

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

**Guilherme Adroaldo Pereira**

**ACURÁCIA DE DIFERENTES INDICADORES PARA AVALIAR O  
ESTADO NUTRICIONAL DE ADULTOS**

**Santa Maria, RS  
2016**

**Guilherme Adroaldo Pereira**

**ACURÁCIA DE DIFERENTES INDICADORES PARA AVALIAR O ESTADO  
NUTRICIONAL DE ADULTOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Educação Física**.

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Silvana Corrêa Matheus**

**Santa Maria, RS  
2016**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Pereira, Guilherme Adroaldo  
ACURÁCIA DE DIFERENTES INDICADORES PARA AVALIAR O  
ESTADO NUTRICIONAL DE ADULTOS / Guilherme Adroaldo  
Pereira.- 2016.  
70 p.; 30 cm

Orientadora: Silvana Corrêa Matheus  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Educação Física e desportos, Programa de  
Pós-Graduação em Educação Física, RS, 2016

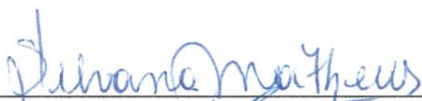
1. Composição Corporal 2. Métodos de Avaliação 3.  
Antropometria 4. Pesagem Hidrostática I. Matheus ,  
Silvana Corrêa II. Título.

Guilherme Adroaldo Pereira


**ACURÁCIA DE DIFERENTES INDICADORES PARA AVALIAR O ESTADO  
NUTRICIONAL DE ADULTOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Educação Física**.

**Aprovado em 16 de Dezembro de 2016:**

  
\_\_\_\_\_  
**Silvana Corrêa Matheus, Dra. (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
**Fernando Copetti, Dr. (UFSM)**

  
\_\_\_\_\_  
**Cristina Machado Bragança de Moraes, Dra. (UNIFRA)**

Santa Maria, RS  
2016

*Precisamos dar um sentido humano às nossas construções. E, quando o amor ao dinheiro, ao sucesso nos estiver deixando cegos, saibamos fazer pausas para olhar os lírios do campo e as aves do céu.*

*(Érico Veríssimo)*

## RESUMO

### ACURÁCIA DE DIFERENTES INDICADORES PARA AVALIAR O ESTADO NUTRICIONAL DE ADULTOS

AUTOR: Guilherme Adroaldo Pereira  
ORIENTADORA: Silvana Corrêa Matheus

O presente estudo teve como objetivo analisar a acurácia de diferentes indicadores do estado nutricional de adultos, de ambos os sexos, tendo como método de referência a pesagem hidrostática (PH). Foram investigados 280 sujeitos (210 homens e 70 mulheres), com idade entre 17 e 48 anos, dos quais se analisou os resultados de percentual de gordura corporal (%GC) obtidos através do *Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator* (CUN-BAE), do índice de adiposidade corporal (IAC), das equações de estimativa a partir de dobras cutâneas (E-DC) e da impedância bioelétrica (IB). Também foram analisados os resultados do Índice de Massa Corporal (IMC), do novo Índice de Massa Corporal (IMC<sup>2.5</sup>), do Índice de Massa Gorda (IMG) e do Índice de Massa Corporal ajustado pela Massa Gorda (IMC<sub>gordura</sub>), todas as análises tendo como método de referência a PH. Os resultados indicaram que não foram observadas diferenças significativas entre as medidas de %GC dos indicadores E-DC e IB e a PH para o grupo masculino, no entanto, para o grupo feminino, apesar das análises indicarem concordância, os valores de %GC apresentaram-se estatisticamente diferentes dos obtidos com o método de referência. O IAC apresentou erro de estimativa aceitável ao avaliar o grupo feminino e o CUN-BAE apresentou tendência de superestimar os valores de %GC, em ambos os sexos. Por outro lado o índice IMG apresentou o maior valor de concordância, porém classificado como discreto ( $k = 0,21$ ). Já os demais índices apresentaram concordância pequena com os resultados do método de referência ( $k < 0,20$ ). É possível concluir que, de uma forma geral, os indicadores E-DC e IB foram os que apresentaram os melhores resultados, sendo que o E-DC se mostra mais eficiente para avaliar indivíduos do sexo masculino. Além disso, nenhum dos índices investigados apresentou boa acurácia para avaliar o estado nutricional de adultos, pois apesar de mostrarem resultados de correlação com o método de referência, não atingem o critério mínimo de concordância.

**Palavras-chave:** Composição Corporal. Métodos de Avaliação. Antropometria. Pesagem Hidrostática.

## ABSTRACT

### ACCURACY OF DIFFERENT INDICATORS TO EVALUATE THE NUTRITIONAL STATUS OF ADULTS

AUTHOR: Guilherme Adroaldo Pereira

ADVISOR: Silvana Corrêa Matheus

The present study had as objective to analyze the accuracy of different indicators of the nutritional status of adults of both sexes, having as reference method the hydrostatic weighing (HW). A total of 280 subjects (210 men and 70 women), aged between 17 and 48 years old, were investigated. The results of body fat percentage (%BF) obtained through the University of Navarra-Body Adiposity Estimator (CUN-BAE), body adiposity index (BAI), skinfold estimation equations (E-DC) and bioelectrical impedance (BIA). We also analyzed the results of the body mass index (BMI), new body mass index ( $BMI^{2.5}$ ), body fat mass index BFMI and the body mass index adjusted by the fat mass ( $BMI_{fat}$ ), all of them using HW as the reference method. The results indicated that no significant differences were observed between the %BF measures of the E-DC and BIA indicators and the HW for the male group; however, for the female group, despite the analyzes indicating agreement, the %BF values presented statistically different from those obtained with the reference method. The BAI presented an acceptable estimation error when evaluating the female group and the CUN-BAE presented a tendency to overestimate the values of %BF, in both sexes. On the other hand, the BFMI presented the highest agreement value, but classified as discrete ( $k=0.21$ ). The other indexes presented small agreement with the results of the reference method ( $k < 0.20$ ). It is possible to conclude that, in a general way, the E-DC and BIA indicators were the ones that presented the best results, with the E-DC being more efficient to evaluate the male subjects. In addition, none of the indexes investigated showed good accuracy in assessing the nutritional status of adults, although they showed results of correlation with the reference method, did not reach the minimum criterion of agreement.

**Keywords:** Body Composition. Evaluation Methods. Anthropometry. Hydrostatic Weighing.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%GC	Percentual de Gordura Corporal
$\Sigma$ 9DC	Somatório de 9 Dobras Cutâneas.
$\mu$ A	Microampére
ACT	Água Corporal Total
BF	do inglês, <i>Body Fat</i> – Gordura Corporal
CAEE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CQ	Circunferência do Quadril
CUN-BAE	Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator
DA	Densidade da Água
DC	Dobra Cutânea
Dc	Densidade Corporal
DEXA	do inglês, <i>Dual-Energy X-ray Absortometriy</i> - Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia
E-DC	Equações de estimativa a partir de Dobras Cutâneas
EST	Estatura Corporal
GE	Grupo de Estudo
GF	Grupo Feminino
GM	Grupo Masculino
IAC	Índice de Adiposidade Corporal
IB	Impedância Bioelétrica
IMC	Índice de Massa Corporal
IMC <sup>2,5</sup>	novo Índice de Massa Corporal
IMC <sub>gordura</sub>	Índice de Massa Corporal ajustado pela Massa Gorda
IMG	Índice de Massa Gorda
k	Coefficiente de concordância kappa
kg/m <sup>2</sup>	quilogramas por metro quadrado
LABCINE	Laboratório de Cineantropometria
MC	Massa Corporal
MCM	Massa Corporal Magra
MG	Massa Gorda
PH	Pesagem Hidrostática
PS	Peso Subaquático
r	Coefficiente de correlação de Pearson
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UBS	Unidade Básica de Saúde
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
VC	Volume Corporal
VR	Volume Residual



## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO</b> .....	9
1.1 INTRODUÇÃO .....	9
1.2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
1.2.1 Avaliação do Estado Nutricional.....	10
1.2.2 Métodos antropométricos.....	12
1.2.3 Pesagem Hidrostática (PH) .....	16
1.2.4 Impedância Bioelétrica (IB) .....	17
1.3 PROPOSIÇÃO.....	19
1.3.1 Objetivo geral .....	19
1.3.2 Objetivos Específicos .....	19
1.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
1.4.1 Desenho do estudo .....	19
1.4.2 População e grupo de estudo.....	19
1.4.3 Instrumentos de coleta de dados .....	20
1.4.4 Procedimentos para a coleta de dados .....	27
1.4.5 Interpretação dos resultados de estado nutricional.....	28
1.4.6 Análise estatística.....	28
<b>2 ARTIGO 1</b> .....	29
<b>3 ARTIGO 2</b> .....	46
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	60
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	63
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	64
<b>APÊNDICES</b> .....	68

# 1 APRESENTAÇÃO

## 1.1 INTRODUÇÃO

Constituindo-se como um dos principais componentes da aptidão física relacionada à saúde a composição corporal já vem sendo estudada há longos anos. Por meio de um adequado diagnóstico de composição corporal é possível obter valiosas informações sobre a saúde de um indivíduo ou ainda de um grupo de indivíduos, podendo assim traçar o perfil nutricional dos mesmos.

Torna-se cada vez mais importante avaliar com eficiência o estado nutricional da população, uma vez que através dessas avaliações é possível estimar diferentes componentes corporais. Um dos principais componentes corporais estudados atualmente é a gordura corporal, pois se sabe que o percentual de gordura corporal (%GC) elevado está relacionado com fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como o diabetes, doenças cardiovasculares, distúrbios musculoesqueléticos, dentre outras (WHO, 2016).

Existem atualmente diversos métodos para se avaliar o estado nutricional e a composição corporal em humanos, tais como, os métodos indiretos como a pesagem hidrostática (PH) e os métodos duplamente indiretos como a impedância bioelétrica (IB) e a antropometria, os quais se configuram como procedimentos clínicos. Existem também os procedimentos laboratoriais como a absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA), o qual merece destaque, pois tem sido amplamente utilizado como “padrão ouro” em estudos avaliando a composição corporal (GUEDES, 2013; MATTSSON; THOMAS, 2006).

Dentre essa gama de métodos que avaliam a composição corporal são sempre bem-vindos estudos que busquem destacar aqueles que mais se adequam a uma determinada população ou a uma realidade específica. Guedes (2013) destaca que os métodos laboratoriais são, na maioria das vezes, mais rigorosos e precisos, porém podem se tornar extremamente dispendiosos e, em razão da alta complexidade de seus protocolos, apresentam aplicação prática limitada para os profissionais e investigadores. Já os métodos clínicos são menos dispendiosos, menos rigorosos e de interpretação mais imediata, logo, de maior aplicação prática. Os resultados obtidos com a sua aplicação apresentam elevada relação com os procedimentos laboratoriais e se forem levados em consideração determinados cuidados, podem produzir erros de estimativa em limites aceitáveis.

Os métodos clínicos de avaliação de composição corporal podem ser tão confiáveis quanto os métodos laboratoriais, assim como demonstra o estudo de Both et al. (2015), no qual foi constatada boa acurácia em algumas equações de estimativa a partir de dobras cutâneas (DC), desenvolvidas por Petroski (1995), quando avaliou-se 104 universitários do sexo masculino. Embora existam estudos demonstrando essa eficácia, ainda são necessárias maiores investigações com a temática, uma vez que a eficácia de métodos clínicos como a antropometria e a IB necessitam ser testadas também em diferentes situações e contextos.

Frente a todas estas implicações, um dos contextos que mais tem despertado interesse em pesquisar a presente temática são as avaliações de estado nutricional efetuadas em clínicas, academias, Unidades Básicas de Saúde (UBS) e estabelecimentos afins. Em sua maioria, as avaliações efetuadas nesses estabelecimentos precisam ser rápidas, levando em consideração o pouco tempo disponível pelo avaliador e principalmente pelo avaliado. Outra particularidade é a restrição de espaço e instrumentos de avaliação, uma vez que o uso de instrumentos mais sofisticados e de maior acurácia encarece significativamente a avaliação, deixando assim de ser acessível à maioria dos usuários. Dessa forma os métodos clínicos de avaliação do estado nutricional surgem como uma boa alternativa, desde que sejam devidamente estudados.

## 1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.2.1 Avaliação do Estado Nutricional

O termo avaliação do estado nutricional refere-se a um meio diagnóstico, que mede de diferentes maneiras, as condições nutricionais do organismo humano, determinadas pelos processos de ingestão, absorção, utilização e excreção de nutrientes; ou seja, a avaliação nutricional determina o estado nutricional, que é resultante do balanço entre a ingestão e a perda de nutrientes. O estado nutricional de uma população é um excelente indicador de sua qualidade de vida (MELLO, 2002).

Na atualidade existem vários métodos de avaliação do estado nutricional. Sendo o estado nutricional o termo mais amplo utilizado em estudos por pesquisadores que desejam caracterizar as condições nutricionais de uma determinada população ou indivíduo. O termo composição corporal é utilizado com o objetivo de distinguir os componentes corporais de um indivíduo, a partir de valores numéricos em percentuais (Ex.: %GC). Para explanar melhor essa questão é possível citar alguns exemplos de métodos de avaliação de composição

corporal, que geram resultados em percentuais, como: PH, IB e as equações antropométricas. Já o índice de massa corporal (IMC), por exemplo, produz como resultado índice numérico e não valores percentuais, a partir do qual é possível realizar um diagnóstico simples de estado nutricional.

A partir da diferenciação desses dois termos é necessário que se faça uma revisão mais aprofundada sobre o tema. Conhecimentos associados à composição corporal são de grande importância, principalmente em programas de controle de peso corporal, aconselhamento nutricional e prescrição de exercícios físicos. Para isso, se faz necessário fracionar a massa corporal em seus diversos componentes, podendo assim, verificar as modificações ocorridas nas constituições de cada um desses componentes (BOTH, 2014).

