resultados de %GC por meio dos diferentes métodos avaliativos, tendo como método de referência a DXA.

Artigo 1:

Comparação de equações antropométricas para a estimativa da gordura corporal em indivíduos com excesso

Comparison of anthropometric equations to estimate body fat in subjects with overweight

Martins, Guilherme Quaiato¹; Matheus, Silvana Corrêa²; Santos, Daniela Lopes dos³; Both, Diego Rodrigo⁴; Farinha, Juliano Boufleur⁵; Martins, Mariane da Silveira⁶

¹Mestrando em Educação Física. Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS/Brasil.

²Prof.(a) Dr.(a) em Ciência do Movimento Humano – Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS/Brasil.

³Prof.(a) Dr.(a) em Ciência do Movimento Humano – Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS/Brasil.

⁴Mestre em Educação Física. Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS/Brasil.

⁵Mestre em Educação Física. Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS/Brasil.

⁶Graduada em Educação Física. Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS/Brasil.

Resumo

Introdução: A obesidade tem sido tema de diversos estudos que destacam sua prevalência, assim como, fatores de risco associados. Devido ao acúmulo excessivo de gordura corporal acarretar prejuízos à saúde das pessoas, torna-se importante a verificação da quantidade e distribuição da gordura corporal por meio da avaliação da composição corporal. Algumas equações de predição do percentual de gordura corporal (%GC) vêm sendo desenvolvidas com a finalidade de ter-se a disposição meios práticos para a determinação do %GC.

Objetivo: Realizar uma comparação das equações propostas por Deurenberg et al., Lean et al. e Gómez-Ambrosi et al. para a determinação da gordura corporal de indivíduos com sobrepeso e obesidade, tendo como método de referência a absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA). **Métodos:** Os dados foram extraídos de um banco de dados, no qual foram selecionados 78 indivíduos com sobrepeso ou obesidade, sendo 49 mulheres e 29 homens, entre 35 e 68 anos de idade. O %GC foi obtido pela DXA (método de referência) e pelas equações de Deurenberg et al., de Lean et al. e de Gómez-Ambrosi et al. (CUN-BAE). Utilizou-se o teste de Kolgomorov-Smirnov para analisar anormalidade dos dados e para a acuracidade dos resultados o Teste t pareado, a correlação de Pearson e o teste de Bland e Altman. **Resultados:** As equações de %GC não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao valor de referência (DXA). Observou-se elevados valores correlacionais entre o %GC das equações e o método de referência, assim como satisfatórios resultados de concordância. **Conclusão:** Constatou-se que as equações utilizadas nesse estudo apresentaram alto grau de reprodutibilidade, com destaque para a equação CUN-BAE, que demonstrou melhores resultados quando comparada com o método referência.

Palavras-chave: Gordura Corporal; Antropometria; Obesidade.

Abstract

Introduction: Obesity has been the subject of several studies that highlight its prevalence, as well as risk factors. Due to the excessive accumulation of body fat lead to health problems of the people, it is important to check the amount and distribution of body fat by assessing body composition. Some prediction equations of body fat percentage (%BF) have been developed for the purpose of having the willingness practical means for the determination of %BF.

Objective: To compare the equations proposed by Deurenberg et al., Lean et al. and Gomez Ambrosi et al. to determine the body fat of overweight and obese subjects, with the reference method by dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). **Methods:** Data were extracted from a database in which we selected 78 overweight or obese, 49 women and 29 men between 35 and

68 years old. The % BF was obtained by DXA (reference method) and the equations of Deurenberg et al., Lean et al., and Gomez-Ambrosi et al. (CUN-BAE). We used the Kolgomorov-Smirnov test for data abnormality and the accuracy of the results the paired t test, Pearson correlation, Bland e Altman analysis. **Results:** The equations showed no statistically significant difference from the reference value (DXA). There was high correlational values between% BF of the equations and the reference method, as well as satisfactory agreement of results. **Conclusion:** It was noted that the equations used in this study showed a high degree of reproducibility, especially for CUN BAE equation, which showed better results when compared with the reference method.

Keywords: Body Fat; Anthropometry; Obesity.

Introdução

Considerada como uma epidemia mundial, a obesidade tem sido tema de diversos estudos que destacam sua prevalência, assim como, fatores de risco associados^{1,2}. Especificamente no Brasil, devido às transições demográficas, socioeconômicas e epidemiológicas ocorridas no país nas últimas décadas, a prevalência de obesidade aumentou substancialmente e simultaneamente ocorreu uma progressiva diminuição da subnutrição³.

A obesidade possui etiologia complexa e multifatorial, sendo resultante da interação de fatores genéticos, ambientais, emocionais e de estilos de vida⁴. De acordo com a Organização Mundial da Saúde⁵, o sobrepeso e a obesidade podem trazer como consequência o aumento do risco de desenvolver doenças crônicas não transmissíveis como: doenças cardiovasculares (doenças cardíacas e acidente vascular encefálico), diabetes tipo II, distúrbios musculoesqueléticos (especialmente osteoartrite) e alguns tipos de câncer.

Devido ao acúmulo excessivo de gordura corporal acarretar prejuízos à saúde das pessoas, torna-se importante a verificação da quantidade e distribuição da gordura corporal por meio da avaliação da composição corporal, através da qual é possível se identificar a proporção relativa de gordura e de massa corporal magra⁶.

Atualmente existem vários métodos para medir a gordura corporal, tais como a pesagem hidrostática ou métodos mais novos como a absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA), ambos considerados métodos de referência (padrão ouro), porém que se tornam de uso restrito devido ao elevado custo e/ou a complexidade operacional.

No entanto, existem outras alternativas, como as medidas de dobras cutâneas e a impedância bioelétrica, que são métodos de relativo baixo custo, mas difíceis de serem utilizados em estudos populacionais, em função do tempo necessário e, no caso da bioimpedância elétrica, do custo elevado, se utilizado equipamento que requer eletrodos de uso individual^{7,8}.

Sendo assim, considerando à necessidade do emprego de medidas simples e práticas o uso da massa corporal relacionada à estatura ainda é amplamente utilizada, por meio do Índice de Massa Corporal (IMC), o qual é definido como a massa corporal dividida pela estatura ao quadrado (kg/m^2) e tem sido o método de escolha da Organização Mundial da Saúde para a classificação quanto ao baixo peso, sobrepeso ou obesidade da população.

Apesar da facilidade em seu cálculo, o IMC não fornece informações sobre a composição e a adiposidade corporal. Por isso, algumas equações de predição do percentual de gordura corporal (%GC) vêm sendo desenvolvidas com a finalidade de ter-se a disposição

meios práticos para a determinação da composição corporal, que sejam úteis em uma primeira avaliação clínica e possam indicar a possível relação com riscos cardiometabólicos, tornando-se ferramentas importantes no desenvolvimento de estudos epidemiológicos.

Dentre essas equações, as desenvolvidas por Deurenberg et al.⁹, Lean et al.¹⁰ e Gómez-Ambrosi et al.¹¹ aparecem como alternativas para a estimativa do % GC, as quais utilizam as variáveis de idade, sexo, massa corporal (kg), estatura (m) e o valor do IMC.

De acordo com exposto anteriormente, o presente estudo objetiva realizar uma comparação das equações propostas por Deurenberg et al.⁹, Lean et al.¹⁰ e Gómez-Ambrosi et al.¹¹ para a determinação da gordura corporal de indivíduos com sobrepeso e obesidade, tendo como método de referência a DXA.

Métodos

Os dados utilizados no grupo de estudo foram extraídos do banco de dados do Laboratório de Cineantropometria (Labcine) do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no qual foram selecionados 78 indivíduos com sobrepeso ou obesidade, sendo 49 mulheres e 29 homens, entre 35 e 68 anos de idade. O presente estudo foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria. (CAEE – 11511112.8.0000.5346).

As variáveis analisadas neste estudo foram: idade cronológica, massa corporal (MC), estatura (EST), IMC, %GC obtido pela DXA, %GC obtido pelas equações de Deurenberg et al.⁹, Lean et al.¹⁰ e Gómez-Ambrosi et al.¹⁰. As variáveis antropométricas foram coletadas por um único avaliador, mensuradas duas vezes para o cálculo do erro intra-avaliador, utilizando-se os procedimentos descritos pela International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)¹².

A MC foi mensurada com os indivíduos descalços e usando o mínimo de roupa possível, em uma balança de travessão da marca *Arja*[®] com resolução de 0,1 kg; e a EST, com um estadiômetro fixo da marca *Cardiomed*[®], com resolução de 0,1 cm.

O IMC de todos os sujeitos foi calculado a partir da divisão da MC (kg) pela EST (m) elevada ao quadrado. Para a classificação dos indivíduos em sobrepeso e obesidade, utilizou-se os valores de IMC entre 25 e 29,9 kg/m² para caracterizar o sobrepeso e IMC a partir de 30 kg/m² para definir a obesidade, conforme indica a OMS (2012).

O %GC foi obtido com o uso da DXA (método de referência), por meio de um aparelho da marca Hologic, modelo Discovery W (S/N 84825), bem como, da antropometria

(equações específicas). As variáveis idade, sexo e IMC, foram utilizadas para determinar o %GC por meio da equação de:

Deurenberg et al.⁹:

$\%GC = 1,2 (IMC) + 0,23 (Idade) - 10,8 [\text{sexo} (1 \text{ para homens e } 0 \text{ para mulheres})] - 5,4;$

Lean et al.¹⁰:

$\%GC \text{ de homens} = (1,33 \times IMC) + (0,236 \times idade) - 20,2$

$\%GC \text{ de mulheres} = (1,21 \times IMC) + (0,262 \times idade) - 6,7$

Gómez-Ambrosi et al.¹¹:

$\%GC \text{ CUN-BAE} = - 44.988 + (0,503 \times idade) + (10,689 \times \text{sexo}) + (3.172 \times IMC) - (0,026 \times IMC^2) + (0,181 \times IMC \times \text{sexo}) - (0,02 \times IMC \times idade) - (0,005 \times IMC^2 \times \text{sexo}) + (0,00021 \times IMC^2 \times idade)$, adotando em sexo o valor de 0 para homens e o de 1 para mulheres.