É importante lembrar que o corpo humano é composto de água, proteínas, minerais e gordura. O modelo de composição corporal de dois componentes, citado por Siri e Brozek et al., em 1961 e 1963, respectivamente; divide o corpo em massa gorda (MG) e massa corporal magra (MCM). A MCM consiste em todas as substâncias químicas e todos os tecidos residuais, incluindo água, músculo (proteína) e osso (mineral). Apesar de existirem outros modelos, o modelo de composição corporal de dois componentes é o mais clássico e a maioria dos métodos de composição corporal seguem os seus pressupostos (HEYWARD, 2013).

Segundo Both (2014) os primeiros estudos sobre composição corporal como os de Mitchell et al., em 1945, e o de Widdowson et al., em 1951, resultaram de análises químicas de cadáveres (in vitro). Muitas das pressuposições ou regras firmadas nesses estudos foram posteriormente confirmadas por métodos in vivo, como na pesquisa de Heymsfield et al., em 1989. Por exemplo, com base em resultados de análises químicas de cadáveres realizadas por Fidanza et al., em 1953, a densidade da MCM e da MG podem ser calculadas hoje, por serem relativamente constantes, usando o deslocamento de água ou a PH para determinar o volume e a densidade do corpo, para posterior cálculo do %GC, através da equação proposta por Siri em 1961.

A partir de todos os estudos que deram origem a gama de conhecimentos existentes hoje, sobre a avaliação da composição corporal, é possível constatar a existência de inúmeros métodos e evidenciar a necessidade de bem escolhê-los no momento de fazer uma avaliação. Martin e Drinkwater (1991) classificam os métodos de determinação da composição corporal da seguinte maneira:

a) método direto: os componentes estruturais corporais (músculo, ossos, órgãos, fluídos, etc.) são avaliados de forma direta e quantificados separadamente pela técnica da dissecação de cadáveres;

b) métodos indiretos: a composição corporal é estimada a partir de métodos físicos e químicos, não havendo manipulação direta dos componentes estruturais separadamente, por isso são aplicados in vivo. Tais métodos, geralmente são validados a partir do método direto. Entre os métodos indiretos pode-se citar a ressonância magnética, o raio-X, a DEXA, o ultrassom, a diluição de óxido de deutério, a excreção de creatinina urinária, a PH, entre outros;

c) métodos duplamente indiretos: também são técnicas para análise in vivo e, em geral, foram validadas a partir dos resultados de métodos indiretos como a densimetria por meio da PH. Entre estes, os mais empregados são a antropometria e a IB, os quais são conhecidos como métodos de campo, pois têm utilização prática em diferentes circunstâncias e ambientes e ainda custo operacional mais acessível. (QUEIROGA et al., 2005)

Sobre a aplicação prática e utilidade dos métodos de avaliação da composição corporal Heyward (2013) afirma que além de classificar o %GC e o risco de doenças dos avaliados, a partir dos mesmos é possível:

- Identificar riscos à saúde associados a níveis excessivamente altos ou baixos de gordura corporal total;
- Identificar riscos à saúde associados ao acúmulo excessivo de gordura intra-abdominal;
- Proporcionar entendimento sobre os riscos à saúde associados à falta ou ao excesso de gordura corporal;
- Monitorar mudanças na composição corporal associadas a certas doenças;
- Avaliar a eficiência de intervenções nutricionais e de exercícios físicos na alteração da composição corporal;
- Estimar o peso corporal ideal de atletas e não-atletas;
- Formular recomendações dietéticas e prescrições de exercícios físicos;
- Monitorar mudanças na composição corporal associadas ao crescimento, desenvolvimento, maturação e idade.

Expostas as bases teóricas que norteiam o presente estudo, a seguir serão descritos e discutidos com maior amplitude, os métodos de avaliação da composição corporal e avaliação do estado nutricional, que serão utilizados no mesmo.

### **1.2.2 Métodos antropométricos**

A antropometria refere-se, basicamente, à medição do tamanho e da proporção do corpo humano. Segundo Petroski (1995) a técnica antropométrica abrange mensurações de

massa corporal (MC), estatura (EST), perímetros corporais, diâmetros ósseos e medidas de dobras cutâneas. Essa técnica apresenta algumas vantagens em relação às demais como: procedimento de baixo custo financeiro, é uma técnica não invasiva, não requer um espaço físico muito amplo e demonstra fidedignidade quando comparada aos métodos laboratoriais. Esses fatores colocam a antropometria como a técnica de maior aplicabilidade na atualidade (PETROSKI, 1995; GUEDES, 2013).

Através do método antropométrico é possível avaliar o estado nutricional, em uma escala mais ampla, a partir de índices, como o IMC, o novo índice de massa corporal ( $IMC^{2.5}$ ), o índice de massa gorda (IMG) e o índice de massa corporal ajustado pela massa gorda ( $IMC_{gordura}$ ), nos quais se tem particular interesse no presente estudo, ou de estimativa de componentes da composição corporal, sendo o mais difundido o %GC, através de diferentes equações, das quais são foco nesta pesquisa o Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator (CUN-BAE), o índice de adiposidade corporal (IAC) e duas equações de estimativa a partir de dobras cutâneas (E-DC) propostas por Petroski (1995).

O IMC é o índice mais simples de avaliação de estado nutricional, envolvendo dimensões antropométricas, o mesmo resulta da divisão da massa corporal expressa em kg pela EST em  $m^2$ , porém, essa técnica possui a limitação de não estimar a quantidade de gordura corporal, e sim, dar um diagnóstico de estado nutricional, classificando o indivíduo como baixo peso, eutrófico, sobrepeso ou obeso (WHO, 2006). Um novo índice de massa corporal está se popularizando, trata-se do  $IMC^{2.5}$ , a fórmula mais recente foi criada pelo pesquisador Lloyd Nicholas Trefethen, da universidade de Oxford (UK) e consiste na multiplicação da massa corporal por 1,3 e na divisão desse resultado pela altura elevada à potência de 2,5, permitindo, segundo os pesquisadores, que pessoas sejam colocadas em categorias mais adequadas à sua estatura (NEW BMI, 2013).

A exemplo do IMC há um novo índice sendo utilizado nas pesquisas mais recentes envolvendo avaliação nutricional, trata-se do IMG, desenvolvido por Van Itallie et al. (1990), o qual propõe uma melhor determinação da real perda ou ganho de massa gorda corporal. O IMG leva em consideração somente a massa gorda (kg), dividida pela EST (m) ao quadrado, para sua determinação. Os valores de classificação do IMG são citados por Kelly et al. (2009), o qual realizou estudo com 1195 indivíduos (602 homens, 593 mulheres), entre 20 e 59 anos de idade, utilizando o DEXA como método de referência. Uma das limitações do índice é que para a obtenção do valor de MG é necessário uma avaliação de IB.

Buscando uma melhor acurácia no momento de traçar o perfil nutricional de um indivíduo, Mialich et al. (2011) desenvolveram o  $IMC_{gordura}$ ; através de estudo com 200

indivíduos, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 60 anos de idade. O  $IMC_{\text{gordura}}$  é uma equação que leva em consideração, além dos valores de MC e EST, também a massa corporal gorda (MG) do indivíduo. Para calculá-lo, a MC é multiplicada por 3, e a MG(%) por 4, dividindo-se o valor pela EST (cm). A classificação segue os padrões citados por Mialich et al. (2014), em estudo transversal com 501 indivíduos, de ambos os sexos (366 mulheres, 135 homens), com idades entre 17 e 38 anos.

Já o CUN-BAE é um indicador clínico de avaliação da composição corporal, que tem como resultado final o %GC. Esse indicador foi validado por Gómez-Ambrosi et al. (2012), através de um estudo utilizando uma amostra de 6.510 indivíduos brancos (2154 homens, 4356 mulheres), com idade entre 18-80 anos. O mesmo estima o %GC a partir da seguinte equação:

$$\% \text{ GC} = -44,988 + (0,503 \times \text{idade}) + (10,689 \times \text{sexo}) + (3,172 \times \text{IMC}) - (0,026 \times \text{IMC}^2) + (0,181 \times \text{IMC} \times \text{sexo}) - (0,02 \times \text{IMC} \times \text{idade}) - (0,005 \times \text{IMC}^2 \times \text{sexo}) + (0,00021 \times \text{IMC}^2 \times \text{idade}).$$

Onde se adota o valor 0 para o sexo masculino e 1 para o sexo feminino.

Por se tratar de um indicador que utiliza variáveis simples como idade, sexo, massa corporal e estatura o CUN-BAE tem se mostrado uma boa alternativa quando se quer avaliar composição corporal em lugares onde há restrições de espaço, materiais e recursos humanos. Além disso, estudos tem demonstrado a sua eficiência, como o de Martins et al. (2015), que verificou a eficácia do indicador, avaliando 78 indivíduos com excesso de peso, tendo como método referência o DEXA. Nos resultados as equações de %GC não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao valor de referência (DEXA).

Outro indicador que utiliza variáveis antropométricas é o IAC, esse indicador foi validado por Bergman et al. (2011), através de um estudo populacional, o "BetaGene" estudo, utilizando o DEXA como método "padrão ouro". O IAC pode ser utilizado em adultos homens e mulheres de diferentes etnias, sem correção numérica, utilizando-se variáveis simples como circunferência do quadril (CQ) e EST, conforme a equação:  $IAC = [(circunferência \text{ do quadril}) / ((EST)^{1,5}) - 18]$ . O resultado final da equação é o % GC. Cabe ressaltar que essas duas variáveis estão fortemente correlacionadas com o %GC e por isso foram escolhidas como as principais variáveis antropométricas da equação. Ainda, segundo os autores, o IAC pode ser utilizado na prática clínica, mesmo em locais remotos e com acesso muito limitado a outros métodos confiáveis.

Constituindo um dos métodos mais utilizados para se avaliar a composição corporal atualmente, as equações antropométricas a partir de DC têm apresentado uma variabilidade

bastante alta no que se refere ao ponto de reparo da DC e ao número de DC utilizadas nas equações. A teoria da análise da composição corporal através da medida de espessura de DC está baseada no pressuposto de que grande proporção da gordura corporal se encontra localizada no tecido subcutâneo, e, dessa forma, dimensões de sua espessura são utilizadas como indicador da quantidade de gordura localizada naquela região do corpo. Como a gordura corporal distribui-se em diferentes proporções no corpo humano, são sempre mensuradas DC de várias regiões corporais (GUEDES, 2013). A partir de diferentes operações matemáticas, as quais estão atreladas a equação adotada, é possível obter, entre outros, um resultado direto de %GC ou um resultado de densidade corporal (Dc), sendo neste último caso necessário utilizar uma equação que permita a conversão da Dc em %GC, sendo a mais utilizada a equação de regressão de Siri (1961).

No presente estudo serão adotadas duas equações antropométricas que fazem uso de dados de DC, sendo uma masculina e outra feminina. Both (2014) em estudo de validação, avaliando 164 estudantes universitários (104 homens e 60 mulheres; com idade entre 18 e 30 anos), tendo como método de referência a PH, encontrou bons resultados ao testar a acurácia de equações antropométricas propostas por Petroski (1995), de estimativa da Dc de homens e mulheres na faixa etária de 18 a 66 anos. As equações que demonstraram melhor concordância com o método de referência foram:

Masculina:

$$Dc = 1,10194032 - 0,00031836(\Sigma 9DC) + 0,00000029(\Sigma 9DC)^2 - 0,00029542(IDADE).$$

Feminina:

$$Dc = 1,18187115 - 0,07320426 \text{ Log}_{10}(DCAM, DCSI, DCCX) - 0,00037317(IDADE).$$

### Legenda

$\Sigma 9DC$ : somatório de 9 dobras cutâneas.

DCSB: dobra cutânea subescapular.

DCTR: dobra cutânea tricípital

DCBI: dobra cutânea bicípital

DCPT: dobra cutânea peitoral

DCAM: dobra cutânea axilar média

DCSI: dobra cutânea supra íliaca

DCAB: dobra cutânea abdominal

DCCX: dobra cutânea da coxa

DCPM: dobra cutânea panturrilha medial



Para maior praticidade no decorrer do trabalho o indicador de equações de estimativa de densidade corporal e, posteriormente, de gordura corporal a partir de dobras cutâneas terá a seguinte abreviação: “E-DC”.

### **1.2.3 Pesagem Hidrostática (PH)**

Constituindo o método de referência deste estudo, a PH é uma técnica de avaliação da composição corporal que leva em consideração o modelo de avaliação de dois componentes, dividindo o corpo em MG e MCM. Segundo Heyward (2013) a PH é um método laboratorial, validado e amplamente utilizado, para estimar o %GC a partir da Dc total. A PH proporciona uma estimativa de volume corporal (VC) total do avaliado a partir da água deslocada pelo volume do corpo, seguindo o princípio de Arquimedes.

Os primeiros estudos sobre PH ou hidrodensitometria, como também é denominada, foram realizados pelo pesquisador Albert Behnke, em 1942, que buscou em seus estudos, quantificar a gordura através do cálculo da Dc, pois já havia a desconfiança que a densidade da MG era diferente da densidade da MCM. O pesquisador utilizou o princípio de Arquimedes (um corpo total ou parcialmente imerso em um fluido sofre um empuxo que é igual ao peso do volume do fluido deslocado pelo corpo) para calcular o VC, subtraindo a diferença de massa corporal dos sujeitos pesados na terra e debaixo da água. (FOSS; KETAYIAN, 2000)

Petroski e Pires Neto (1992) citam alguns equipamentos e procedimentos básicos para se efetuar a PH:

- Necessita-se de um tanque de pesagem de pelo menos 140 cm de altura.
- A balança deve ter capacidade mínima de 6 kg.
- O avaliado deve ser submetido à pesagem na posição sentada ou grupada, apoiando as mãos na cadeira de pesagem e flexionando o tronco até que seu corpo esteja totalmente submerso.
- São realizadas normalmente 10 tentativas, sendo que o avaliado pode fazer uma tentativa, para ambientar-se com o método.
- O registro da pesagem é realizado após a expiração máxima, estando o sujeito totalmente submerso, a expiração máxima deve ser mantida por 5-10 segundos para estabilização da balança.

A partir das variáveis de peso subaquático (PS), MC, densidade da água (DA) e volume residual (VR) é possível obter o valor da Dc, estimando-se a partir desta o %GC,

através de modelos matemáticos desenvolvidos por Siri (1961) e Brozek et al. (1963). Estes modelos foram desenvolvidos levando-se em conta estudos realizados em cadáveres, os quais identificaram que a MCM possui densidade praticamente constante.

Existem alguns cuidados e recomendações importantes ao utilizar o método de PH, assim como descreve Heyward (2013): alguns indivíduos podem ter dificuldade em realizar a pesagem, pois é necessário ser ambientado ao meio líquido, esta é uma das limitações do método; resultados acurados dependem muito da habilidade, cooperação e motivação do avaliado, pois o mesmo deve estar ciente de que é necessário expirar o máximo de ar possível ao estar submerso. Além disso, a PH é um método relativamente caro, exige equipamentos precisos e exige um amplo espaço para a sua instalação, essas peculiaridades tornam o método pouco prático e a sua utilização fica muitas vezes restrita à investigação da validade de outras técnicas de avaliação da composição corporal.

Carvalho e Pires Neto (1999) ainda citam que dentre as diversas técnicas laboratoriais empregadas para a determinação da densidade corporal, a densitometria é certamente a mais precisa. No presente estudo a PH será utilizada para testar a validade concorrente de métodos, bem como para testar a eficácia de alguns métodos clínicos, tendo-a como método de referência, questões que serão mais bem explanadas no decorrer do estudo.

#### **1.2.4 Impedância Bioelétrica (IB)**

Um método que vem ganhando destaque quanto a sua utilização em clínicas médicas e nutricionais, academias e estabelecimentos de saúde é a IB. Esse método destaca-se por ser de fácil manuseio e proporciona um resultado rápido ao avaliado, porém são necessárias algumas ressalvas quanto ao seu funcionamento, cuidados e recomendações para a sua utilização, as quais serão tratadas a seguir.

A IB é um método de avaliação da composição corporal, duplamente indireto, clínico e de campo, que consiste em passar uma corrente elétrica pelo corpo do avaliado e assim, medir a impedância (oposição ao fluxo da corrente). Pode-se estimar a água corporal total (ACT) do indivíduo a partir da medição de impedância (HEYWARD, 2013). Essa corrente elétrica é muito baixa (500 a 800 $\mu$ A) a uma frequência de 50kHz. 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).

Não obstante, a precisão do método de IB depende de uma série de fatores como, a colocação do eletrodo, o nível de hidratação do avaliado, a alimentação, o período do ciclo menstrual, a temperatura ambiente e a equação de predição, que podem aumentar os erros de medição (HEYWARD, 2013).

O método de IB apresenta técnicas de medição de impedância com um ou dois pares de eletrodos emissores e receptores, ou seja, bipolares ou tetrapolares. Estudos como o de Lukaski et al. (1986) demonstram a efetividade da técnica tetrapolar e sugerem que a mesma seja utilizada preferencialmente, pois abrange membros inferiores e superiores e consiste na fixação dos elétrodos emissores distalmente na superfície dorsal da mão e do pé, no plano da cabeça do terceiro metacarpo e do terceiro metatarso, respectivamente. Por convenção, os quatro elétrodos devem ser colocados na mão e no pé direito, com o indivíduo na posição de decúbito supino, para que venha a ser minimizado os efeitos da gravidade na tendência de estagnação da água corporal nas extremidades inferiores quando em posição bípede. Esse protocolo de medida também é denominado de técnica de BIA horizontal (GUEDES; GUEDES, 2013).

Sabendo-se que a determinação da IB depende da ACT, a mesma baseia-se no conteúdo hídrico da gordura e dos tecidos magros, tudo aquilo que modifica o estado de hidratação de uma pessoa afetará a previsão do %GC. Dessa forma, o manual do American College of Sports Medicine (2015) coloca algumas condições que devem ser obedecidas antes de realizar uma avaliação de composição corporal por IB:

- Não se deve fazer consumo de álcool nas 48 horas que precedem o teste;
- Não consumir nenhum produto com propriedades diuréticas nas 24 horas que precedem o teste;
- Abster-se de exercícios físicos nas 12 horas que precedem o teste;
- Não ingerir nenhum alimento ou bebida nas 4 horas que precedem o teste;
- Esvaziar completamente a bexiga 30 minutos antes do teste.

Feitas as explanações relativas ao método de avaliação da composição corporal IB, no presente estudo, utilizando a técnica tetrapolar, o mesmo será testado juntamente com outros métodos de campo. Guedes (2013), ainda faz uma ressalva quanto às equações contidas no *software* que acompanha os diferentes equipamentos utilizados, as quais podem apresentar uma variabilidade bastante grande e algumas não serem tão confiáveis. Desse modo, deve-se estar atento ao selecionar o equipamento e as equações contidas no *software*, dando

preferência àqueles que consideram diferenças entre a população, como etnia, nível de atividade física, dentre outras.

Diante do exposto, estabelece-se o seguinte problema: qual indicador apresenta maior concordância com o método de referência quando se busca acurácia ao avaliar o estado nutricional de adultos, havendo restrições de infraestrutura e tempo disponível?

### 1.3 PROPOSIÇÃO

#### 1.3.1 Objetivo geral

Analisar a acurácia de indicadores de estado nutricional de adultos, de ambos os sexos, tendo como método de referência a PH.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Verificar e comparar o %GC de adultos, de ambos os sexos a partir da PH, do CUN-BAE, do IAC, de equações antropométricas selecionadas (E-DC) e da IB tetrapolar;
- Verificar e comparar os índices nutricionais a partir do IMC,  $IMC^{2,5}$ , IMG e  $IMC_{gordura}$  de adultos, de ambos os sexos;
- Verificar a concordância entre o diagnóstico de estado nutricional de adultos, de ambos os sexos, obtido a partir do CUN-BAE, do IAC, das E-DC, da IB tetrapolar, do IMC, do  $IMC^{2,5}$ , do IMG e do  $IMC_{gordura}$ .

### 1.4 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 1.4.1 Desenho do estudo

O presente estudo caracteriza-se como descritivo-quantitativo (THOMAS, NELSON E SILVERMAN, 2012), pois objetivou analisar a acurácia de diferentes indicadores de estado nutricional de adultos, de ambos os sexos, tendo como método critério a PH.

#### 1.4.2 População e grupo de estudo

##### 1.4.2.1 População

Indivíduos adultos de ambos os sexos, residentes em Santa Maria-RS, os quais fazem parte do banco de dados do Laboratório de Cineantropometria (LABCINE) da UFSM.

O banco de dados é composto por coletas, com voluntários da comunidade em geral, ocorridas no período de 2013 à 2014, por dois avaliadores com capacitação técnica e ampla experiência.

#### *1.4.2.2 Grupo de estudo (GE)*

Foram investigados 280 sujeitos (210 homens e 70 mulheres), com idade entre 17 e 48 anos, dos quais 86,4% eram brancos; 6,4% eram negros e 7,1% eram pardos. Tais sujeitos atenderam aos critérios de inclusão, para o resgate de informações do banco de dados.

#### *1.4.2.3 Critérios de inclusão*

Foram incluídos no estudo os indivíduos que realizaram a PH e a IB tetrapolar. Além disso, que tivessem resultados dos dados antropométricos de dobra cutânea subescapular (DCSB), dobra cutânea tricípital (DCTR), dobra cutânea bicipital (DCBI), dobra cutânea peitoral (DCPT), dobra cutânea axilar média (DCAM), dobra cutânea supra ilíaca (DCSI), dobra cutânea abdominal (DCAB), dobra cutânea da coxa (DCCX), dobra cutânea panturrilha medial (DCPM), MC, EST e Circunferência do quadril.

### **1.4.3 Instrumentos de coleta de dados**

Os instrumentos e protocolos descritos a seguir fazem parte da rotina de coleta de dados adotada no Laboratório de Cineantropometria (LABCINE). Nos próximos itens serão descritos apenas os dados que foram utilizados nesse estudo.

#### *1.4.3.1 Pesagem Hidrostática*

A avaliação da composição corporal através da PH foi realizada com o uso de um tanque projetado e apropriado para tal fim, com aproximadamente 170 cm de diâmetro e 150 cm de profundidade. Sobre o tanque, está afixada uma balança da marca Filizola com

capacidade para 6 kg e resolução de 0,01 kg, a qual foi empregada para verificar o peso subaquático. A temperatura da água foi controlada entre 32°C e 36°C.

Para a verificação do peso subaquático foram seguidos os procedimentos descritos por Heyward (2013), ou seja, o avaliado deve usar roupa leve de natação; deve urinar e eliminar o máximo possível de gases e fezes antes do teste; deve assumir a posição sentada na cadeira após remover todas as bolhas da roupa e do cabelo; e deve expirar o máximo de ar possível quando estiver totalmente submerso no tanque, permanecendo tão imóvel quanto possível durante esse procedimento. O peso mais alto no final da expiração máxima é o peso subaquático (PS) bruto. Já o avaliador deve calibrar a balança de PH; pesar a cadeira, assim como, todos os equipamentos de apoio sob a água; realizar pelo menos de 3 a 10 tentativas, utilizando como PS bruto a média das três tentativas mais altas, que não apresentem uma diferença superior a 0,1 kg; e determinar o PS líquido subtraindo o peso da cadeira e dos equipamentos de apoio do PS bruto.

A partir das variáveis de PS, MC, DA e VR foi obtido o valor da Dc, utilizando-se a seguinte equação:

$$Dc(\text{g/ml}) = \frac{MC}{\frac{MC - Ps}{Da} - (VR + 100)}$$

Onde:

Dc – Densidade Corporal;

MC – Massa Corporal em kg;

PS – Peso subaquático em kg;

DA – Densidade da água;

VR – Volume residual [equações de Goldman e Becklake (1959), considerando a idade, a estatura e o sexo. Homens: VR=0,017 x IDADE+0,027 x EST -3,447 e Mulheres: VR=0,009 x IDADE+0,032 x EST -3,900];

100 – É a estimativa do gás gastrointestinal.

Posteriormente a determinação da Dc aplicou-se as seguintes equações, para estimativa do %GC.

Tabela 1 - Fórmulas de conversão de Dc em gordura corporal relativa para populações específicas.

População	Idade	Sexo	%GC
<i>Etnia</i>			
Negro	18 – 32	Masculino	$[(4,37/Dc) - 3,93] \times 100$
	24 – 79	Feminino	$[(4,85/Dc) - 4,39] \times 100$
Branco	20 – 80	Masculino	$[(4,95/Dc) - 4,50] \times 100$
		Feminino	$[(5,01/Dc) - 4,57] \times 100$

Fonte: Heyward e Stolarczyk (2000)

Tabela 2 - Padrões de gordura corporal para homens e mulheres.

Classificação	Homens	Mulheres
Risco associado à desnutrição	$\leq 5\%$	$\leq 8\%$
Abaixo da média	6% - 14%	9% - 22%
Média	15%	23%
Acima da média	16% - 24%	24% - 31%
Risco associado à obesidade	$\geq 25\%$	$\geq 32\%$

Fonte: Lohman (1992).

#### 1.4.3.2 Antropometria

##### 1.4.3.2.1 Balança

A massa corporal foi determinada com uma balança digital da marca Marte, com resolução de 0,1 kg e capacidade de 180 kg. O avaliado descalço e usando roupas leves, posicionava-se no centro da balança com o peso distribuído uniformemente em ambos os pés (STEWART et al., 2011).

##### 1.4.3.2.2 Estadiômetro

A estatura corporal foi verificada a partir da distância compreendida entre a planta dos pés e o vértex da cabeça (ponto mais alto) com o uso de estadiômetro fixo Cardiomed, com

resolução de 0,1cm e alcance máximo de 220 cm, estando o avaliado de costas para a escala, com os pés, a cintura pélvica e a cintura escapular encostados na mesma, em apneia inspiratória e com a cabeça orientada no plano de Frankfurt (PETROSKI et al., 2011).

#### 1.4.3.2.3 Dobras cutâneas

Foram mensuradas DC em nove pontos anatômicos seguindo os procedimentos de Stewart et al. (2011) e de Petroski (2011) e utilizando um adipômetro científico da marca Cescorf, com resolução de 0,1mm. Todas as medidas foram realizadas duas vezes de forma rotacional (não consecutiva) no lado direito do corpo. Caso se obtivesse um erro maior que 5% entre as medidas no ponto anatômico realizava-se uma terceira, definindo-se a média dos valores mais próximos como a medida da DC. Foram coletadas as espessuras das seguintes DC: DCSB, DCTR, DCBI, DCPT, DCAM, DCSI, DCAB, DCCX, DCPM.

#### 1.4.3.2.4 Circunferências

Foi mensurado o perímetro do quadril, de acordo com os procedimentos descritos por Stewart et al. (2011), utilizando uma fita antropométrica inextensível da marca Sanny com resolução de 0,1 cm e extensão máxima de 200 cm. A medida foi realizada duas vezes, no entanto, se fosse constatado um erro maior que 1% entre as medidas no ponto anatômico era realizada uma terceira, definindo-se a média dos valores dentro do erro de estimativa como a medida do perímetro corporal.

#### 1.4.3.2.5 Equações de predição

##### I- Índice de Massa Corporal (IMC)

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 utilizou-se a seguinte classificação:



Figura 1 - Classificação do IMC.