Foi utilizada a estatística descritiva para a caracterização do grupo de estudo e a normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. A diferença entre as médias foi verificada através do Teste t pareado. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para determinar o grau de associação entre os métodos avaliativos da composição corporal e o teste de Bland e Altman para verificar a concordância dos resultados, adotando um nível de significância de 5%. Para a realização das análises, utilizou-se o programa estatístico SPSS 14.0.

Resultados

A caracterização do grupo de estudo com os dados de idade, MC, EST, e IMC estão contidos na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização do grupo de estudo, com valores mínimos, máximos, médios e desvio padrão.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média
Idade (anos)	35,0	68,0	52,8 ± 7,0
MC (kg)	60,8	138,9	85,2 ± 15,8
EST (cm)	140,2	191,5	164,1 ± 10,0
IMC (kg/m²)	25,2	45,4	31,6 ± 4,6

MC: massa corporal em kg; EST: estatura em cm; IMC: índice de massa corporal.

Os valores médios do %GC das equações de Deurenberg et al.⁹, Lean et al.¹⁰ e Gómez-Ambrosi et al.¹¹ além de mostrarem-se muito próximos entre si, da mesma forma apresentam valores aproximados ao do método de referência, conforme a descrição da tabela 2.

Ainda de acordo com a tabela 2 os resultados obtidos na análise dos dados as equações de %GC não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao valor de referência (DXA).

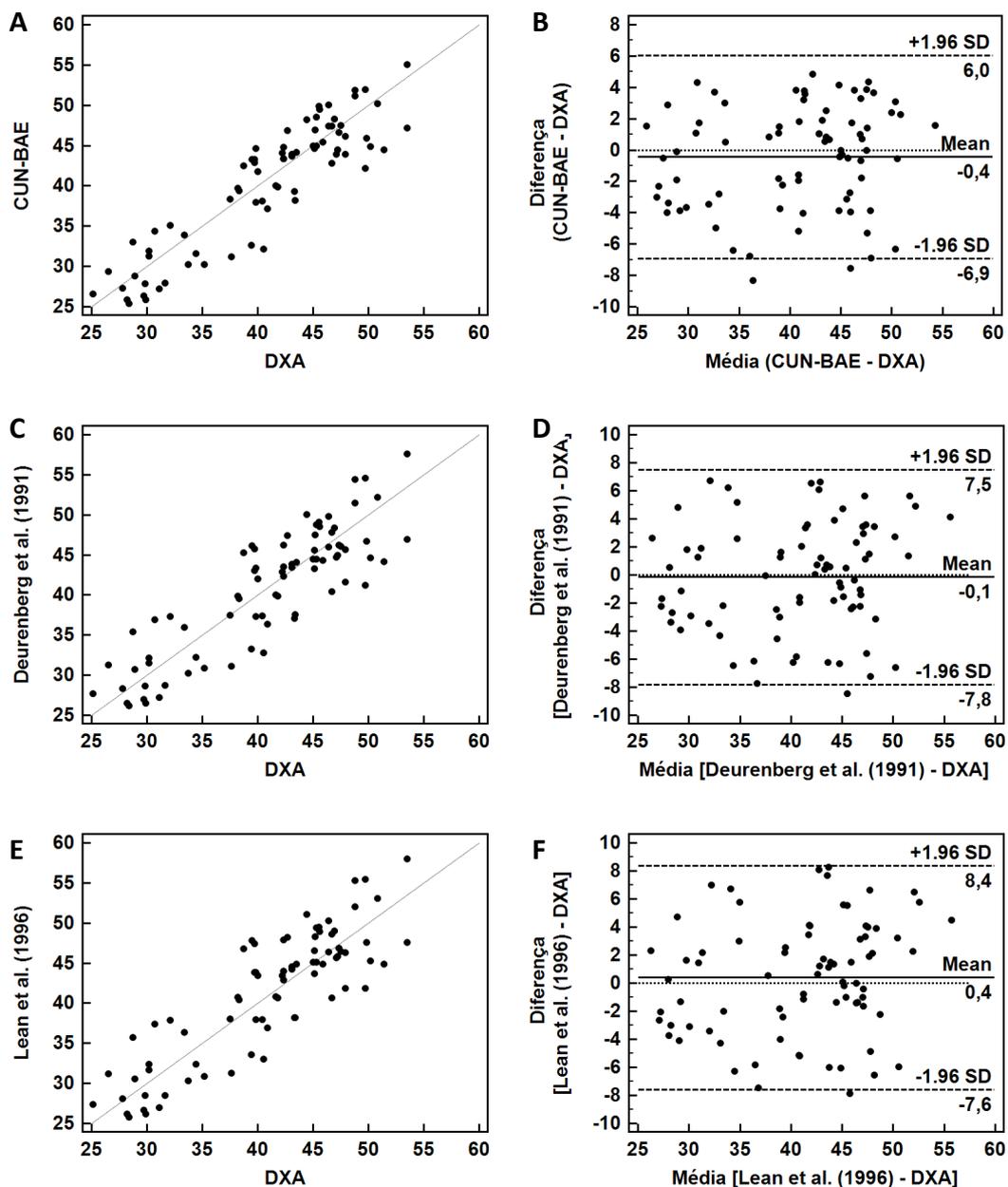
Tabela 2 – Validação cruzada das equações.

Métodos	Média ± dp	r	r ²	t	p	EPE	EC
DXA	40,8 ± 7,3	-	-	-	-	-	-
Equações							
Deurenberg et al.	40,7 ± 7,7	0,865	0,748	0,330	0,743	3,86	-0,146
Lean et al.	41,2 ± 8,0	0,862	0,743	-0,844	0,401	4,06	0,389
CUN-BAE	40,4 ± 7,8	0,905	0,819	1,192	0,237	3,30	-0,447

DXA: Absorciometria de raios-X de dupla energia; r: correlação de *Pearson*; r²: coeficiente de determinação; teste t; p: nível de significância; EPE: erro padrão de estimativa; EC: erro constante.

Ao relacionar os dados obtidos a partir das diferentes equações por meio do coeficiente de correlação de Pearson observaram-se elevados valores correlacionais entre o %GC das equações e o do método de referência conforme figura 1 gráficos A (r = 0,905), C (r = 0,865) e E (r = 0,862). No entanto, para uma melhor análise quanto a utilização das equações, utilizou-se do diagrama de dispersão de Bland & Altman (fig 1, gráficos B, D e F) e foi possível constatar satisfatórios resultados de concordância, com excelentes valores da média da diferença (B= - 0,4; D= - 0,1; F = - 0,4) e valores aceitáveis de dispersão nas três equações em estudo, com ênfase para os melhores resultados do intervalo de confiança (6,0 e -6,9) da equação CUN-BAE¹¹. Tais resultados indicam um excelente grau de utilidade das equações estudadas, principalmente da equação CUN-BAE¹¹.

Figura 1 – Correlação e concordância das equações com o método de referência.



No que se refere ao erro padrão de estimativa (EPE) das equações, ressalta-se que não houve, nos valores obtidos, variação maior que 4,06 nas três equações, sendo EPE CUN-BAE¹¹ = 3,30; EPE Deurenberg et al.⁹ = 3,86 e EPE Lean et al.¹⁰ = 4,06.

Diante dos resultados obtidos pode-se afirmar que todas as equações do estudo mostraram-se com alto grau de utilidade quando comparados com o método de referência (DXA), destacando-se os resultados da equação CUN-BAE¹¹, que apresentou melhores resultados para sua aplicabilidade na população específica deste estudo.

Discussão

O sobrepeso e a obesidade tem causado grande preocupação, principalmente nos governos que agora aceitam facilmente a sua complexidade e grande impacto na saúde pública. Sua principal preocupação está se movendo rapidamente para a prevenção e não apenas para tratar as consequências. Com isso, ressalta-se a importância da utilização de métodos de estimativa da gordura corporal para o auxílio no diagnóstico do sobrepeso e obesidade, assim como, possíveis associações com as doenças crônicas não transmissíveis¹³.

Nem todos os métodos são adequados para a utilização em grandes amostras populacionais ou em condições de campo. Isso se justifica ou pelo equipamento não ser transportável ou o método ser dispendioso financeiramente ou ainda ao ser utilizado em larga escala apresentar-se demasiado demorado em sua avaliação.

Para fins de avaliações de campo, existe uma série de métodos disponíveis, por exemplo, dobras cutâneas, impedância bioelétrica ou a utilização do IMC e circunferências para prever o %GC. Estes métodos dependem de relações estatísticas entre os parâmetros mensuráveis e um método de referência, normalmente por técnicas densitométricas, como pesagem hidrostática e pletismografia ou técnicas por imagem, como a DXA. É claro que a precisão destes métodos é menor em comparação com os métodos laboratoriais, porém apresentam a vantagem de serem mais baratos e também portáteis¹⁴.

Entretanto, a utilização de alguns métodos de campo torna-se dificultada na aplicação a indivíduos com sobrepeso ou obesidade devido às limitações dos equipamentos utilizados e as características dos métodos no uso específico a essa população¹⁵.

Já a DXA é considerada o padrão de referência para a avaliação da composição corporal em indivíduos que apresentam obesidade¹⁶, no entanto, trata-se de um método laboratorial.