Classificação	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
<b>Abaixo do Peso</b>	<b>&lt;18,50</b>
Magreza Grave	<16,00
Magreza Moderada	16,00-16,99
Magreza Leve	17,00-18,49
<b>Normal</b>	<b>18,50-24,99</b>
<b>Excesso de Peso</b>	<b>≥25,00</b>
Pré-obeso	25,00-29,99
<b>Obeso</b>	<b>≥30,00</b>
Obeso Classe 1	30,00-34,99
Obeso Classe 2	35,00-39,99
Obeso Classe 3	≥40,00

Fonte: WHO (2006).

## II- Novo Índice de Massa Corporal (IMC<sup>2,5</sup>)

O IMC<sup>2,5</sup> foi calculado utilizando as variáveis de MC (kg) e EST (m), de acordo com a seguinte equação:

$$\text{IMC}^{2,5} = \frac{\text{MC} \times 1,3}{(\text{EST})^{2,5}}$$

A classificação seguiu os mesmos padrões do IMC tradicional, conforme apresentado na figura 1.

## III- Índice de Massa Gorda (IMG)

O IMG foi calculado a partir das variáveis de massa corporal gorda (kg) e EST ao quadrado (m), pela seguinte equação:

$$\text{IMG} = \frac{\text{MG (kg)}}{\text{EST}^2}$$

Tabela 3 - Categorias de classificações do índice de massa gorda ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), de acordo com o sexo:

Classe Sexo	Déficit grave	Déficit moderado	Déficit leve	Normal	Excesso	Obesidade Classe I	Obesidade Classe II	Obesidade Classe III
M	<2	2 a < 2,3	2,3 a < 3	3 a 6	> 6 a 9	> 9 a 12	> 12 a 15	> 15
F	< 3,5	3,5 a < 4	4 a < 5	5 a 9	> 9 a 13	> 13 a 17	> 17 a 21	> 21

M = masculino; F = feminino

Fonte: Kelly et al. (2009).

#### IV- Índice de Massa Corporal ajustado pela massa gorda ( $\text{IMC}_{\text{gordura}}$ )

Para calcular o  $\text{IMC}_{\text{gordura}}$  a MC é multiplicada por 3, a MG multiplicada por 4, dividindo-se o valor pela EST, conforme a equação seguinte:

$$\text{IMC}_{\text{gordura}} = \frac{\text{MC}(\text{kg}) \times 3 + \text{MG}(\%) \times 4}{\text{EST}(\text{cm})}$$

Tabela 4 - Categorias de classificação do  $\text{IMC}_{\text{gordura}}$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ):

Risco de desnutrição	1,35 a 1,65
Normal	1,65 a 2,0
Obesidade	>2,0

Fonte: Mialich et al. (2014).

#### V- CUN-BAE

Para determinar o %GC através do CUN-BAE, de Gómez-Ambrosi et al. (2012) foram utilizadas as variáveis de idade, sexo, IMC e  $\text{IMC}^2$ , a partir da seguinte equação:

$$\% \text{ GC} = -44,988 + (0,503 \times \text{idade}) + (10,689 \times \text{sexo}) + (3,172 \times \text{IMC}) - (0,026 \times \text{IMC}^2) + (0,181 \times \text{IMC} \times \text{sexo}) - (0,02 \times \text{IMC} \times \text{idade}) - (0,005 \times \text{IMC}^2 \times \text{sexo}) + (0,00021 \times \text{IMC}^2 \times \text{idade}).$$

Onde se adota o valor 0 para o sexo masculino e 1 para o sexo feminino.

#### VI- Índice de Adiposidade Corporal (IAC)

O IAC, validado por Bergman et al. (2011), foi utilizado para estimar % GC do grupo de estudos, através das variáveis de CQ e estatura, conforme a equação:

$$IAC = \left( \frac{CQ}{EST^{1,5}} \right) - 18$$

## VII- Equações de estimativa a partir de dobras cutâneas (E-DC)

Para determinar a Dc a partir de dobras cutâneas foram utilizadas as seguintes equações de Petroski (1995):

Masculina:

$$Dc = 1,10194032 - 0,00031836(DCSB, DCTR, DCBI, DCPT, DCAM, DCSI, DCAB, DCCX, DCPM) + 0,00000029(DCSB, DCTR, DCBI, DCPT, DCAM, DCSI, DCAB, DCCX, DCPM)^2 - 0,00029542(IDADE).$$

Feminina:

$$Dc = 1,18187115 - 0,07320426 \text{ Log}_{10}(DCAM, DCSI, DCCX) - 0,00037317(IDADE).$$

Posteriormente à determinação da Dc, foi estimado o %GC, de acordo com as equações apresentadas na tabela 5, as quais levam em consideração a etnia, a idade e o sexo.

Tabela 5 – Equações para a conversão da Dc em %GC para populações específicas.

População	Idade	Sexo	%GC
<i>Etnia</i>			
Negro	18 – 32	Masculino	$[(4,37/Dc) - 3,93] \times 100$
	24 – 79	Feminino	$[(4,85/Dc) - 4,39] \times 100$
Branco	20 – 80	Masculino	$[(4,95/Dc) - 4,50] \times 100$
		Feminino	$[(5,01/Dc) - 4,57] \times 100$

Fonte: Heyward e Stolarczyk (2000).

### 1.4.3.3 Impedância Bioelétrica

Para análise da IB, foi utilizado um analisador da composição corporal tetrapolar da marca Maltron, modelo BF – 906, de fabricação inglesa. Foram empregados quatro eletrodos, (todos do lado direito do corpo): 1) localizado na mão logo abaixo da terceira articulação do

dedo médio; 2) na região entre os processos estilóides da ulna e do rádio; 3) abaixo dos segundo e terceiro dedos do pé; e 4) na região central entre os maléolos lateral e medial (tornozelo). O indivíduo permanecia deitado em decúbito dorsal, numa posição confortável sobre um material não condutor de eletricidade, com os braços e as pernas afastados do tronco. Estes procedimentos seguem as recomendações informadas no manual do aparelho, o qual acompanha o equipamento.

O avaliado recebeu orientação sobre recomendações específicas que deveriam ser consideradas em períodos precedentes a avaliação, tais como, não consumir uma quantidade grande de água antes da avaliação; suspender ou informar o uso de diuréticos, pois podem alterar os resultados; não praticar exercícios físicos durante as 12 horas precedentes à avaliação, pois alteram a quantidade de água no organismo; não ingerir bebidas alcoólicas durante as 24 horas precedentes à avaliação, pois o álcool é diurético; não ingerir café, chás, bebidas efervescentes ou bebidas energéticas durante as 24 horas precedentes à avaliação, tendo em vista que a maioria dessas bebidas é diurética, reduzindo a quantidade de água corporal; fazer a refeição 2 a 3 horas antes da avaliação; e urinar antes da avaliação.

#### **1.4.4 Procedimentos para a coleta de dados**

Os dados utilizados no presente estudo foram oriundos de um banco de dados, construído a partir das coletas de um projeto de pesquisa guarda-chuva, aprovado no comitê de ética da UFSM (CAEE – 11511112.8.0000.5346). Foram resgatados deste banco os dados referentes à idade, sexo, etnia e nível de atividade física (para a caracterização do grupo investigado); bem como, os dados antropométricos (MC, EST, circunferências e DC); os resultados da PH e os da IB.

Os procedimentos para coleta dos dados contidos no banco seguiram a rotina de avaliação do LABCINE, do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a qual inicia-se com a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), indicando que o voluntário está de acordo em participar e ciente dos métodos aos quais será submetido, bem como, do uso dos dados coletados para a alimentação de um banco de dados. Na sequência é realizada uma anamnese, seguida da avaliação antropométrica, da análise pela IB, finalizando com a realização da PH.

Após o resgate dos dados, os mesmos foram processados numa planilha de excel denominada Morplus, a qual foi desenvolvida pela própria equipe do LABCINE e posteriormente foi efetuada a análise estatística dos dados. É importante lembrar que o

programa Morplus considera os pontos de corte, sendo que todas as análises de dados foram efetuadas considerando as características específicas de cada sujeito, como faixa etária, etnia, sexo, composição corporal e nível de atividade física. As informações referentes ao nível de atividade física do grupo de estudo, foram obtidas através do Questionário Internacional de Atividade Física – versão curta (IPAQ).

#### 1.4.5 Interpretação dos resultados de estado nutricional

Cabe ressaltar que apesar da interpretação dos resultados de estado nutricional para IMC, IMG,  $IMC_{\text{gordura}}$  e %GC ter seguido a classificação tradicional dos seus respectivos autores, já citados anteriormente, foi necessário propor uma adequação das classificações em três categorias, conforme mostrado na figura 2, a fim de permitir a realização das análises de dados propostas para este estudo.

Figura 2 - Adequação da classificação para o estado nutricional.

Referência	WHO (2006)	Kelly et al. (2009)	Mialich et al. (2014)	Lohman (1992)	Adequação das categorias
Categorias	Magreza severa	Déficit grave	Risco nutricional para a subnutrição	Risco associado à desnutrição	Abaixo da referência
	Magreza moderada	Déficit moderado		Abaixo da média	
	Ligeira magreza	Déficit leve		Média	
	Normal	Normal	Normal	Média	Eutrofia
	Sobrepeso	Excesso	Obesidade	Acima da média	Acima da referência
	Obeso classe 1	Obesidade classe 1		Risco associado à obesidade	
	Obeso classe 2	Obesidade classe 2			
Obeso classe 3	Obesidade classe 3				

#### 1.4.6 Análise estatística

Foi utilizada a análise descritiva dos dados, o Teste de Kolmogorov-Smirnov, para a análise da normalidade, o teste T pareado para analisar a diferença entre os resultados. Foram utilizados o coeficiente de correlação de Pearson para definir o grau de associação entre os métodos avaliativos da composição corporal, o diagrama de dispersão de Bland e Altman (1986) e o coeficiente kappa de Cohen (1960), para a análise da concordância. Para a confecção dos gráficos foi utilizado o programa estatístico GraphPad Prism 5.00.288. O software utilizado foi o *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, 21.0, Inc., Chicago, IL, USA)*. O nível de significância adotado foi de 5%.

## **2 ARTIGO 1**

### **Aplicabilidade de indicadores alternativos para estimar a gordura corporal de homens e mulheres**

Guilherme Adroaldo PEREIRA<sup>1</sup>, Diego Rodrigo BOTH<sup>1</sup>, Mauri Schwanck BEHENCK<sup>1</sup>, Silvana Corrêa MATHEUS<sup>1</sup>.

1 - Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria.

**“Indicadores alternativos para estimar a gordura corporal”**

## Resumo

O presente estudo teve como objetivo testar a aplicabilidade de quatro indicadores alternativos para estimar a gordura corporal de homens e mulheres, tendo a pesagem hidrostática (PH) como método de referência. Foram investigados 280 sujeitos (210 homens e 70 mulheres), com idade entre 17 e 48 anos, dos quais se analisou os resultados de percentual de gordura corporal (%GC) obtidos através do método PH e dos indicadores Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator (CUN-BAE), índice de adiposidade corporal (IAC), equações de estimativa a partir de dobras cutâneas (E-DC) e impedância bioelétrica (IB). Os resultados indicaram que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as medidas de %GC dos indicadores E-DC e IB e a PH para o grupo masculino, no entanto, para o grupo feminino, apesar das análises indicarem concordância, os valores de %GC apresentaram-se estatisticamente diferentes dos obtidos com o método de referência. O IAC apresentou erro de estimativa aceitável ao avaliar o grupo feminino e o CUN-BAE apresentou tendência de superestimar os valores de %GC, em ambos os sexos. É possível concluir que, de uma forma geral, os indicadores E-DC e IB foram os que apresentaram os melhores resultados, sendo que o E-DC se mostra mais eficiente para avaliar indivíduos do sexo masculino. Já o IAC demonstrou aplicabilidade moderada para avaliar o grupo feminino, porém o CUN-BAE mostrou-se demasiadamente limitado para avaliar o público em questão.

**Palavras-chave:** Antropometria; Impedância Bioelétrica; Adiposidade; Pesagem hidrostática.

## Abstract

The present study objected to test the applicability of four alternative indicators to estimate body fat in men and women, with hydrostatic weighing (HW) as the reference method. A total of 280 subjects (210 males and 70 females), aged between 17 and 48 years old, were investigated. The results of body fat percentage (% BF) were obtained through the HW method (reference method), Clínica Universidad de Navarra -Body Adiposity Estimator (CUN-BAE), Body Adiposity Index (BAI), Skinfold Estimation Equations (E-DC) and Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). The results indicated that no statistically significant differences were observed between the %BF measures of the E-DC and BIA indicators and the HW for the male group, however, for the female group, despite the analyzes indicating agreement, the values of %BF were statistically different from those obtained with the reference method. The BAI indicator presented an acceptable estimation error when evaluating the female group and the CUN-BAE showed a tendency to overestimate the %BF values in both sexes. It is possible to conclude that,

in a general way, the E-DC and BIA indicators were the ones that presented the best results, with the E-DC being more efficient to evaluate the male subjects. The BAI, however, showed moderate applicability to assess the female group, but the CUN-BAE was too limited to assess this audience.

**Keywords:** Anthropometry; Bioelectrical impedance analysis; Adiposity; Hydrostatic weighing.

## Introdução

A busca por melhores condições de saúde da população é uma constante entre as diferentes profissões dentro da grande área da saúde. Em tempos onde as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), causadas, principalmente, por maus hábitos alimentares e estilo de vida sedentário<sup>1</sup>, dominam o cenário mundial da saúde é necessário que haja uma atenção multiprofissional, não só para combatê-las, mas também para preveni-las.

Sabe-se que o acúmulo de gordura corporal está altamente relacionado com os fatores de risco para o desenvolvimento de DCNT<sup>2</sup>, por isso uma das preocupações da área da educação física atualmente é desenvolver técnicas e métodos cada vez mais eficientes para que se possa medir e/ou estimar o percentual de gordura corporal (%GC), bem como os demais componentes corporais. Uma simples avaliação física e de composição corporal, pode, por vezes, minimizar o risco do avaliado desenvolver futuros problemas de saúde, seja como pré-diagnóstico, seja como uma forma de prescrição e controle de um treinamento físico.

É grande a gama de métodos desenvolvidos para avaliar a composição corporal em humanos<sup>3</sup>, porém nem todos apresentam boa aplicabilidade e fidedignidade, dessa forma se fazem necessárias pesquisas que objetivem destacar os melhores métodos e aqueles que mais se adequam a realidade da população a ser investigada.

Atualmente a pesagem hidrostática (PH), um método laboratorial de avaliação da composição corporal, tem sido amplamente utilizada em pesquisas, principalmente em estudos de validação de outros métodos e indicadores, clínicos e de campo, como as equações antropométricas e a impedância bioelétrica (IB)<sup>4-5-6</sup>.

Na busca por praticidade no momento de estimar o %GC surgem alguns novos indicadores, como o Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator (CUN-BAE), que é um indicador clínico de avaliação da composição corporal, tendo como resultado final o %GC. Esse indicador foi validado por Gómez-Ambrosi et al<sup>7</sup>, o qual estima o %GC a partir de variáveis como idade, sexo e índice de massa corporal (IMC).

Com o mesmo intuito o índice de adiposidade corporal (IAC) foi validado por Bergman et al<sup>8</sup>, através de um estudo populacional, utilizando a absorciometria de raios-X de dupla energia



(DEXA) como método de referência. O IAC pode ser utilizado em adultos homens e mulheres de diferentes etnias, utilizando-se variáveis simples como circunferência do quadril (CQ) e estatura. O resultado final da equação é o % GC. Uma das vantagens do indicador, segundo os autores, é que o IAC pode ser utilizado mesmo em locais remotos e com acesso limitado a métodos laboratoriais já consagrados.

Já um dos indicadores mais utilizados para avaliar a composição corporal atualmente são as equações de estimativa a partir de dobras cutâneas (E-DC). Para Guedes<sup>9</sup>, se tomados os devidos cuidados, as E-DC podem apresentar erros de estimativa aceitáveis, podendo ser tão confiáveis quanto os métodos laboratoriais. Dentre muitas equações de estimativa de %GC a partir de dobras cutâneas (DC) existem aquelas que mais se adequam ao público específico que se pretende avaliar, atentando sempre para estudos de validação como o de Both<sup>10</sup>, onde avaliou 164 universitários, encontrando bons resultados ao testar a acurácia de equações antropométricas a partir de DC propostas por Petroski<sup>5</sup>.

Além dos indicadores já citados, a **IB** também surge como uma alternativa entre os métodos clínicos de avaliação. Nos últimos anos esse método vem sendo validado para estimar a composição corporal dos mais variados públicos, como de indivíduos saudáveis, crianças, idosos, atletas, e também, de indivíduos que se encontram em diversas situações patológicas<sup>11</sup>. Sabe-se da praticidade de utilização desse método, principalmente em ambientes com determinadas restrições, porém a sua acurácia ainda necessita ser melhor testada, com públicos variados e em situações distintas.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo testar a aplicabilidade dos indicadores CUN-BAE, IAC, E-DC e IB; como alternativas para estimar a gordura corporal de homens e mulheres, tendo a PH como método de referência.

## **Método**

Participaram do presente estudo indivíduos de ambos os sexos, residentes em Santa Maria-RS, os quais fazem parte de um projeto guarda-chuva, aprovado no comitê de ética em pesquisas com seres humanos da UFSM (CAEE – 1151112.8.0000.5346). Os dados são oriundos de coletas com voluntários da comunidade em geral, ocorridas em um período de dois anos, por dois avaliadores com capacitação técnica e em laboratório especializado. Incluíram-se no grupo de estudo indivíduos que possuíam dados referentes à idade cronológica (anos), etnia, nível de atividade física, massa corporal (MC), estatura (EST), circunferência do quadril, nove DC e que tivessem realizado avaliações por IB e PH.

Foram investigados 280 sujeitos (210 homens e 70 mulheres), com idade entre 17 e 48 anos, dos quais se analisou os resultados de %GC obtidos através da PH (método de referência) e dos indicadores CUN-BAE, IAC, E-DC e IB.

Para a obtenção do %GC através da PH utilizou-se um tanque projetado e apropriado para tal fim, sobre o qual está afixada uma balança da marca Filizola® com capacidade para 6 kg e resolução de 0,01 kg, empregada para verificar o peso subaquático (PS). A temperatura da água foi controlada entre 32°C e 36°C. Os procedimentos utilizados para a verificação do peso subaquático são os descritos por Heyward<sup>12</sup>. Para a determinação da densidade corporal (Dc) por meio da PH utilizou-se a seguinte equação:

$$Dc(\text{g/ml}) = \frac{MC}{\frac{MC - PS}{D_a} - (VR + 100)}$$

Onde:

Dc = Densidade Corporal; MC = Massa Corporal em kg; PS = Peso submerso na água em kg; DA = Densidade da água; VR = Volume residual<sup>13</sup>; 100 = É a estimativa do gás gastrointestinal.

Posteriormente a determinação da Dc aplicou-se as equações de conversão de Dc em gordura corporal relativa para populações específicas, sugerida por Heyward e Stolarczyk<sup>14</sup>.

O %GC também foi obtido através dos indicadores testados, os quais serão descritos a seguir:

CUN-BAE - Gómez-Ambrosi et al<sup>7</sup>

% GC = -44,988 + (0,503 × idade) + (10,689 × sexo) + (3,172 × IMC) - (0,026 × IMC<sup>2</sup>) + (0,181 × IMC × sexo) - (0,02 × IMC × idade) - (0,005 × IMC<sup>2</sup> × sexo) + (0,00021 × IMC<sup>2</sup> × idade).

Onde se adota o valor 0 para o sexo masculino e 1 para o sexo feminino.

IAC - Bergman et al<sup>8</sup>

$$IAC = \left( \frac{CQ}{EST^{1,5}} \right) - 18$$

E-DC - Petroski<sup>5</sup>

Masculina:

Dc = 1,10194032 - 0,00031836(DCSB, DCTR, DCBI, DCPT, DCAM, DCSI, DCAB, DCCX, DCPM) + 0,00000029(DCSB, DCTR, DCBI, DCPT, DCAM, DCSI, DCAB, DCCX, DCPM)<sup>2</sup> - 0,00029542(IDADE).

Feminina:

$$Dc = 1,18187115 - 0,07320426 \text{ Log}_{10}(\text{DCAM}, \text{DCSI}, \text{DCCX}) - 0,00037317(\text{IDADE}).$$

Onde:

DCSB = dobra cutânea subescapular; DCTR = dobra cutânea tricípital; DCBI = dobra cutânea bicípital; DCPT = dobra cutânea peitoral; DCAM = dobra cutânea axilar média; DCSI = dobra cutânea supra-ílica; DCAB = dobra cutânea abdominal; DCCX = dobra cutânea da coxa; DCPM = dobra cutânea panturrilha medial.

A exemplo da PH, também aplicou-se as equações sugeridas por Heyward e Stolarczyk<sup>14</sup>, para conversão de Dc em %GC, no indicador E-DC.

### Impedância Bioelétrica (IB)

Para análise da IB, utilizou-se um analisador da composição corporal tetrapolar da marca Maltron<sup>®</sup>, modelo BF – 906, de fabricação inglesa. Foram empregados quatro eletrodos, (todos do lado direito do corpo): dois eletrodos na mão e outros dois no pé. O indivíduo permanecia deitado em decúbito dorsal, numa posição confortável sobre um material não condutor de eletricidade, com os braços e as pernas afastadas do tronco. Estes procedimentos seguem as recomendações informadas no manual do aparelho, o qual acompanha o equipamento. Desta forma analisaram-se os valores de %GC fornecidos pelo equipamento. Este aparelho fornece os valores de gordura relativa e absoluta, todavia o fabricante não informa as equações de regressão que as estimam.

As variáveis antropométricas utilizadas nos indicadores de estimativa do %GC do presente estudo foram coletadas conforme segue:

MC – foi determinada com uma balança digital da marca Marte<sup>®</sup>, com resolução de 0,1 kg e capacidade de 180 kg, conforme os procedimentos descritos por Stewart et al<sup>15</sup>.

EST – verificada com um estadiômetro fixo Cardiomed<sup>®</sup>, com resolução de 0,1cm e alcance máximo de 220 cm<sup>15</sup>.

DC – foram mensuradas seguindo os procedimentos de Stewart et al<sup>15</sup> e de Petroski<sup>16</sup>. Utilizou-se um adipômetro científico da marca Cescorf<sup>®</sup>, com resolução de 0,1mm. Foram coletadas as espessuras das seguintes DC: DCSB, DCTR, DCBI, DCPT, DCAM, DCSI, DCAB, DCCX, DCPM.

Circunferências – foi mensurado o perímetro do quadril, utilizando uma fita antropométrica inextensível da marca Sanny<sup>®</sup> com resolução de 0,1 cm e extensão máxima de 200 cm<sup>15</sup>.

IMC – foi calculado a partir da divisão da MC (kg) pela EST (m) elevada ao quadrado.

A classificação dos resultados de %GC seguiu a classificação de Lohman<sup>17</sup>, porém para adequação a este estudo, permitindo a análise dos dados, tais classificações foram alocadas em três categorias: abaixo da referência, eutrofia e acima da referência.

É importante lembrar que todas as análises de dados foram efetuadas considerando as características específicas de cada sujeito, como faixa etária, etnia, sexo, composição corporal e nível de atividade física. As informações referentes ao nível de atividade física do grupo de estudo, foram obtidas através do Questionário Internacional de Atividade Física – versão curta (IPAQ).

Foi utilizada a análise descritiva dos dados, o Teste de Kolmogorov-Smirnov, para a análise da normalidade, o teste T pareado para analisar a diferença entre os resultados, bem como, o coeficiente de correlação de Pearson para definir o grau de associação entre os indicadores para estimativa da gordura corporal, o diagrama de dispersão de Bland e Altman<sup>18</sup> e o coeficiente *kappa* de Cohen<sup>19</sup>, para a análise da concordância. Para a confecção dos gráficos foi utilizado o programa estatístico GraphPad Prism 5.00.288. Utilizou-se o software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, 21.0, Inc., Chicago, IL, USA)*, adotando-se como nível de significância 5%.

## Resultados

Tendo em vista o objetivo proposto no presente estudo, na tabela 1 encontram-se as características gerais dos indivíduos investigados, de acordo com o sexo.

Tabela 1 – Caracterização do grupo de estudo (n=280).

Variáveis	Masculino (210)		Feminino (70)			
	Min	Máx	Média±dp	Min	Máx	Média±dp
Idade (anos)	17	48	23,7±5,3	18	30	21,9 ±3,2
MC (kg)	53,6	122,6	78,3±11,1	42,3	109,5	62,7±11,1
EST (cm)	161,4	194,0	177,2±6,4	144,5	187,0	165,2±7,1
%GC (PH)	4,8	35,7	17,2±5,6	9	42,5	27±5,4

MC= massa corporal; EST= estatura; %GC= percentual de gordura corporal; PH= pesagem hidrostática; Min= mínimo; Máx= máximo; dp= desvio padrão.

Além das características já citadas, no grupo estudado, onde 75% dos indivíduos são do sexo masculino e 25% do sexo feminino, verificou-se que 86,4% (242) declararam-se brancos; 6,4% (18) declararam-se negros e 7,1% (20) declararam-se pardos. Quanto ao nível de atividade física; 9,5% (24) foram classificados como insuficientemente ativos e 90,5% (229) como suficientemente ativos.

Os resultados obtidos ao realizar-se a comparação dos valores de %GC, de acordo com os diferentes indicadores, são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Comparação entre os indicadores para estimativa do %GC estudados (CUN-BAE, IAC, E-DC e IB) e o método de referência (PH).

Indicadores	Masculino				Feminino			
	n	Média	dp	p	n	Média	dp	p
PH	210	17,25	5,65	-	70	27,0	5,49	-
CUN-BAE	192	20,72	4,90	0,000	69	29,3	5,0	0,000
IAC	210	23,32	2,66	0,000	70	28,5	3,4	0,005
E-DC	209	16,86	5,34	<b>0,141</b>	70	23,1	4,6	0,000
IB	209	16,78	5,70	<b>0,111</b>	70	24,8	5,95	0,000

PH = pesagem hidrostática; CUN-BAE = Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator; IAC = índice de adiposidade corporal; E-DC = equações de estimativa a partir de dobras cutâneas; IB = impedância bioelétrica; dp = desvio padrão; p = nível de significância.

Ao observar a tabela 2, é possível constatar que não houve diferenças significativas entre o %GC obtido pela E-DC e pela IB em comparação aos obtidos com o método de referência, no que diz respeito ao grupo masculino (GM). Já para o grupo feminino (GF), todos os resultados de %GC apresentaram diferença significativa daquele observado na PH.

No que diz respeito à análise da relação entre os valores de %GC obtidos a partir dos indicadores investigados e os apresentados pelo método de referência (PH), obteve-se os resultados apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Valores de correlação entre o %GC obtido a partir dos indicadores investigados e a partir da PH.

Indicadores	Masculino		Feminino	
	r	p	r	p
CUN-BAE	0,52	0,000	0,57	0,000
IAC	0,55	0,000	0,62	0,000
E-DC	<b>0,74</b>	0,000	<b>0,67</b>	0,000
IB	<b>0,73</b>	0,000	<b>0,63</b>	0,000

PH = pesagem hidrostática; CUN-BAE = Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator; IAC = índice de adiposidade corporal; E-DC = equações de estimativa a partir de dobras cutâneas; IB = impedância bioelétrica; r = Coeficiente de correlação de Pearson; p = nível de significância.