No que diz respeito as equações utilizadas no presente estudo, estas foram desenvolvidas com a finalidade de serem estimadores de %GC que ao utilizarem dados considerados simples, de fácil coleta e que apresentam elevada praticidade em sua aplicação podem ser de grande utilidade na estimativa da gordura corporal, sobretudo em indivíduos com sobrepeso e obesidade. Essas equações além de terem sido validadas, foram desenvolvidas com base em elevado número de sujeitos adultos avaliados, com ampla faixa etária e utilizando como métodos de referência a pesagem hidrostática nos estudos de Deurenberg et al.⁹, Lean et al.¹⁰ e a pletismografia no estudo desenvolvido por Gómez-Ambrosi et al.¹¹.

Sendo o principal enfoque desta pesquisa o de realizar uma comparação entre equações com alto grau de praticidade e a DXA (método critério) em indivíduos com sobrepeso ou obesidade, foi possível observar elevados coeficientes de correlação dessas equações com o método critério. Verificou-se com o uso das equações desenvolvidas por Deurenberg et al.⁹ e Lean et al.¹⁰ valores correlacionais semelhantes. Já a equação de Gómez-Ambrosi et al.¹¹ (CUN-BAE) apresentou um valor correlacional superior ao das outras equações. Tais resultados corroboram com os estudos correlacionais realizados com outros métodos de referência, publicados por Pereira et al.¹⁷, Castro et al.¹⁸ e Gómez-Ambrosi et al.¹¹, porém não realizados especificamente com indivíduos com sobrepeso ou obesidade.

Em estudo realizado por Fuster-Parra et. al.¹⁹ foram avaliados 1498 indivíduos com sobrepeso e obesidade em que demonstraram apresentar resultados semelhantes de correlação ($r=0,89$) aos do presente estudo, entre a equação de Gómez-Ambrosi et al.¹¹ e a impedância bioelétrica (método critério).

Embora os coeficientes de correlação elevados indiquem boa concordância relativa, a análise de correlação por si só não é suficiente para verificar o grau de coincidência entre os resultados das equações e os da DXA. Portanto, para uma melhor análise quanto à utilidade das equações, utilizou-se o diagrama de dispersão de Bland e Altman²⁰.

Através dessa análise pode-se constatar resultados de concordância considerados muito bons, com excelentes valores da média da diferença, variando de -0,4% a 0,1% entre as equações e o método critério, assim como, satisfatórios resultados do intervalo de confiança, com variação de 6% a -7,8%, com destaque para a equação CUN-BAE. Estes resultados de intervalo de confiança mostraram-se semelhantes aos encontrados no estudo desenvolvido por Braulio et al.²¹ em que foram comparadas o %GC obtidos pela impedância bioelétrica e medidas de dobras cutâneas com a DXA em 34 mulheres com sobrepeso e obesidade.

Assim como as equações utilizadas neste estudo não foram desenvolvidas especificamente para o público investigado, sugere-se que novos estudos sejam feitos com outros grupos populacionais a fim de verificar se apresentam bons resultados de correlação e concordância quando o foco direciona-se para um público em específico.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, constatou-se que as equações utilizadas nesse estudo apresentaram alto grau de reprodutibilidade, com destaque para a equação CUN-BAE, que demonstrou resultados melhores quando comparada com o método referência. Com isso,

ressalta-se a aplicabilidade desta equação, principalmente para grandes grupos populacionais, inclusive para o desenvolvimento de estudos epidemiológicos, devido à facilidade, praticidade e baixo custo em sua utilização.

Referências

1. Popkin BM, Doak CM. The obesity epidemic is a worldwide phenomenon. *Nutrition reviews*. 1998;56(4 Pt 1):106-14.
2. Nguyen DM, El-Serag HB. The Epidemiology of Obesity: *Gastroenterol Clin North Am*. 2010 Mar;39(1):1-7.
3. Batista Filho M, Rissin A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. *Cadernos de Saúde Pública*. 2003;19:S181-S91.
4. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. Diretrizes brasileiras de obesidade 2009/2010 / ABESO. 3.ed. Itapevi, SP : AC Farmacêutica, 2009.
5. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en>. Acessado em 30 de setembro de 2012.
6. American College of Sports Medicine. Manual do ACMS para avaliação da aptidão física relacionada à saúde. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
7. Duren DL, Sherwood RJ, Czerwinski SA, Lee M, Choh AC, Siervogel RM, et al. Body composition methods: comparisons and interpretation. *Journal of diabetes science and technology*. 2008;2(6):1139-46.
8. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Physics in medicine and biology*. 2006;51(13):R203-28.
9. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *The British journal of nutrition*. 1991;65(2):105-14.
10. Lean ME, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *The American journal of clinical nutrition*. 1996;63(1):4-14.
11. Gomez-Ambrosi J, Silva C, Catalan V, Rodriguez A, Galofre JC, Escalada J, et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. *Diabetes Care*. 2012;35(2):383-8.

12. Stewart, A.; Marfell-Jones, M.; Olds, T.; Ridder, H. International Standards for Anthropometric Assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2011.
13. James WP. The epidemiology of obesity: the size of the problem. *Journal of internal medicine*. 2008;263(4):336-52.
14. Deurenberg P, Yap M. The assessment of obesity: methods for measuring body fat and global prevalence of obesity. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1999;13(1):1-11.
15. Das SK. Body composition measurement in severe obesity. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*. 2005;8(6):602-6.
16. Hind K, Oldroyd B, Truscott JG. In vivo precision of the GE Lunar iDXA densitometer for the measurement of total body composition and fat distribution in adults. *Eur J Clin Nutr*. 2011;65(1):140-2.
17. Pereira PMG, Silva GA, Silva AEL, Lima DW, Geraldles AAR. Validação cruzada entre o percentual de gordura mensurado pela absorptometria radiológica de dupla energia e a equação de Deurenberg em idosos. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. 2013;16:681-9.
18. Castro E, Lima L, Amaral J, Cerqueira M, Doimo L. Comparação entre equações estimativas e DXA para avaliação da gordura corporal em mulheres não sedentárias. *Motricidade*. 2012;8(2):348-56.
19. Fuster-Parra P, Bennasar-Veny M, Tauler P, Yañez A, López-González AA, Aguiló A. A Comparison between Multiple Regression Models and CUN-BAE Equation to Predict Body Fat in Adults. *PLoS ONE*. 2015;10(3):e0122291.
20. Bland JM, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The lancet*. 1986;327(8476):307-10.
21. Braulio VB, Furtado VCS, Silveira MdG, Fonseca MH, Oliveira JE. Comparison of body composition methods in overweight and obese Brazilian women. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 2010;54(4):398-405.

Artigo 2:

Comparação de técnicas de estimativa da gordura corporal em indivíduos com sobrepeso e obesidade

Comparison of estimating body fat techniques in overweight and obesity subjects

Martins, Guilherme Quaiato¹; Matheus, Silvana Corrêa¹; Santos, Daniela Lopes dos¹; Both, Diego Rodrigo¹; Farinha, Juliano Bouffleur¹; Martins, Mariane da Silveira¹

¹Departamento de Métodos e Técnicas Desportivas – Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS/Brasil.

Resumo

Objetivo: Realizar uma comparação de diferentes técnicas de estimativa de percentual de gordura corporal (%GC) em indivíduos com sobrepeso e obesidade, tendo como método de referência a absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA). **Métodos:** Os dados foram extraídos de um banco de dados, no qual foram selecionados 78 indivíduos com sobrepeso ou obesidade, sendo 49 mulheres e 29 homens, entre 35 e 68 anos de idade. O %GC foi obtido pela DXA (método referência), pela impedância bioelétrica e por equações de 3 dobras cutâneas e de perímetros. Utilizou-se o teste de Kolgomorov-Smirnov para testar a normalidade dos dados e para a acuracidade dos resultados o Teste t pareado, a correlação de Pearson e o teste de Bland & Altman. **Resultados:** As técnicas de estimativa de %GC não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao valor de referência (DXA). Observou-se elevados valores correlacionais entre o %GC das técnicas e o método de referência, porém com maior discrepância nos resultados de concordância. **Conclusão:** Dentre as técnicas testadas em comparação com o método de referência as equações de perímetros demonstraram melhores resultados, ressaltando-se a praticidade e baixo custo na sua utilização.

Palavras-chave: Gordura Corporal; Técnicas de estimativa; Obesidade.

Abstract

Objective: To compare different techniques for estimating body fat percentage (%BF) in overweight and obesity subjects, with the reference method absorptiometry x-ray dual-energy (DXA). **Methods:** We conducted 78 assessments with individuals of both sexes overweight or obese aged between 35 and 68 years. The %BF was obtained by DXA (Reference method), the bioelectrical impedance and the equations of 3 skinfolds and perimeters. We used the Kolgomorov-Smirnov test for data abnormality and the accuracy of the results of the paired t test, Pearson correlation and Bland and Altman test. **Results:** %BF estimation techniques showed no statistically significant difference from the reference value (DXA). There was high correlational values between %BF techniques and the reference method, but with greater discrepancy in concordance of results. **Conclusion:** Among the techniques tested in comparison with the reference method the perimeter equations showed better results, highlighting the practicality and low cost in use.

Keywords: Body Fat; Estimation techniques; Obesity.

Introdução

O excesso de peso e a obesidade aumentam com taxas alarmantes em todo o mundo¹. A obesidade é caracterizada por uma quantidade excessiva de gordura corporal, o que é a principal causa de riscos para a saúde, tais como hipertensão, diabetes e doença cardíaca^{2,3}. Assim, neste contexto, é importante identificar técnicas simples, confiáveis, não invasivas e de baixo custo para avaliação da composição corporal.

Não existe um método para a mensuração direta da adiposidade, e alguns dos métodos indiretos mais frequentemente utilizados são a absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA), a impedância bioelétrica (IB) e a antropometria. A DXA mede três compartimentos corporais: massa gorda, massa corporal magra e massa óssea e é considerada um método de referência válida e de confiança para a avaliação da composição corporal⁴. No entanto, o uso de DXA é limitado em algumas situações, devido ao elevado custo do equipamento, a necessidade de formação de um operador e da falta de portabilidade, as quais dificultam sua aplicação em diversas instalações, incluindo clínicas e centros de saúde privados⁵.

Conseqüentemente, existe uma necessidade de métodos para a mensuração da composição corporal que sejam simples e confiáveis, bem como, menos dispendiosos que a DXA. Nesse sentido, a IB e antropometria se apresentam como métodos mais acessíveis financeiramente, com a vantagem de serem relativamente rápidos para realizar a avaliação e possuírem equipamentos que são facilmente transportados⁶.

A IB é baseada na condução de uma corrente elétrica através do corpo⁷. O mesmo gera uma resistência à passagem desta corrente (impedância) a qual é determinada pelo aparelho. Sabendo que a impedância varia de acordo com o tecido que está sendo mensurado e, sendo a massa magra um bom condutor de energia por possuir alta concentração de água e eletrólitos e a massa gorda um mau condutor de energia, pode-se inferir que a impedância é diretamente proporcional ao percentual de gordura corporal (%GC)⁸.

Referindo-se a antropometria, uma das variáveis muito utilizadas para determinar a gordura corporal são as dobras cutâneas (DCs). A soma das DCs fornece uma estimativa da massa de gordura, e subtraindo-a da massa corporal total, encontra-se a massa corporal magra. Embora seja muito utilizada, o uso das DCs requer cautela em sua aplicação para pessoas com sobrepeso e obesidade, tendo em vista a variabilidade de resultado, devido à limitação de abertura do adipômetro^{9,10}.

Outra alternativa para a avaliação da composição corporal com o uso da antropometria é por meio de equações que utilizam medidas de perímetros, como as equações desenvolvidas por Weltman et al.^{11,12} e que fornecem o %GC.

Portanto, o presente estudo objetiva comparar diferentes técnicas de estimativa de gordura corporal em indivíduos com sobrepeso e obesidade com a DXA como o método de referência para verificar o grau de similaridade entre as diferentes técnicas.

Métodos

Os dados utilizados no grupo de estudo foram extraídos do banco de dados do Laboratório de Cineantropometria (Labcine) do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no qual foram selecionados 78 indivíduos com sobrepeso ou obesidade, sendo 49 mulheres e 29 homens, entre 35 e 68 anos de idade. O presente estudo foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria. (CAEE – 11511112.8.0000.5346).

As variáveis analisadas neste estudo foram: idade cronológica, massa corporal (MC), estatura (EST), índice de massa corporal (IMC), %GC obtido pela DXA, %GC obtido pela IB e pelas equações desenvolvidas por Jackson e Pollock¹³ para homens, Jackson et al.¹⁴ para mulheres (equações de 3 DC) e Weltman et al.^{11,12} (equações de perímetros). As variáveis antropométricas foram coletadas por um único avaliador, mensuradas duas vezes para o cálculo do erro intra-avaliador, utilizando-se os procedimentos descritos pela International Society for the Advancement of Kinanthropometry¹⁵.

A MC foi mensurada com os indivíduos descalços e usando o mínimo de roupa possível, em uma balança de travessão da marca *Arja*[®] com resolução de 0,1 kg; e a EST, com um estadiômetro fixo da marca *Cardiomed*[®], com resolução de 0,1 cm. As DC foram coletadas com um adipômetro da marca *Cescorf*[®], com resolução de 0,1 mm. Para as medidas dos perímetros, utilizou-se uma fita antropométrica da marca *Sanny*[®] com resolução de 0,1 cm.

O IMC de todos os sujeitos foi calculado a partir da divisão da MC (kg) pela EST (m) elevada ao quadrado. Para a classificação dos indivíduos em sobrepeso e obesidade, utilizou-se os valores de IMC entre 25 e 29,9 kg/m² para caracterizar o sobrepeso e IMC a partir de 30 kg/m² para definir a obesidade, conforme indica a OMS¹.

O %GC foi obtido com o uso da DXA (método de referência), por meio de um aparelho da marca Hologic, modelo Discovery W (S/N 84825), bem como, pela IB com o uso de um analisador da composição corporal tetrapolar da marca *Maltron*[®] modelo BF – 906.

Para a avaliação da IB o avaliado, sem qualquer objeto metálico, manteve-se deitado em decúbito dorsal, sobre um material não condutor de eletricidade e por meio de uma corrente elétrica muito baixa foi gerada uma resistência e estimado o %GC. Também foram informadas recomendações a serem seguidas previamente, como o não consumo de grande quantidade de água antes da avaliação, o não consumo de medicamentos diuréticos, bebidas alcoólicas, efervescentes ou energéticas durante as 24 horas precedentes a avaliação, não ter praticado exercícios físicos 12 horas antes da avaliação, ter urinado no mínimo 30 minutos antes da avaliação e realizado a avaliação 2 a 3 horas após a refeição. Tais procedimentos são informações contidas no manual do aparelho da IB.

Na antropometria foram utilizadas as equações de três dobras cutâneas de Jackson e Pollock¹³ para homens e Jackson et al.¹⁴ para mulheres para estimar a densidade corporal:

$$\begin{array}{ll} \text{Homens} & Dc = 1,109380 - 0,0008267 (X2) + 0,0000016 (X2)^2 - 0,0002574 (ID) \\ \text{Mulheres} & Dc = 1,0994921 - 0,0009929 (X1) + 0,0000023 (X1)^2 - 0,0001392 (ID) \end{array}$$

Dc: Densidade corporal (g.mL⁻¹);

X1: somatório das medidas de espessuras das dobras cutâneas tricipital, supra-ilíaca e coxa;

X2: somatório das medidas de espessuras das dobras cutâneas peitoral, abdominal e coxa;

ID: idade em anos completos.

A fórmula de Siri^{16*} e as equações de Weltman et al.^{11,12**} foram utilizadas para determinar o %GC:

$$\%GC^* = [(4,95 / Dc) - 4,50] \times 100$$

$$\text{Homens obesos} \quad \%GC^{**} = 0,31457(\text{abd } C) - 0,10969(\text{MC}) + 10,8336$$

$$\text{Mulheres obesas} \quad \%GC^{**} = 0,11077(\text{abd } C) - 0,17666(\text{EST}) + 0,14354 (\text{MC}) + 51,03301$$

Dc: Densidade corporal (g.mL⁻¹);

Abd C (cm): é a média de circunferência abdominal medida em dois locais: (1) anteriormente, entre o processo xifoide do esterno e o umbigo e, lateralmente, entre a extremidade inferior do gradil costal e as cristas ilíacas; (2) no nível do umbigo;

MC: massa corporal em kg;

EST: estatura em cm.

Foi utilizada a estatística descritiva para a caracterização do grupo de estudo e a normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Kolgomorov-Smirnov. A diferença entre as médias foi verificada através do Teste t pareado. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para determinar o grau de associação entre os métodos avaliativos da composição corporal e o teste de Bland e Altman¹⁷ para verificar a concordância dos resultados, adotando um nível de significância de 5%. Para a realização das análises, utilizou-se o programa estatístico SPSS 14.0.

Resultados

A caracterização do grupo de estudo com os dados de idade, MC, EST, e IMC estão contidos na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização do grupo de estudo, com valores mínimos, máximos, médios e desvio padrão.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média
Idade (anos)	35,0	68,0	52,8 ± 7,0
MC (kg)	60,8	138,9	85,2 ± 15,8
EST (cm)	140,2	191,5	164,1 ± 10,0
IMC (kg/m ²)	25,2	45,4	31,6 ± 4,6

MC: massa corporal em kg; EST: estatura em cm; IMC: índice de massa corporal.

Os valores médios do %GC da IB e das equações de perímetros mostrarem-se próximos ao do método de referência, já os das equações de 3 DC, apresentaram valores mais afastados em relação ao método referência, conforme a descrição da tabela 2.

De acordo com os resultados obtidos na análise dos dados o %GC obtido pelas três técnicas de estimativa apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao valor de referência (DXA).

Tabela 2 – Validação cruzada das equações.