Como se pode observar ao analisar os resultados apresentados na tabela 3, houve correlação positiva significativa entre os valores de %GC obtidos pela PH em comparação com

aqueles obtidos pelos indicadores investigados. No entanto, observa-se alta correlação com os indicadores E-DC e IB no GM. Já no GF os melhores coeficientes de correlação foram obtidos com os indicadores IAC, E-DC e IB, destacando o de E-DC com maior valor de correlação, porém os três resultados obtidos se enquadram na categoria de correlação moderada<sup>20</sup>.

Ao analisar a concordância de diagnóstico entre os indicadores para estimativa da gordura corporal, através do coeficiente Kappa, utilizaram-se os seguintes parâmetros<sup>21</sup> = ausência <0; pequena de 0,00 a 0,20; discreta de 0,21 a 0,40; regular de 0,41 a 0,60; boa de 0,61 a 0,80; muito boa de 0,81 a 0,92; e excelente de 0,93 a 1,00. A seguir, na tabela 4, estão expostos os resultados da referida análise.

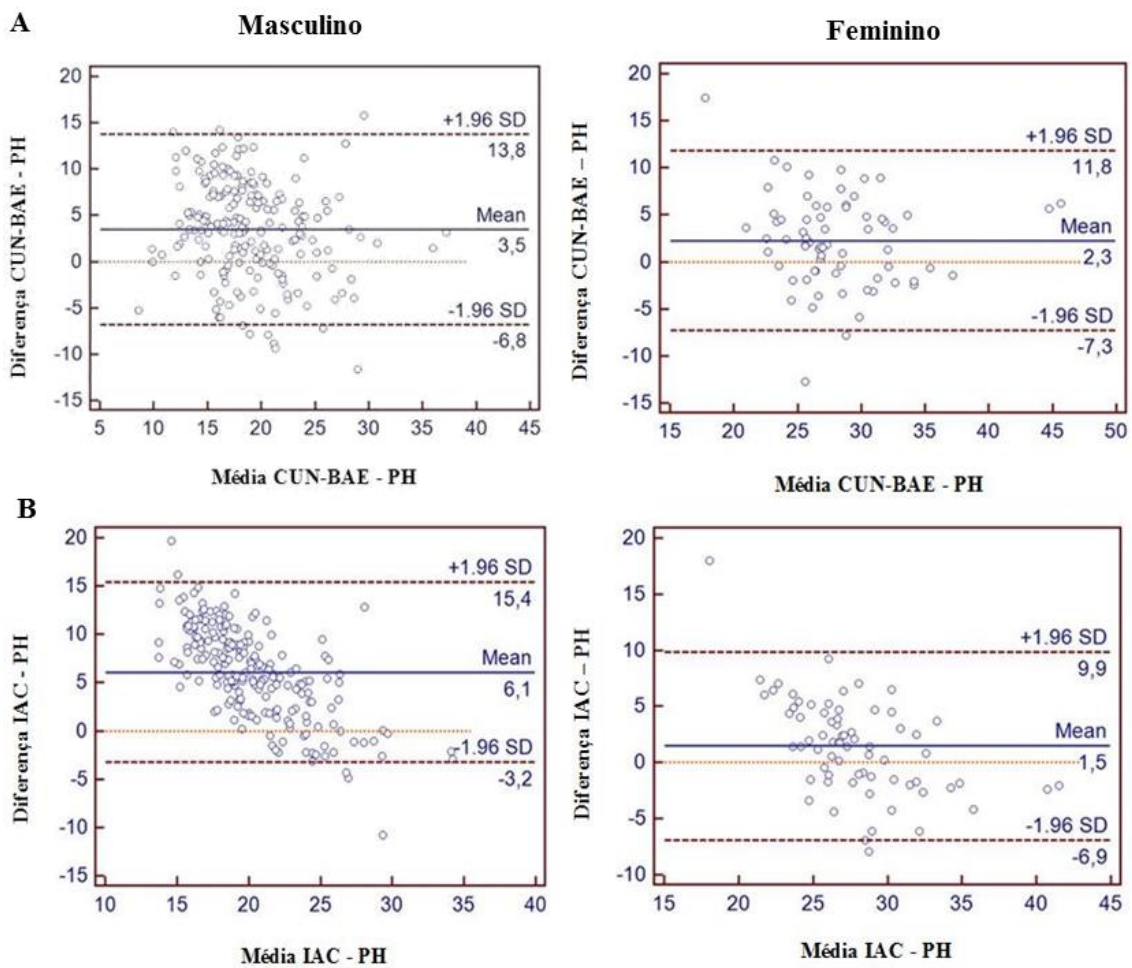
Tabela 4 - Concordância entre os diagnósticos de avaliação a partir dos indicadores testados e do método de referência (PH).

Grupos PH		Masculino					Feminino				
Indicadores	Categorias	ABR	E	ACR	Total	k	ABR	E	ACR	Total	k
CUN-BAE	ABR	10	1	7	18	0,07	1	0	2	3	0,03
	E	7	0	4	11		1	0	2	3	
	ACR	60	9	94	163		11	5	47	63	
	Total	77	10	105	192		13	5	51	69	
IAC	ABR					*Não houve indivíduos classificados em número suficiente de categorias, para a análise.	0	0	0	0	-0,01
	E						0	0	1	1	
	ACR						13	5	51	69	
	Total						13	5	52	70	
E-DC	ABR	55	6	22	83	0,40	12	3	20	35	0,27
	E	10	2	10	22		0	1	5	6	
	ACR	17	5	82	104		1	1	27	29	
	Total	82	13	114	209		13	5	52	70	
IB	ABR	58	5	34	97	0,38	9	2	19	30	0,22
	E	11	3	4	18		1	2	5	8	
	ACR	13	6	75	94		3	1	28	32	
	Total	82	14	113	209		13	5	52	70	

PH = pesagem hidrostática; CUN-BAE = Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator; IAC = índice de adiposidade corporal; E-DC = equações de estimativa a partir de dobras cutâneas; IB = impedância bioelétrica; ABR = abaixo da referência; E = eutrofia; ACR = acima da referência; k = índice Kappa.

De acordo com a análise do índice Kappa, os indicadores que apresentaram melhor concordância de diagnóstico de avaliação, a partir dos resultados de %GC foram o de E-DC e de IB para ambos os grupos, porém a concordância é considerada como discreta. Já em relação ao CUN-BAE, o mesmo apresentou concordância pequena com o método de referência, em ambos os grupos e o IAC não apresentou concordância.

Outra forma proposta para a análise de concordância entre os dados obtidos, no entanto tendo como foco os valores obtidos, foi através do diagrama de dispersão de Bland e Altman<sup>18</sup>, o qual objetiva avaliar a concordância absoluta entre dois valores expressos na mesma unidade de medida. Consiste em estabelecer a diferença entre a medida de determinada variável mensurada a partir de um critério de referência, neste caso, o %GC obtido pela PH em relação aos resultados produzidos pelos instrumentos de avaliação, neste caso, os indicadores<sup>22</sup>. Os resultados obtidos são apresentados abaixo (figura 1).





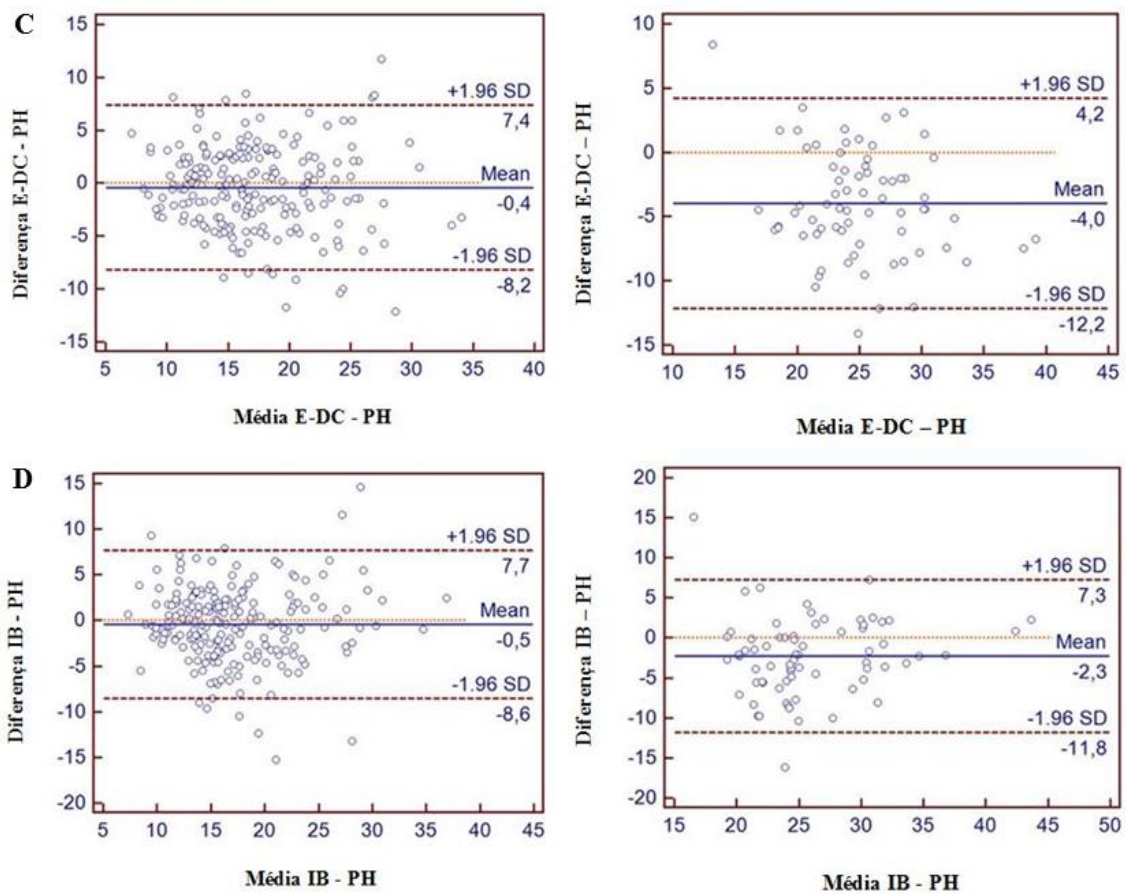


Figura 1 - Diagramas de dispersão<sup>18</sup> dos resultados da PH comparados com os obtidos a partir dos indicadores investigados (CUN-BAE, IAC, E-DC e IB), de acordo com o sexo.

Considerando os resultados apresentados na figura 1 é possível destacar como mais significativo, para o grupo masculino, o indicador E-DC (diagrama C), o qual apresentou a menor média de diferenças em relação à PH (-0,4%) e limite de concordância de -8,2% a 7,4%, no entanto, o método IB (diagrama D) apresentou resultados semelhantes (-0,5% de diferença entre as médias e limite de concordância de -8,6% a 7,7%), não acontecendo o mesmo com os indicadores CUN-BAE e IAC (diagramas A e B, respectivamente). Quanto ao grupo feminino, o indicador IAC foi o que apresentou melhor concordância, tendo média de diferenças de 1,5% e limite de concordância de -6,9% a 9,9%. Na sequência observa-se a IB com média de diferenças de -2,3% e o CUN-BAE (2,3%). Já o indicador E-DC foi o que apresentou menor concordância para o sexo feminino (-4,0%).

## Discussão

Sendo o objetivo do presente estudo testar a aplicabilidade de indicadores alternativos para estimar a gordura corporal de homens e mulheres, como o CUN-BAE, IAC, E-DC e a IB; os resultados indicaram que o E-DC e o IB apresentam a melhor aplicabilidade e acurácia para avaliar o grupo de estudo, considerando todas as análises realizadas. Ressalta-se, que os referidos indicadores se destacaram positivamente para avaliar o grupo masculino, no entanto, para o grupo feminino, apesar das análises de concordância indicarem boa acurácia, os valores de %GC apresentaram-se estatisticamente diferente dos obtidos com o método de referência.

Em estudo de validação de equações antropométricas para estimativa do %GC em estudantes de Educação Física do sexo masculino, Both et al.<sup>23</sup> encontrou bons resultados ao testar algumas equações a partir de DC de Petroski<sup>5</sup>, em 104 universitários jovens. Os valores de correlação ( $r = 0,84$ ) se mostraram satisfatórios, assim como os do presente estudo ( $r = 0,74$ ), todavia o menor valor de correlação encontrado aqui pode ser consequência de um grupo de estudo demasiadamente heterogêneo, considerando que ambos utilizaram a PH como método de referência.

A IB é um método que já vem sendo estudado há alguns anos e destaca-se por sua praticidade. No presente estudo se sobressaiu como um dos melhores métodos para estimar a gordura corporal do grupo masculino, porém esse método ainda gera controvérsias no momento de avaliar indivíduos do sexo feminino. É possível que as frequentes alterações hormonais, mais presentes no sexo feminino e que influenciam na quantidade de água corporal, possam também influenciar negativamente na avaliação de composição corporal por IB.

Rech et al.<sup>24</sup> comparou os resultados da IB com os da absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), em um grupo de 15 mulheres pós-menopausa. Os resultados indicaram que a IB bipolar estimou de forma acurada o %GC da amostra, já a IB tetrapolar subestimou os resultados de %GC. Tais resultados corroboram em parte com os achados do presente estudo, onde também foi utilizada a IB tetrapolar e houve diferença significativa entre os valores de %GC, ainda assim o método apresentou concordância discreta<sup>19-18</sup> em relação a PH, além disso, é importante ressaltar a grande diferença etária entre os públicos dos referidos estudos.