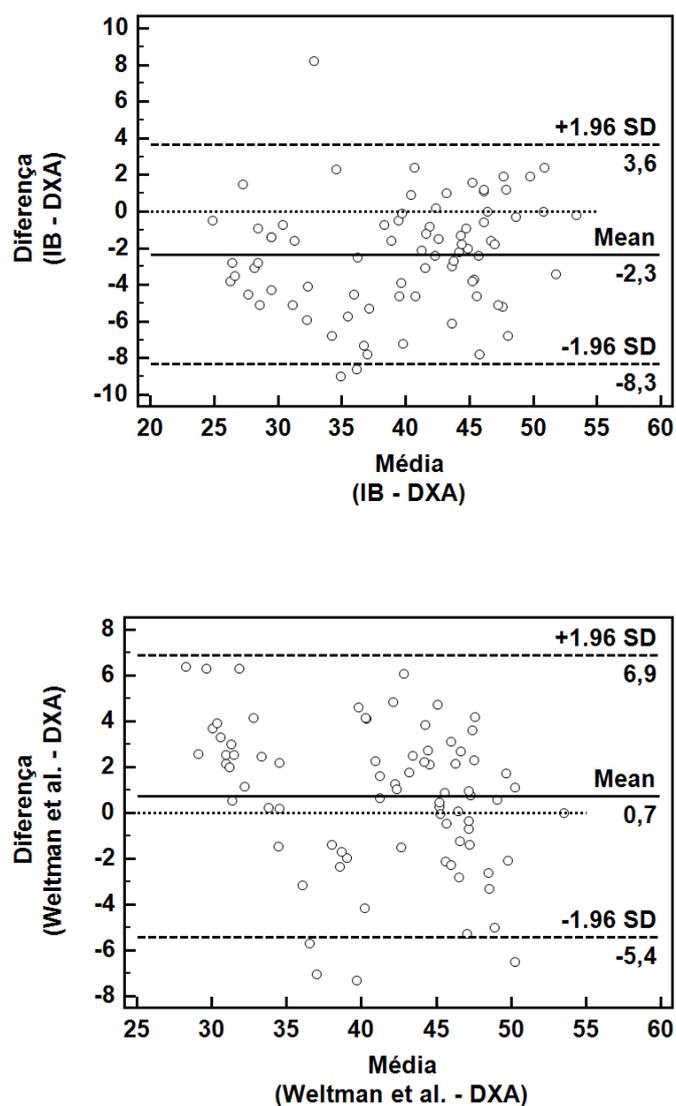
Métodos	Média ± dp	r	r ²	t	p	EPE	EC
DXA	40,8 ± 7,3	-	-	-	-	-	-
Variáveis							
IB	38,5 ± 7,8	0,92	0,846	6,786	0,000	3,05	-2,344
Eq. Perímetros	41,5 ± 6,3	0,90	0,810	-2,066	0,042	2,76	0,735
Eq. 3 DC	34,5 ± 7,7	0,90	0,810	16,529	0,000	3,36	-6,305

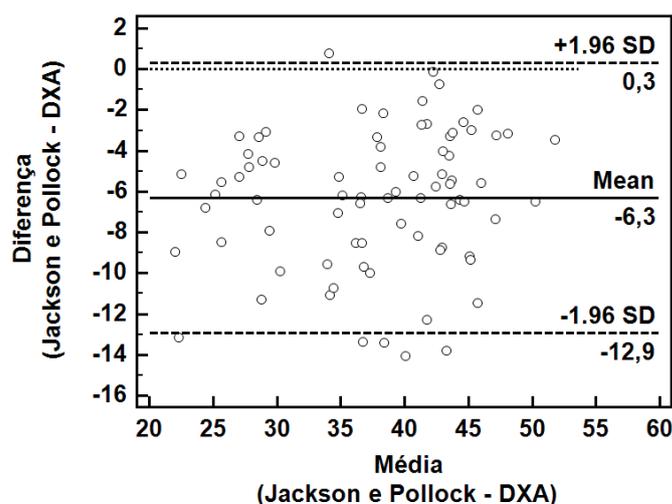
DXA: Absorciometria de raios-X de dupla energia; IB: Impedância Bioelétrica; Eq. Perímetros: Equações de Perímetros; Eq. 3 DC: Equações de 3 dobras cutâneas; r: correlação de *Pearson*; r²: coeficiente de determinação; teste t; p: nível de significância; EPE: erro padrão de estimativa; EC: erro constante.

Ao relacionar os dados de %GC obtidos a partir dos diferentes métodos observou-se elevados valores correlacionais considerando o método de referência. No entanto, para uma melhor análise quanto a utilização das equações, utilizou-se do diagrama de dispersão de Bland e Altman¹⁷ (fig 1, gráficos A, B e C) e foi possível constatar diferentes resultados de concordância entre o método de referência e as técnicas utilizadas, com excelente valor da

média da diferença para as equações de perímetros (0,7), assim como, valores aceitáveis de dispersão com os melhores resultados do intervalo de confiança (6,9 e -5,4). Já os resultados da IB e das equações de 3 DC apresentaram valores com tendência a subestimar o %GC em relação ao método referência, dado os valores de média da diferença.

Figura 1 – Concordância das equações com o método de referência.





No que se refere ao erro padrão de estimativa (EPE) das equações, ressalta-se que não houve, nos valores obtidos, variação maior que 3,36 nas três técnicas de estimativa, representando valores aceitáveis, sendo EPE = 2,76; 3,05 e 3,36, respectivamente para as equações de perímetros, IB e equações de 3 DC.

Diante dos resultados obtidos destaca-se que os valores da IB e os da equação de 3 DC apresentaram maiores discrepâncias em relação ao método referência. Já as equações de perímetros apresentaram os melhores resultados para sua aplicabilidade na população específica deste estudo.

Discussão

O sobrepeso e a obesidade têm recebido considerável atenção devido ao fato de representar ser um grande perigo para a saúde, já que o excesso de gordura corporal contribui significativamente para um maior risco de mortalidade e morbidez, além de elevado risco de desenvolver doenças do sistema cardiovascular.

A estimativa da gordura corporal em indivíduos com excesso de peso apresenta relevância no sentido de monitorizar e identificar riscos à saúde devido à gordura acima do recomendado. Por isso, torna-se de fundamental importância a utilização de técnicas de estimativa de gordura corporal, em especial para os grupos que apresentam sobrepeso ou obesidade.

O foco de investigação do presente estudo foi a determinação da concordância dos resultados de %GC a partir da DXA com os valores da IB, das equações de 3 DC e das equações com perímetros obtidos em indivíduos que apresentavam sobrepeso ou obesidade.

Em estudo realizado por Braulio et al.¹⁸ em 34 mulheres com sobrepeso e obesidade, contou-se que os resultados obtidos pela utilização da IB (analisador tetrapolar Biodynamics Corp., Modelo 310) comparando com a DXA subestimou os valores de %GC em relação ao método de referência, demonstrando similaridade aos resultados obtidos nesse estudo.

Apesar da IB ser uma técnica utilizada para a quantificação da gordura corporal que vem se popularizando, a utilização em uma população de pessoas obesas requer-se cautela, de modo que alguns estudos indicam que as equações do fabricante do aparelho podem superestimar o tecido magro e subestimar a gordura em indivíduos obesos^{19,20,21}. Além disso, as equações desenvolvidas para estimar a massa magra na população saudável através da IB provavelmente não são válidas para avaliar a gordura corporal pela subtração da massa magra estimada da massa corporal total²².

Em relação ao uso da técnica por DC, em estudo desenvolvido por Fett et al.²³ foi realizada uma comparação entre os métodos de IB e antropometria [equação de três dobras cutâneas para estimativa da densidade corporal de Pollock et al.¹³ e equação para %GC de Siri¹⁶] em 43 mulheres com sobrepeso e obesidade, constatando correlação significativa entre o %GC obtido a partir dos diferentes métodos. Da mesma forma, em outro estudo conduzido por Fett et al.²⁴, utilizando os mesmos métodos da pesquisa anterior em mulheres dentro da normalidade à obesidade grau III, com idades entre os 18 e 64 anos, constatou-se que a antropometria teve resultado estatisticamente igual ao da IB para estimativa da composição corporal, demonstrando diferentes resultados aos encontrados neste estudo.

Apesar da técnica por DC ser usada para validar a estimativa do %GC em indivíduos de variadas idades e diversificados grupos étnicos, devido à proporcionalidade da gordura corporal total com a gordura corporal subcutânea²⁵, a utilização na população de sobrepesos e obesos pode tornar-se restrita em função da gordura subcutânea não ser facilmente separada do músculo, além de uma possível limitação na abertura do compasso de dobras cutâneas, podendo aumentar a margem de erro da medida²⁶, ressaltando a subestimação do valor de %GC obtido em relação ao método de referência utilizado nesta pesquisa.

Outro foco do presente estudo foi a utilização de equações antropométricas que fazem uso dos perímetros. De acordo com estudo realizado por Minderico et al.²⁷, observou-se que a equação de Weltman et al.¹² desenvolvida para mulheres em comparação com a DXA apresentou valores médios de %GC aproximados, com pequena tendência a subestimação (EC=1,9), ao passo que no presente estudo verificou-se ainda uma maior proximidade nos valores médios de %GC (EC=0,7).

Estabelecendo uma análise por meio da correlação entre as técnicas testadas e o método de referência utilizado no presente estudo, observaram-se excelentes valores correlacionais (0,90 a 0,92). No entanto para uma melhor análise dos resultados, utilizou-se o diagrama de dispersão de Bland e Altman¹⁷ em que se pôde observar um melhor valor de média da diferença para as equações de perímetros (0,7%), seguido da IB (-2,3%) e das equações de 3 DC (-6,3%). Já os valores de intervalo de confiança mostraram-se distintos entre as técnicas utilizadas, com uma maior variação para as equações de 3 DC (0,3% a -12,9%) e resultado satisfatório nas equações de perímetros (6,9% a -5,4%).

Ressalta-se que a estimativa da gordura corporal com a utilização de perímetros, como as equações desenvolvidas por Weltman et al.^{11,12}, que foram realizadas especificamente para a população de obesos, além de apresentarem maior facilidade em sua mensuração em relação aos outros métodos, apresentou elevada correlação e concordância com o método referência.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, constatou-se que as técnicas utilizadas nesse estudo apresentaram excelente correlação, porém distintos valores de concordância quando comparadas com o método referência, com destaque para as equações de perímetros, que demonstraram melhores resultados. Com isso, ressalta-se a praticidade e baixo custo na utilização destas equações de perímetros e a sua boa aplicabilidade em indivíduos com sobrepeso e obesidade.

Referências

1. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en>. Acessado em 30 de setembro de 2012.
2. Okosun IS, Chandra KM, Choi S, Christman J, Dever GE, Prewitt TE. Hypertension and type 2 diabetes comorbidity in adults in the United States: risk of overall and regional adiposity. *Obes Res.* 2001;9(1):1-9.
3. Rader DJ. Effect of insulin resistance, dyslipidemia, and intra-abdominal adiposity on the development of cardiovascular disease and diabetes mellitus. *Am J Med.* 2007;120(3 Suppl 1):S12-8.

4. Prior BM, Cureton KJ, Modlesky CM, Evans EM, Sloniger MA, Saunders M, et al. In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. *J Appl Physiol.* 1985;83(2):623-30.
5. Thomson R, Brinkworth GD, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM. Good agreement between bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating changes in body composition during weight loss in overweight young women. *Clin Nutr.* 2007;26(6):771-7.
6. King S, Wilson J, Kotsimbos T, Bailey M, Nyulasi I. Body composition assessment in adults with cystic fibrosis: comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with skinfolds and bioelectrical impedance analysis. *Nutrition.* 2005;21(11-12):1087-94.
7. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr.* 1987;46(4):537-56.
8. Wagner DR, Heyward VH. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. *Res Q Exerc Sport.* 1999;70(2):135-49.
9. Duren DL, Sherwood RJ, Czerwinski SA, Lee M, Choh AC, Siervogel RM, et al. Body composition methods: comparisons and interpretation. *J Diabetes Sci Technol.* 2008;2(6):1139-46.
10. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol.* 2006;51(13):20.
11. Weltman A, Seip RL, Tran ZV. Practical assessment of body composition in adult obese males. *Hum Biol.* 1987;59(3):523-55.
12. Weltman A, Levine S, Seip RL, Tran ZV. Accurate assessment of body composition in obese females. *Am J Clin Nutr.* 1988;48(5):1179-83.
13. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12(3):175-81.
14. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40(3):497-502.
15. Stewart, A.; Marfell-Jones, M.; Olds, T.; Ridder, H. International Standards for Anthropometric Assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2011.
16. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition.* 1993;9(5):480-91.
17. Bland JM, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The lancet.* 1986;327(8476):307-10.

18. Braulio VB, Furtado VCS, Silveira MdG, Fonseca MH, Oliveira JE. Comparison of body composition methods in overweight and obese Brazilian women. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 2010;54(4):398-405.
19. Gray DS, Bray GA, Gemayel N, Kaplan K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr*. 1989;50(2):255-60.
20. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr*. 1988;47(1):7-14.
21. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr*. 1991;65(2):105-14.
22. Panotopoulos G, Ruiz JC, Guy-Grand B, Basdevant A. Dual x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance, and near infrared interactance in obese women. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(4):665-70.
23. Fett CA, Fett WCR, Oyama SR, Marchini JS. Composição corporal e somatótipo de mulheres com sobrepeso e obesas pré e pós-treinamento em circuito ou caminhada. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2006;12:45-50.
24. Fett CA, Fett WCR, Marchini JS. Comparação entre bioimpedância e antropometria e a relação de índices corporais ao gasto energético de repouso e marcadores bioquímicos sanguíneos em mulheres da normalidade à obesidade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2006;8(1):29-36.
25. Stolarczyk LM, Heyward VH. Assessing body composition of adults with diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 1999;1(3):289-96.
26. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body-composition. *Physician and Sportsmedicine*. 1985;13(5):76.
27. Minderico CS, Silva AM, Keller K, Branco TL, Martins SS, Palmeira AL, et al. Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. *Br J Nutr*. 2008;99(2):432-41.

DISCUSSÃO

O sobrepeso e a obesidade têm recebido considerável atenção devido ao fato de representar ser um grande perigo para a saúde, já que o excesso de gordura corporal contribui significativamente para um maior risco de mortalidade e morbidez, além de elevado risco de desenvolver doenças do sistema cardiovascular. Com isso, ressalta-se a importância da utilização de métodos de estimativa da gordura corporal para o auxílio no diagnóstico do sobrepeso e obesidade, assim como, possíveis associações com as doenças crônicas não transmissíveis (JAMES, 2008).

Nem todos os métodos são adequados para a utilização em grandes amostras populacionais ou em condições de campo. Isso se justifica ou pelo equipamento não ser transportável ou o método ser dispendioso financeiramente ou ainda ao ser utilizado em larga escala apresentar-se demasiado demorado em sua avaliação.

A estimativa da gordura corporal apresenta relevância no sentido de monitorizar e identificar riscos à saúde devido à gordura acima do recomendado. Por isso, torna-se de fundamental importância a utilização de técnicas de estimativa de gordura corporal, em especial para os grupos que apresentam sobrepeso ou obesidade.

Considerando avaliações de campo, existe uma série de métodos disponíveis, por exemplo, dobras cutâneas, impedância bioelétrica ou a utilização do IMC e circunferências para prever o %GC. Estes métodos dependem de relações estatísticas entre os parâmetros mensuráveis e um método de referência, normalmente por técnicas densitométricas, como pesagem hidrostática e pletismografia ou técnicas por imagem, como a DXA. É claro que a precisão destes métodos é menor em comparação com os métodos laboratoriais, porém apresentam a vantagem de serem mais baratos e também portáteis (DEURENBERG; YAP, 1999).

Entretanto, a utilização de alguns métodos de campo torna-se dificultada na aplicação a indivíduos com sobrepeso ou obesidade devido às limitações dos equipamentos utilizados e as características dos métodos no uso específico a essa população (DAS, 2005)

Já a DXA é considerada o padrão de referência para a avaliação da composição corporal em indivíduos que apresentam obesidade (HIND et al., 2011).

Pode ser observado no artigo 1 que as equações antropométricas utilizadas foram desenvolvidas com a finalidade de serem estimadores de %GC que utilizam dados

considerados simples, de fácil coleta, que apresentam elevada praticidade em sua utilização e podem ser de grande utilidade na estimativa da gordura corporal, sobretudo em indivíduos com sobrepeso e obesidade. Essas equações além de terem sido validadas, foram desenvolvidas com base em elevado número de sujeitos adultos avaliados, com ampla faixa etária e utilizando como métodos de referência a pesagem hidrostática nos estudos de Deurenberg et al. (1991), Lean et al. (1996) e a pletismografia no estudo desenvolvido por Gómez-Ambrosi et al. (2012).

No artigo 2 utilizou-se de diferentes técnicas de estimativa do %GC, como a IB, as equações de 3 DC e as equações com perímetros para a comparação com o método critério, todas com diferentes características na sua utilização quando aplicadas ao grupo de estudo em questão. No caso da IB, apesar de ser uma técnica utilizada para a quantificação da gordura corporal que vem se popularizando, a utilização em uma população de pessoas obesas requer-se cautela, de modo que alguns estudos indicam que as equações do fabricante do aparelho podem superestimar o tecido magro e subestimar a gordura em indivíduos obesos (GRAY et al., 1989; SEGAL et al., 1988; DEUREMBERG et al. 1991).

Já a técnica por DC poder ser usada para validar a estimativa do %GC em indivíduos de variadas idades e diversificados grupos étnicos, devido à proporcionalidade da gordura corporal total com a gordura corporal subcutânea (STOLARCZYK; HEYWARD, 1999), a utilização na população de sobrepesos e obesos pode tornar-se restrita em função da gordura subcutânea não ser facilmente separada do músculo, além de uma possível limitação na abertura do compasso de dobras cutâneas, podendo aumentar a margem de erro da medida (JACKSON; POLLOCK, 1985).

Outras equações antropométricas utilizadas na determinação do %GC foram as que usam os perímetros, como as elaboradas por Weltman et al. (1987, 1988) e que foram desenvolvidas especificamente para indivíduos obesos, tendo como método de referência para sua validação a pesagem hidrostática.

Sendo o principal enfoque desta dissertação o de realizar uma comparação entre os diferentes métodos de estimativa da %GC com a DXA (método critério) em indivíduos com sobrepeso ou obesidade, foi possível observar elevados coeficientes de correlação de todos os métodos utilizados com o método critério. Conforme resultados do artigo 1 as equações desenvolvidas Deurenberg et al. (1991) e Lean et al. (1996) e Gómez-Ambrosi et al. (2012) (CUN-BAE) apresentaram um valor correlacional que variou de 0,86 a 0,90. Tais resultados corroboram com os estudos correlacionais realizados com outros métodos de referência,

publicados por Galvão-Pereira et al. (2013), Castro et al. (2012) e Fuster-Parra et al. (2015) em que demonstraram resultados semelhantes de correlação.

Da mesma forma, no artigo 2 observou-se valores correlacionais que variaram de 0,90 a 0,92, na comparação da IB, equações de 3 DC e equações de perímetros com o método de referência, assim como nos estudos desenvolvidos por Braulio et al. (2010), Fett et al. (2006) e Minderico et al. (2008) que também apresentaram elevados valores de correlação.

Embora os coeficientes de correlação elevados indiquem boa concordância relativa, a análise de correlação por si só não é suficiente para verificar o grau de coincidência entre os resultados das equações e os da DXA. Portanto, para uma melhor análise quanto à utilidade das equações, utilizou-se o diagrama de dispersão de Bland e Altman (1986).

Através dessa análise, de acordo com o artigo 1 constatou-se resultados de concordância considerados muito bons entre as equações antropométricas, com excelentes valores da média da diferença, variando de -0,4% a 0,1% entre as equações e o método critério, assim como, satisfatórios resultados do intervalo de confiança, com variação de 6% a -7,8%, com destaque para a equação CUN-BAE.

Já no artigo 2 observou-se um melhor valor de média da diferença para as equações de perímetros (0,7%), seguido da IB (-2,3%) e das equações de 3 DC (-6,3%). Enquanto que os valores de intervalo de confiança mostraram-se distintos entre as técnicas utilizadas, com uma maior variação para as equações de 3 DC (0,3% a -12,9%) e resultado satisfatório nas equações de perímetros (6,9% a -5,4%).