Os coeficientes de correlação de Pearson entre os indicadores testados e o método de referência deixam clara a ocorrência de correlação positiva, sendo que o IAC tende a apresentar bom resultado no grupo feminino, com uma correlação moderada<sup>20</sup>. Apesar de haver diferença significativa, o valor de %GC do indicador IAC foi o que mais se aproximou do método de referência no grupo feminino, além disso, o diagrama de dispersão<sup>18</sup> mostra que o referido indicador apresentou o melhor resultado dentre os demais, ao analisar a concordância entre

valores numéricos de mesma categoria, superestimando o %GC em 1,5%; valor considerado aceitável.

Lara et al.<sup>25</sup>, em estudo utilizando novas equações antropométricas, testou a precisão do IAC em estudo com 40 indivíduos idosos saudáveis, com predominância do sexo feminino e encontrou resultados controversos ao passo que quando comparado ao DEXA não houve diferença significativa entre as médias de %GC, porém o resultado não foi igualmente satisfatório quando comparado ao método Pletismografia. Já no estudo de Gadelha et al.<sup>26</sup>, com 87 voluntárias idosas, o IAC apresentou correlação significativa com testes funcionais na predição de incapacidade, mostrando que pode ser uma boa ferramenta para medir outros parâmetros de saúde, não necessariamente o estado nutricional. De uma forma geral, o IAC parece se adequar melhor para avaliações no público feminino de maior faixa etária, talvez por considerar em sua equação a circunferência do quadril, a qual está fortemente correlacionada com o %GC, conforme afirma o próprio autor do indicador<sup>8</sup>. Ainda assim são necessários mais estudos, com populações específicas para esclarecer tais dúvidas sobre o IAC.

Com a intenção de disponibilizar uma equação preditiva fácil de aplicar que pode ser utilizada como uma primeira ferramenta de triagem na prática clínica e com a premissa de que o %GC é altamente dependente da idade e sexo, o CUN-BAE foi desenvolvido por Gómez-Ambrosi et al.<sup>7</sup>, em estudo com uma amostra de 6.510 indivíduos brancos de ambos os sexos e ampla faixa etária. O estudo teve como método de referência a Pletismografia e, segundo os autores, não houve diferença significativa entre os %GC dos dois métodos, além de apresentar alta correlação ( $r = 0,89$ ) com o método de referência.

Contrariando os resultados de Gómez-Ambrosi et al.<sup>7</sup>, no presente estudo o CUN-BAE não apresentou bons resultados, sendo o indicador com a menor concordância perante o método de referência, dentre os demais. Foi possível observar, de acordo com os resultados obtidos, que o CUN-BAE apresentou uma tendência de superestimar o %GC, tanto no grupo masculino, quanto no grupo feminino. O estudo de Lara et al.<sup>25</sup>, também se propôs a verificar a concordância dos resultados obtidos com o CUN-BAE. Seus resultados mostraram que o referido indicador apresenta boa concordância quando comparado à Pletismografia, porém ele superestima os valores de %GC quando comparado com o método DEXA. Além disso, no mesmo estudo verificou-se que a Pletismografia também tende a superestimar o %GC quando comparada ao DEXA, sugerindo que tal método pode não ser apropriado para se utilizar como referência. Dessa forma, o problema ao testar a acurácia do CUN-BAE parece realmente estar no método de referência utilizado, pois juntamente com a PH, o DEXA é um dos métodos laboratoriais mais utilizados para esse fim e de maior acurácia na atualidade<sup>27</sup>.

Por outro lado, Martins et al.<sup>28</sup> testaram o indicador CUN-BAE através de estudo com 78 indivíduos de ambos os sexos com sobrepeso ou obesidade e idade entre 35 e 68 anos, utilizando o DEXA como referência. Em seus resultados, os %GC mostraram-se estatisticamente iguais e houve alta correlação (0,905) com o método de referência. Também tendo como público alvo indivíduos acima do peso, Toro et al.<sup>29</sup> propuseram estudo onde avaliou a capacidade do CUN-BAE como marcador preditivo de risco cardiovascular em pacientes obesos e obteve resultados satisfatórios, pois o %GC obtido pelo CUN-BAE, mostrou-se melhor que o IMC para tal objetivo e se correlacionou significativamente com os fatores bioquímicos associados ao aumento do risco cardiovascular (cortisol, vitamina D e relação TG/HDL). Portanto o referido indicador mostra que pode ter boa aplicabilidade e acurácia, porém em públicos e situações bastante específicas.

É possível citar como limitação deste estudo a dificuldade em obter um grande número de voluntários, principalmente para o grupo feminino, visto que ao investigar seres humanos existe uma grande gama de variáveis que precisam ser controladas e o não cumprimento de algumas orientações pré-coleta podem resultar em perda amostral significativa. Salienta-se também que as medidas de DC a pesar serem bem aceitas por pesquisadores desta área, podem sofrer influência principalmente da habilidade do avaliador, produzindo erros de estimativa. Entretanto, nesse estudo, reduziu-se essa influência, utilizando-se avaliadores experientes e verificando-se o erro de medida intra e interavaliadores, o qual foi inferior a 5%.

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo é possível concluir que, de uma forma geral, os indicadores E-DC e IB foram os que apresentaram a melhor aplicabilidade e acurácia para estimar a gordura corporal, sendo que as E-DC se mostram mais eficientes para avaliar indivíduos do sexo masculino. Já o IAC apresentou erros de estimativas aceitáveis para o grupo feminino, porém o CUN-BAE mostrou-se demasiadamente limitado para avaliar o público em questão, tendendo a superestimar os valores de %GC. Dessa forma, sugere-se cautela ao aplicar tais métodos de avaliação, principalmente no sexo feminino, lembrando que em faixas etárias mais específicas, alguns dos indicadores aqui estudados poderão apresentar bom resultado. Cabe ressaltar que os indicadores em questão ainda carecem de maiores investigações, principalmente em grupos populacionais específicos.

### **Conflito de interesses**

Os autores declaram que não existe nenhum conflito de interesses.

## Referências

1. Malta DC, Iser BPM, Claro RM, et al. Prevalência de fatores de risco e proteção para doenças crônicas não transmissíveis em adultos: estudo transversal, Brasil, 2011. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2013; 22:423-434.
2. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity and overweight. Geneva: WHO; 2016.  
Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
3. Monteiro AB, Fernandes Filho J. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.* 2002; 4:80-92.
4. Guedes DP. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. [Dissertação]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos; 1985.
5. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. [Tese]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos; 1995.
6. Carvalho ABRD, Pires-neto CS. Desenvolvimento e validação de equações para estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em homens. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. 1998; 3:14-21.
7. Gomez-ambrosi J, et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. *Diabetes Care*. 2012; 35:383-8.
8. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, et al. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity*. 2011; 19:1083–1089.
9. Guedes DP. Procedimentos clínicos utilizados para análise da composição corporal. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 2013; 15:113-129.
10. Both DR. Determinação e concordância dos componentes da composição corporal obtidos a partir de diferentes métodos avaliativos. [Dissertação] Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos; 2014.
11. Eickemberg M, Oliveira CCD, Roriz AKC, Sampaio LR. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. *Revista de Nutrição*. 2011; 24: 873-882.
12. Heyward V. Avaliação Física e Prescrição de Exercícios: técnicas avançadas. Porto Alegre: Artmed; 2013.
13. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. *American Review Respiratory Disease*. 1959; 79:457-467.
14. Heyward V, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Malone; 2000.

15. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder HD. International Standards for Anthropometric Assessment. Lower Hutt: The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK); 2011.
16. Petroski EL. Antropometria - técnicas e padronizações. Jundiaí: Editora Fontoura; 2011.
17. Lohman TG. Advances in body composition assessment. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1992.
18. Bland J, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *The Lancet*. 1986; 12:307-310.
19. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Education Psychology*. 1960; 20:37-46.
20. Mukaka MM. Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal*. 2012; 24:69-71.
21. Byrt T. How good is that agreement? *Rev. Epidemiology*. 1996; 7:561.
22. Barros MVGD, Reis RS, Hallal PC, Florindo AA, Júnior JCDF. *Análise de dados em saúde*. Londrina: Midiograf; 2012.
23. Both DR, Matheus SC, Behenck MS. Validação de equações antropométricas específicas e generalizadas para estimativa do percentual de gordura corporal em estudantes de Educação Física do sexo masculino. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 2015; 29:13-23.
24. Rech CR, Da Silva AT, Lunardi CC, Bohrer T, Petroski EL. Comparação da absorptometria radiológica de dupla energia, antropometria e impedância bioelétrica na avaliação da composição corporal em mulheres. <http://www.efdeportes.com/> *Revista Digital*. 2005; 91:1-8.
25. Lara J, Siervo M, Bertoli S, et al. Accuracy of three novel predictive methods for measurements of fat mass in healthy older subjects. *Aging Clin Exp Res*. 2014; 26:319–325.
26. Gadelha AB, Neri SGR, Safons MP, Moreira SR, Lima RM. Comparisons between body adiposity indexes and cutoff values in the prediction of functional disability in older women. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2016; 18:381-390.
27. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Physics in Medicine and Biology*, 2006; 51:203-228.
28. Martins GQ, Matheus SC, Santos DLD, et al. Comparação de equações antropométricas para estimativa da gordura corporal em indivíduos com excesso de peso. *Nutr. clín. diet. hosp*. 2015; 35:27-33.
29. Toro LZ, Polo JR, Díez-tabernilla M, Bernal LG, Sebastián AA, Rico RC. Fórmula CUN-BAE y factores bioquímicos como marcadores predictivos de obesidad y enfermedad cardiovascular en pacientes pre y post gastrectomía vertical. *Nutr Hosp*. 2014; 30:281-286.

### 3 ARTIGO 2

#### **Acurácia de índices alternativos para avaliar o estado nutricional de homens e mulheres**

#### **Accuracy of alternative indexes for assessing the nutritional status of men and women**

Guilherme Adroaldo Pereira<sup>1</sup>, Silvana Corrêa Matheus<sup>2</sup>, Diego Rodrigo Both<sup>3</sup>, Mauri Schwanck Behenck<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Bacharel em Educação Física, Mestrando em Educação Física na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS – Brasil.

<sup>2</sup>Doutora em Ciência do Movimento Humano, Professora do Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS – Brasil.

<sup>3</sup>Mestre em Educação Física, Professor na Escola Municipal de Educação Infantil Santa Isabel. Guaíba, RS – Brasil.

<sup>4</sup>Mestre em Educação Física, Médico Infectologista na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS – Brasil.

#### **Endereço para correspondência**

Guilherme Adroaldo Pereira  
R. André Marques, 766, Centro  
97010-040 – Santa Maria – RS [Brasil]  
[gamp.pereira@gmail.com](mailto:gamp.pereira@gmail.com)

## Resumo

**Introdução:** Uma boa avaliação do estado nutricional requer o conhecimento da composição corporal, colocando em dúvida a acurácia de alguns índices. **Objetivo:** Analisar a acurácia dos índices de avaliação do estado nutricional IMC,  $IMC^{2,5}$ , IMG e  $IMC_{\text{gordura}}$ . **Métodos:** Participaram do estudo 280 sujeitos (idade entre 17 e 48 anos), dos quais foram analisados os resultados dos índices IMC,  $IMC^{2,5}$ , IMG e  $IMC_{\text{gordura}}$ ; tendo como método de referência a Pesagem Hidrostática. **Resultados:** O IMG apresentou o maior valor de concordância, porém classificado como discreto ( $k = 0,21$ ). Já os demais índices apresentaram concordância pequena com os resultados do método de referência ( $k < 0,20$ ). **Conclusão:** Nenhum dos índices investigados apresenta boa acurácia para avaliar o estado nutricional do público em questão, tendo em vista que, apesar de mostrarem resultados de correlação com o método de referência, não atingem o critério mínimo de concordância.

**Descritores:** Antropometria; Avaliação Nutricional; composição corporal; Pesagem Hidrostática.

## Abstract

**Introduction:** A good evaluation of nutritional status requires knowledge of body composition, questioning the accuracy of some indexes. **Objective:** To analyze the accuracy of the nutritional status evaluation indexes BMI,  $BMI^{2,5}$ , BFMI and BMI<sub>fat</sub>. **Methods:** 280 subjects (aged between 17 and 48 years) participated in the study, from which the results of the BMI,  $BMI^{2,5}$ , BFMI and BMI<sub>fat</sub> indexes were analyzed, having as reference method the Hydrostatic Weighing. **Results:** The BFMI presented the highest agreement value, but classified as discrete ( $k=0,21$ ). The other indexes presented small agreement with the results of the reference method ( $k < 0,20$ ). **Conclusion:** None of the indexes investigated has good accuracy in assessing the nutritional status of the study group, considering that, although they show results of correlation with the reference method, they do not reach the minimum criterion of agreement.

**Keywords:** Anthropometry; Nutritional Evaluation; body composition; Hydrostatic Weighing.



## Introdução

É cada vez maior a necessidade de se desenvolver bons indicadores de saúde, pois é através desses indicadores que trabalham os órgãos responsáveis pela vigilância das condições de saúde da população. Para o RIPSAs<sup>1</sup> a morbidade e fatores de risco para doenças compõe um importante item da lista dos indicadores básicos para a saúde no Brasil.

O estado nutricional configura-se como um destes indicadores, pois é uma ferramenta para o estabelecimento da “taxa de prevalência de excesso de peso”, sendo que a sua alteração drástica contribui para o aumento da morbimortalidade, além disso, o desequilíbrio tanto inclinado para a desnutrição, quanto para o sobrepeso e obesidade podem desencadear fatores de risco para um variado número de agravos à saúde<sup>2</sup>. Conforme afirma Anjos<sup>3</sup>, uma boa avaliação do estado nutricional requer o conhecimento das reservas energéticas e da massa metabolicamente ativa dos indivíduos a serem avaliados, o que se deve obter através de uma avaliação da composição corporal, colocando em dúvida alguns índices que não levam isso em consideração.