Ressalta-se de acordo com os resultados que a estimativa da gordura corporal com a utilização de perímetros através das equações desenvolvidas por Weltman et al. (1987, 1988), e a equação CUN-BAE desenvolvida por Gómez-Ambrosi et al. (2012), além de apresentarem grande facilidade em sua mensuração, demonstraram também elevada correlação e concordância com o método referência, conferindo excelentes opções para a estimativa do %GC em indivíduos com sobrepeso e obesidade.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nesta dissertação, conclui-se que dentre todos os métodos avaliados as equações antropométricas desenvolvidas por Gómez-Ambrosi et al. (2012) (CUN-BAE) e as equações de perímetros desenvolvidas por Weltman et al. (1987, 1988) apresentaram os melhores resultados, demonstrando boa reprodutibilidade e utilidade na estimativa do %GC de indivíduos com sobrepeso e obesidade.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Manual do ACMS para avaliação da aptidão física relacionada à saúde**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ARONNE, L. J.; NELINSON, D. S.; LILLO, J. L. Obesity as a disease state: a new paradigm for diagnosis and treatment. **Clin Cornerstone**, v.9, n.4, p. 9-25, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. **Diretrizes brasileiras de obesidade 2009/2010/ ABESO**. 3.ed. Itapevi, SP: AC Farmacêutica, 2009.

BATISTA FILHO, M.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cadernos de Saúde Pública**, v.19, p. S181-S191, 2003.

BERGMAN, R. N.; STEFANOVSKI, D.; BUCHANAN, T. A.; SUMNER, A. E.; REYNOLDS, J. C.; SEBRING, N. G.; XIANG, A. H.; WATANABE, R. M. A better index of body adiposity. **Obesity**, v.19, n.5, p. 1083-9, 2011.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v.1, n.8476, p. 307-10, 1986.

BRAULIO, V. B.; FURTADO, V. C. S.; SILVEIRA, M. D. G.; FONSECA, M. H.; OLIVEIRA, J. E. Comparison of body composition methods in overweight and obese Brazilian women. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v.54, n.4, p. 398-405, 2010.

CASTRO, E.; LIMA, L.; AMARAL, J.; CERQUEIRA, M.; DOIMO, L. Comparação entre equações estimativas e DXA para avaliação da gordura corporal em mulheres não sedentárias. **Motricidade**, v.8, n.Supl. 2, p. 348-356, 2012.

DAS, S. K. Body composition measurement in severe obesity. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v.8, n.6, p. 602-6, 2005.

DEURENBERG, P.; WESTSTRATE, J. A.; SEIDELL, J. C. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. **Br J Nutr**, v.65, n.2, p. 105-14, 1991.

DEURENBERG, P.; YAP, M. The assessment of obesity: methods for measuring body fat and global prevalence of obesity. **Baillieres Best Pract Res Clin Endocrinol Metab**, v.13, n.1, p. 1-11, 1999.

DUREN, D. L.; SHERWOOD, R. J.; CZERWINSKI, S. A.; LEE, M.; CHOH, A. C.; SIERVOGEL, R. M.; CAMERON CHUMLEA, W. Body composition methods: comparisons and interpretation. **J Diabetes Sci Technol**, v.2, n.6, p. 1139-46, 2008.

FETT, C. A.; FETT, W. C. R.; OYAMA, S. R.; MARCHINI, J. S. Composição corporal e somatótipo de mulheres com sobrepeso e obesas pré e pós-treinamento em circuito ou caminhada. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.12, p. 45-50, 2006b.

FUSTER-PARRA, P.; BENNASAR-VENY, M.; TAULER, P.; YAÑEZ, A.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, A. A.; AGUILÓ, A. A Comparison between Multiple Regression Models and CUN-BAE Equation to Predict Body Fat in Adults. **PLoS ONE**, v.10, n.3, p. e0122291, 2015.

GALVAO-PEREIRA, P. M.; ALCANTARA-SILVA, G.; LIMA-SILVA, A. E.; LIMA, D. W.; GERALDES, A. A. R. Validação cruzada entre o percentual de gordura mensurado pela absorptometria radiológica de dupla energia e a equação de Deurenberg em idosas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v.16, p. 681-689, 2013.

GUEDES, D. P. **Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários**. UFSM, Santa Maria, 1985.

GUEDES, D. P., GUEDES, J.E.R.P. **Manual prático para avaliação em educação física**. Barueri: Manole, 2006.

GOMEZ-AMBROSI, J.; SILVA, C.; CATALAN, V.; RODRIGUEZ, A.; GALOFRE, J. C.; ESCALADA, J.; VALENTI, V.; ROTELLAR, F.; ROMERO, S.; RAMIREZ, B.; SALVADOR, J.; FRUHBECK, G. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. **Diabetes Care**, v.35, n.2, p. 383-8, 2012.

GRAY, D. S.; BRAY, G. A.; GEMAYEL, N.; KAPLAN, K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. **Am J Clin Nutr**, v.50, n.2, p. 255-60, 1989.

GUDIVAKA, R.; SCHOELLER, D. A.; KUSHNER, R. F.; BOLT, M. J. Single- and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. **J Appl Physiol**, v.87, n.3, p. 1087-96, 1985.

HEYWARD, V. H. **Avaliação Física e Prescrição de Exercícios: técnicas avançadas**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

HIND, K.; OLDROYD, B.; TRUSCOTT, J. G. In vivo precision of the GE Lunar iDXA densitometer for the measurement of total body composition and fat distribution in adults. **Eur J Clin Nutr**, v.65, n.1, p. 140-2, 2011.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br J Nutr**, v.40, n.3, p. 497-504, 1978.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Practical assessment of body-composition. **Physician and Sportsmedicine**, v.13, n.5, p. 76-&, 1985.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Med Sci Sports Exerc**, v.12, n.3, p. 175-81, 1980.

JAFFRIN, M. Y. Body composition determination by bioimpedance: an update. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v.12, n.5, p. 482-6, 2009.

JAMES, W. P. The epidemiology of obesity: the size of the problem. **J Intern Med**, v.263, n.4, p. 336-52, 2008.

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. **Am J Clin Nutr**, v.57, n.3, p. 323-6, 1993.

KEITH, S. W.; REDDEN, D. T.; KATZMARZYK, P. T.; BOGGIANO, M. M.; HANLON, E. C.; BENCA, R. M.; RUDEN, D.; PIETROBELLI, A.; BARGER, J. L.; FONTAINE, K. R.; WANG, C.; ARONNE, L. J.; WRIGHT, S. M.; BASKIN, M.; DHURANDHAR, N. V.; LIJOI, M. C.; GRILO, C. M.; DELUCA, M.; WESTFALL, A. O.; ALLISON, D. B. Putative contributors to the secular increase in obesity: exploring the roads less traveled. **Int J Obes**, v.30, n.11, p. 1585-94, 2006.

LEAN, M. E.; HAN, T. S.; DEURENBERG, P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. **Am J Clin Nutr**, v.63, n.1, p. 4-14, 1996.

LUKASKI, H. C. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. **Am J Clin Nutr**, v.46, n.4, p. 537-56, 1987.

MATTSSON, S.; THOMAS, B. J. Development of methods for body composition studies. **Phys Med Biol**, v.51, n.13, p. 20, 2006.

MINDERICO, C. S.; SILVA, A. M.; KELLER, K.; BRANCO, T. L.; MARTINS, S. S.; PALMEIRA, A. L.; BARATA, J. T.; CARNERO, E. A.; ROCHA, P. M.; TEIXEIRA, P. J.; SARDINHA, L. B. Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. **Br J Nutr**, v.99, n.2, p. 432-41, 2008.

NGUYEN, D. M.; EL-SERAG, H. B. **The Epidemiology of Obesity**: Gastroenterol Clin North Am. 2010 Mar;39(1):1-7. doi:10.1016/j.gtc.2009.12.014.

PETROSKI, E. L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos**. UFSM, Santa Maria, 1995.

PETROSKI, E. L. **Antropometria - técnicas e padronizações**. Jundiaí: Editora Fontoura, 2011. 208 p.

POPKIN, B. M.; DOAK, C. M. The obesity epidemic is a worldwide phenomenon. **Nutr Rev**, v.56, n.4 Pt 1, p. 106-14, 1998.

PRENTICE, A. M. The emerging epidemic of obesity in developing countries. **Int J Epidemiol**, v.35, n.1, p. 93-9, 2006.

REZENDE, F.; ROSADO, L.; FRANCESCHINI, S.; ROSADO, G.; RIBEIRO, R.; BOUZAS MARINS, J. C. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.57, p. 327-334, 2007.

SEGAL, K. R.; VAN LOAN, M.; FITZGERALD, P. I.; HODGDON, J. A.; VAN ITALLIE, T. B. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. **Am J Clin Nutr**, v.47, n.1, p. 7-14, 1988.

STEWART, A.; MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; RIDDER, H. D. **International Standards for Anthropometric Assessment** Nova Zelândia: The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK), 2011.

STOLARCZYK, L. M.; HEYWARD, V. H. Assessing body composition of adults with diabetes. **Diabetes Technol Ther**, v.1, n.3, p. 289-96, 1999.

SVENDSEN, O. L.; HASSAGER, C.; BERGMANN, I.; CHRISTIANSEN, C. Measurement of abdominal and intra-abdominal fat in postmenopausal women by dual energy X-ray absorptiometry and anthropometry: comparison with computerized tomography. **Int J Obes Relat Metab Disord**, v.17, n.1, p. 45-51, 1993.

WAGNER, D. R.; HEYWARD, V. H. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. **Res Q Exerc Sport**, v.70, n.2, p. 135-49, 1999.

WANG, Z. M.; PIERSON, R. N., JR.; HEYMSFIELD, S. B. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. **Am J Clin Nutr**, v.56, n.1, p. 19-28, 1992.

WELTMAN, A.; LEVINE, S.; SEIP, R. L.; TRAN, Z. V. Accurate assessment of body composition in obese females. **Am J Clin Nutr**, v.48, n.5, p. 1179-83, 1988.

WELTMAN, A.; SEIP, R. L.; TRAN, Z. V. Practical assessment of body composition in adult obese males. **Hum Biol**, v.59, n.3, p. 523-55, 1987.

WILMORE, J. H.; BEHNKE, A. R. An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men. **J Appl Physiol**, v.27, p. 25-31, 1969.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity and overweight. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en>. Acessado em 30 de setembro de 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. **Lancet**, v. 363, n. 9403, p. 157-63, 2004.

WYATT, H. R. The prevalence of obesity. **Prim Care**, v.30, n.2, p. 267-79, 2003.

APÊNDICES

Apêndice A – Protocolos de medidas antropométricas

- *Massa Corporal*: foi determinada com uma balança de travessão da marca Arja, com resolução de 0,1kg. O avaliado descalço e usando roupas leves, posicionava-se em pé no centro da plataforma de costas para a escala com o olhar fixo em um ponto a frente, de modo a evitar oscilações na leitura (STEWART et al., 2011).
- *Estatuta Corporal*: foi verificada a partir da distância compreendida entre a planta dos pés e o vértex da cabeça (ponto mais alto). Utilizou-se um estadiômetro fixo Cardiomed, com resolução de 0,1cm e alcance máximo de 220cm, estando o avaliado de costas para a escala com os pés, a cintura pélvica, a cintura escapular encostados na mesma, em apnéia inspiratória. A cabeça, quando posicionada no plano de Frankfurt, não necessita estar em contato com o aparelho (STEWART et al., 2011).
- *Perímetro do Abdômen*: o sujeito deverá estar de pé, com o abdômen relaxado e os braços cruzados sobre o tórax. O avaliador deverá estar na frente do indivíduo. A fita métrica é colocada horizontalmente em volta do abdômen do sujeito, sobre a cicatriz umbilical (PETROSKI, 2011).
- *Perímetro do Abdômen ponto médio*: medida realizada com o indivíduo em pé. O avaliador deverá posicionar-se na frente do avaliado. A fita antropométrica é posicionada, anteriormente, entre o processo xifóide do esterno e o umbigo e, lateralmente, entre a extremidade inferior do gradil costal e as cristas ilíacas (WILMORE; BEHNKE, 1969).
- *Dobra Cutânea Tricipital*: essa dobra é destacada na linha marcada posteriormente no ponto médio entre o acrômio e a cabeça do rádio. A dobra é vertical e paralela à linha do membro superior, em cima do músculo tríceps. Durante as medidas, o braço deve estar relaxado e a articulação do ombro levemente rodada medialmente, com o cotovelo estendido ao lado do corpo (STEWART et al., 2011).

- *Dobra Cutânea Supra-iliaca:* a dobra cutânea é marcada imediatamente acima da crista ilíaca, na linha ilioaxilar. Com os dedos alinhados da mão esquerda na crista ilíaca, faça pressão para dentro, de maneira que os dedos rolem sobre a crista ilíaca (STEWART et al., 2011).
- *Dobra Cutânea Peitoral:* no sexo masculino, é medida no sentido oblíquo ao eixo longitudinal do corpo, no ponto médio entre a prega axilar anterior e o mamilo. No sexo feminino, foi mensurada também no sentido oblíquo a 3 cm da prega axilar anterior, estando os braços livres ao longo do corpo (STEWART et al., 2011).
- *Dobra Cutânea Abdominal:* essa é uma dobra vertical destacada a 5 cm (aproximadamente na linha média do ventre do músculo abdominal) do lado direito do ônfalo (ponto médio do umbigo) (STEWART et al., 2011).
- *Dobra Cutânea da Coxa:* a marcação do ponto anatômico é feita no ponto médio da distancia entre a dobra inguinal e a borda superior da patela com o joelho flexionado em ângulo reto, colocando o pé direito sobre uma caixa ou sentado. A medida de dobra cutânea é feita com o avaliado sentado com o joelho estendido (STEWART et al., 2011).

Apêndice B – Orientações para avaliação

PREPARAÇÃO PARA AVALIAÇÃO



É necessário seguir corretamente as normas listadas abaixo antes de realizar as avaliações.

- **Mulheres** – o melhor período para a mulher ser avaliada é no meio do ciclo menstrual onde a retenção hídrica é menor;
- **Hidratação** – não consumir uma quantidade grande de água antes da avaliação;
- **Desidratação** – avaliações em níveis de água raramente baixos podem alterar a leitura;
- **Medicação** – alguns medicamentos como diuréticos podem alterar os resultados;
- **Exercícios** – não se deve praticar exercícios físicos durante as 12 horas precedente à avaliação. Exercícios físicos alteram a quantidade de água no organismo;
- **Álcool** – não ingerir bebidas alcoólicas durante as 24 horas precedentes à avaliação. O álcool é diurético.
- **Café/chá** – não ingerir café, chás, bebidas efervescentes ou bebidas energéticas durante as 24 horas precedentes à avaliação. A maioria dessas bebidas são diuréticas, reduzindo a quantidade de água corporal.
- **Alimentação** – faça a avaliação 2 a 3 horas após a refeição.
- **Urinar** – urinar no mínimo até 30 minutos antes da avaliação.

Obs.: Trazer para a avaliação bermuda (homens), short e top (mulheres)

Laboratório de Cineantropometria – CEFD – UFSM – Sala 1028

Fone: (55) 3220-8875

Apêndice C – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: **Determinação e concordância dos componentes da composição corporal obtidos a partir de diferentes métodos avaliativos**

Pesquisadora responsável: Silvana Corrêa Matheus

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria/CEFD

Telefone para contato: (55) 32208875 E-mail: silvanamatheus@gmail.com

Local da coleta de dados: Laboratório de Cineantropometria

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma.

Descrição da pesquisa: O objetivo deste estudo é analisar a composição corporal de distintos segmentos da população da cidade de Santa Maria, RS obtida a partir da Pesagem Hidrostática (pesagem dentro d'água), Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA) Bioimpedância Elétrica (analisador de composição corporal) e Antropometria. Sua participação constará em preenchimento de questionários, de pesagens dentro d'água, medidas antropométricas (peso, estatura, diâmetros ósseos, perímetros corporais e dobras cutâneas), bioimpedância elétrica e um exame de densitometria (DEXA). A pesagem será feita a partir de uma balança (Filizola) fixa a uma estrutura sobre um tanque específico para a mensuração do peso subaquático, também presa a balança encontra-se uma cadeira própria para a pesagem, na qual você deve sentar e uma vez em expiração máxima, afundar a cabeça permanecendo submerso por alguns segundos para que possa ser feito o registro do peso. As medidas antropométricas serão feitas a partir de instrumentos adequados (paquímetro, fita métrica, compasso de dobras cutâneas, estadiômetro). A bioimpedância elétrica será realizada através de um analisador da composição corporal (Maltron – BF 906). Você deverá estar deitado em decúbito dorsal, numa posição confortável, sobre um material não condutor de eletricidade com os braços e as pernas separados, não havendo contato com o tronco. Serão empregados quatro eletrodos, dois localizados na mão e dois localizados no pé, todos do lado direito do corpo. A DEXA será realizada em clínica especializada em densitometria. Para a coleta das informações, você será posicionado em decúbito dorsal sobre a superfície do próprio aparelho, em que o braço do *scanner* desliza sobre o seu corpo, a uma distância de 80 cm e de maneira retilínea, realizando o rastreamento a partir da cabeça até os pés. Seus dados ficarão arquivados no Laboratório de Cineantropometria CEFD/UFSM, sob responsabilidade da Prof^a. Silvana Corrêa Matheus, e alimentarão um banco de dados para consultas futuras e posteriores utilizações em pesquisas científicas.

➤ Especificação de riscos e desconforto: Questionários: Você poderá sentir-se cansado durante a leitura e preenchimento dos questionários, tendo que relembrar acontecimentos passados. Pesagem hidrostática: durante esse procedimento você corre o risco de ingerir água e sentir-se cansado e com vertigens pela expiração máxima. Antropometria: você poderá ficar com hematomas superficiais devido ao pinçamento das dobras cutâneas, assemelhando-se a um leve beliscão. Bioimpedância elétrica: você poderá sentir-se ansioso(a) aumentando os batimentos cardíacos em função do uso de eletrodos. DEXA: durante esse procedimento há o risco de você estar exposto a radiação.

- **Benefício:** Ao final dos procedimentos você receberá um informativo com os resultados de sua composição corporal e dos questionários.
- **Garantia de acesso:** Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis e aos dados da pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas.
- **Garantia de sigilo:** Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei ou por sua solicitação, somente o pesquisador e a equipe do estudo, terão acesso a suas informações.
- **Desistência:** Você pode abandonar o estudo a qualquer tempo de acordo com sua vontade, sem qualquer tipo de prejuízo ou punição.

Consentimento da participação da pessoa como sujeito

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo **Determinação e concordância dos componentes da composição corporal obtidos a partir de diferentes métodos avaliativos**, como sujeito. Fui suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim. Eu discuti com o Prof^a. Silvana Corrêa Matheus ou com algum membro da equipe sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu acompanhamento/ assistência/tratamento neste serviço.

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

Santa Maria, _____ de _____ de 201____.

Sujeito ou Responsável

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

Santa Maria, _____ de _____ de 201____.

Pesquisadora Responsável

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM - Cidade Universitária - Bairro Camobi, Av. Roraima, nº1000 - CEP: 97.105.900 Santa Maria – RS. Telefone: (55) 3220-9362 – Fax: (55)3220-8009 Email: comiteeticapesquisa@smail.ufsm.br. Web: www.ufsm.br/cep