Um dos índices mais utilizados para se avaliar o estado nutricional em humanos é a equação de Quetelet, ou índice de massa corporal (IMC), o qual foi assim denominado por Keys et al.<sup>4</sup>, anos depois da sua criação. Adotado pela Organização Mundial da Saúde, o IMC é considerado o indicador mais simples de avaliação de estado nutricional, envolvendo dimensões antropométricas convencionais como a massa corporal (MC) e a estatura (EST), porém, possui a limitação de não estimar a quantidade de gordura corporal<sup>5</sup>.

Apesar da sua ampla utilização alguns autores<sup>3-6</sup> recomendam cautela, pois é fundamental enfatizar que o fato da MC apresentar boa correlação com a EST não é suficiente para se recomendar a sua utilização universal. É importante que se correlacionem os valores de IMC com outras medidas de composição corporal, como o percentual de gordura corporal (% GC), por exemplo<sup>3</sup>.

Com a premissa de que o IMC representa as dimensões corporais de maneira equivocada, pois pessoas de maior EST possuem compartimentos estruturais e fisiológicos maiores que pessoas de menor EST, Trefethen<sup>7</sup> desenvolveu um novo IMC, trata-se do IMC<sup>2,5</sup>. A fórmula mais recente foi criada pelo pesquisador da Universidade de Oxford (UK) e utiliza, além das já conhecidas MC e EST, também uma correção numérica e a potência de 2,5; permitindo, segundo o pesquisador, que pessoas sejam colocadas em categorias mais adequadas à sua EST. Já existem trabalhos demonstrando a forte correlação entre o IMC tradicional e o Novo IMC<sup>8</sup>, porém este índice ainda necessita ser testado em diferentes

populações, com maiores amostras e utilizando como referência um método de avaliação do estado nutricional com melhor acurácia.

Outro índice que promete resultados mais fidedignos no momento de avaliar o estado nutricional é o Índice de Massa Gorda (IMG), desenvolvido por Van Itallie et al.<sup>9</sup>. A equação propõe uma melhor determinação da real variação de gordura corporal. O IMG leva em consideração a massa gorda (kg), a EST (m), para sua determinação. Os valores de classificação do IMG são citados por Kelly et al.<sup>10</sup>, oriundos de um estudo de validação com 1195 indivíduos adultos, utilizando a DEXA como método de referência. No entanto, Mussoi<sup>11</sup> ressalta que uma das limitações do índice é que para a sua utilização deve-se obter, obrigatoriamente, o valor de massa gorda através de algum outro método validado.

Também questionando os índices mais antigos e buscando uma melhor acurácia no momento de traçar o perfil nutricional de um indivíduo, Mialich et al.<sup>12</sup> desenvolveram o IMC ajustado pela massa gorda ( $IMC_{gordura}$ ), através de estudo com 200 indivíduos, de ambos os sexos. O  $IMC_{gordura}$  é uma equação que leva em consideração, além dos valores de MC e EST, também a massa corporal gorda (MG) do indivíduo (expressa em %). A classificação do estado nutricional segue os padrões citados por Mialich et al.<sup>13</sup>. O novo índice se propõe a caracterizar populações específicas e/ou delimitações dos pontos de corte para classificação de eutrofia, sobrepeso e obesidade.

Mesmo sendo um método de avaliação da composição corporal que expressa o seu resultado em %GC, a pesagem hidrostática (PH) pode ser utilizada como método de referência para a testagem de indicadores que expressem resultados em índices, desde que se considere para a análise o resultado diagnóstico e não a comparação dos valores absolutos obtidos. A PH é um método laboratorial utilizado em pesquisas e em estudos de validação de outros métodos, clínicos e de campo, como os de equações antropométricas<sup>14-15</sup>.

Diante do exposto, o presente estudo objetivou analisar a acurácia do IMC,  $IMC^{2,5}$ , IMG e  $IMC_{gordura}$ , como índices alternativos para avaliar o estado nutricional de adultos, de ambos os sexos; tendo como método de referência a PH.

## **Materiais e Método**

No presente estudo, que se caracteriza como descritivo-quantitativo, participaram indivíduos de ambos os sexos, residentes em Santa Maria-RS, os quais fazem parte de um projeto guarda-chuva, aprovado no comitê de ética em pesquisas com seres humanos da UFSM (CAEE – 11511112.8.0000.5346). Os dados são oriundos de coletas com voluntários

da comunidade em geral, ocorridas em um período de dois anos, por dois avaliadores com capacitação técnica e em laboratório especializado. Foram incluídos no estudo indivíduos que possuíam dados referentes à idade cronológica (anos), etnia, nível de atividade física, MC, EST e %GC.

Dessa forma, o grupo de estudos constituiu-se de 280 sujeitos, com idade entre 17 e 48 anos, dos quais foram analisados os resultados oriundos de diferentes índices para a avaliação do estado nutricional (IMC,  $IMC^{2,5}$ , IMG e  $IMC_{gordura}$ ) e da PH.

A MC foi determinada com uma balança digital da marca Marte, com resolução de 0,1 kg e capacidade de 180 kg, e a EST, com um estadiômetro fixo da marca Cardiomed®, com resolução de 0,1 cm (de acordo com os procedimentos de Stewart et al.<sup>16</sup>). O IMC foi calculado a partir da divisão da MC (kg) pela EST (m) elevada ao quadrado. O  $IMC^{2,5}$  foi determinado utilizando as variáveis de MC (kg) e EST (m), em uma equação que consiste na multiplicação da MC por 1,3 e na divisão desse resultado pela EST elevada à potência de 2,5. Para a classificação dos indivíduos, tanto pelo IMC, quanto pelo  $IMC^{2,5}$  utilizou-se os valores de referência da WHO<sup>5</sup>.

Para a determinação do IMG foram utilizadas as variáveis de MG (Kg) e EST (m), em equação onde divide-se a MG pela EST ao quadrado. Para a classificação foi utilizada a tabela de referência de Kelly et al.<sup>10</sup>.

Por fim, para calcular o IMC ajustado pela massa gorda ou  $IMC_{gordura}$  a MC (kg) é multiplicada por 3, a MG (%) multiplicada por 4, dividindo-se o valor pela EST (cm). Os critérios de classificação são de Mialich et al.<sup>13</sup>.

Constituindo o método de referência do presente estudo, para avaliar o estado nutricional através da PH utilizou-se um tanque projetado e apropriado para tal fim, sobre o qual está afixada uma balança da marca Filizola com capacidade para 6 kg e resolução de 0,01 kg, empregada para verificar o peso subaquático (PS). A temperatura da água foi controlada entre 32°C e 36°C. Os procedimentos utilizados para a verificação do peso subaquático são os descritos por Heyward<sup>17</sup>. Para a determinação da Dc por meio da PH utilizou-se a equação sugerida por Behnke e Wilmore<sup>18</sup>, a qual considera as variáveis de MC, PS, densidade da água (DA) e volume residual (VR) (equação de Goldman e Becklake<sup>19</sup>). Posteriormente a determinação da Dc aplicou-se as equações, para estimativa de %GC propostas por Heyward e Stolarczyk<sup>20</sup>. O %GC foi classificado conforme os pontos de corte de Lohman<sup>21</sup>.

Em um primeiro momento para a classificação do estado nutricional a partir dos resultados advindos dos índices investigados e da PH foram utilizados os autores já citados. No entanto, para realizar a análise dos dados a fim de atender o objetivo proposto nesta

investigação foi necessária a alocação de tais classificações em três categorias (abaixo da referência, eutrofia e acima da referência) (Figura 1), pois não é possível comparar dados cujo número de categorias para classificação sejam diferentes.

Referência	WHO (2006)	Kelly et al. (2009)	Mialich et al. (2014)	Lohman (1992)	Adequação das categorias
<b>Categorias</b>	Magreza severa	Déficit grave	Risco nutricional para a subnutrição	Risco associado à desnutrição	Abaixo da referência
	Magreza moderada	Déficit moderado		Abaixo da média	
	Ligeira magreza	Déficit leve		Média	
	Normal	Normal	Normal	Acima da média	Eutrofia
	Sobrepeso	Excesso	Obesidade	Risco associado à obesidade	Acima da referência
	Obeso classe 1	Obesidade classe 1			
	Obeso classe 2	Obesidade classe 2			
Obeso classe 3	Obesidade classe 3				

Figura 1: Adequação das categorias para a classificação do estado nutricional.

É importante lembrar que todas as análises de dados foram efetuadas considerando as características específicas de cada sujeito, como faixa etária, etnia, sexo, composição corporal e nível de atividade física. As informações referentes ao nível de atividade física do grupo de estudo, foram obtidas através do Questionário Internacional de Atividade Física – versão curta (IPAQ).

Foi utilizada a análise descritiva dos dados, o Teste de Kolmogorov-Smirnov, para a análise da normalidade; o coeficiente de correlação de Pearson para definir o grau de associação entre os índices avaliativos do estado nutricional; o diagrama de dispersão de Bland e Altman<sup>22</sup>; e o coeficiente kappa de Cohen<sup>23</sup>, para a análise da concordância. Para a confecção dos gráficos foi utilizado o programa estatístico GraphPad Prism 5.00.288; para a análise dos dados o software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, 21.0, Inc., Chicago, IL, USA)*, adotando-se como nível de significância 5%.

## Resultados

Na tabela 1 encontram-se as características gerais do grupo de estudo, divididos por sexo.

Tabela 1 – Caracterização do grupo de estudo (n=280).

Variáveis	Masculino (210)		Feminino (70)	
	Média	dp	Média	dp
Idade (anos)	23,7	5,3	21,9	3,2
Massa Corporal (kg)	78,3	11,1	62,7	11,1
Estatura (cm)	177,2	6,4	165,2	7,1
IMC (kg /m <sup>2</sup> )	24,8	2,9	22,8	3,2
%GC (PH)	17,2	5,6	27	5,4

GM= grupo masculino; GF= grupo feminino; IMC= índice de massa corporal; %GC= percentual de gordura corporal; PH= pesagem hidrostática; dp= desvio padrão.

Pode-se destacar ainda como característica do grupo estudado que a maioria era do sexo masculino (75%), de etnia branca (86,4%) e classificados como suficientemente ativos (90,5%).

Na tabela 2 estão expostos os resultados de correlação das variáveis investigadas com os resultados de %GC obtidos com o método de referência (PH).

Tabela 2 – Valores de correlação entre os resultados dos índices de estado nutricional e %GC (PH).

Índices	Masculino		Feminino	
	r	p	R	p
IMC	0,536	0,000	0,597	0,000
IMC <sup>2,5</sup>	0,525	0,000	0,619	0,000
IMG	0,716	0,000	0,628	0,000
IMC <sub>gordura</sub>	0,667	0,000	0,626	0,000

IMC = índice de massa corporal; IMC<sup>2,5</sup> = novo índice de massa corporal; IMG = índice de massa gorda; IMC<sub>gordura</sub> = índice de massa corporal ajustado pela massa gorda; PH = pesagem hidrostática; r = Coeficiente de correlação de Pearson; p = nível de significância.

Ao observar os resultados apresentados na tabela acima é possível constatar que todas as variáveis apresentaram correlação significativa com os resultados do método de referência, sendo considerada alta com o IMG e moderada com o IMC<sub>gordura</sub>, ao considerar o GM, de acordo com as categorias propostas por Mukaka<sup>24</sup>. Já no GF obteve-se correlação moderada entre os resultados de %GC oriundos da PH e os resultados do IMG, IMC<sub>gordura</sub> e IMC<sup>2,5</sup>. Os demais índices (IMC<sup>2,5</sup> e IMC, para o GM e GF, respectivamente) apresentaram correlação baixa.

Tendo como foco principal do presente estudo analisar a concordância de diagnóstico entre os índices de avaliação do estado nutricional e os resultados da PH, através do coeficiente Kappa, utilizaram-se os seguintes parâmetros<sup>25</sup>: <0 como ausência de concordância; pequena concordância de 0,00 a 0,20; concordância discreta de 0,21 a 0,40; concordância regular de 0,41 a 0,60; boa concordância de 0,61 a 0,80; muito boa concordância de 0,81 a 0,92; e excelente concordância de 0,93 a 1,00; sendo aceitável, no mínimo, uma concordância regular. A seguir (tabela 3) são apresentados os resultados da referida análise.

Tabela 3 - Concordância de diagnóstico de estado nutricional entre os índices estudados e o método de referência (PH).

Índices	Grupos PH	Masculino					Feminino				
		ABR	E	ACR	T (n)	k	ABR	E	ACR	T (n)	k
IMC	ABR	1	0	0	1		0	0	1	1	
	E	56	6	55	117	0,05	13	4	39	56	0,03
	ACR	25	8	58	91		0	1	12	13	
	T (n)	82	14	113	209		13	5	52	70	
	ABR	3	0	0	3		0	0	1	1	
E	64	10	63	137	13		4	37	54		
IMC <sup>2,5</sup>	ACR	15	4	51	70	0,09	0	1	14	15	0,05
	T (n)	82	14	114	210		13	5	52	70	
	ABR	27	1	11	39		6	1	11	18	
	E	35	10	59	104		4	2	24	30	
	ACR	0	0	29	29		0	0	3	3	
IMG	T (n)	62	11	99	172	0,21	10	3	38	51	0,08
	ABR	52	4	34	90		10	3	19	32	
	E	22	9	60	91		3	2	26	31	
	ACR	0	0	17	17		0	0	6	6	
	T (n)	74	13	111	198		13	5	51	69	
IMC gordura	ABR	52	4	34	90	0,19	10	3	19	32	0,09
	E	22	9	60	91		3	2	26	31	
	ACR	0	0	17	17		0	0	6	6	
	T (n)	74	13	111	198		13	5	51	69	

PH = pesagem hidrostática; IMC = índice de massa corporal; IMC<sup>2,5</sup> = novo índice de massa corporal; IMG = índice de massa gorda; IMC<sub>gordura</sub> = índice de massa corporal ajustado pela massa gorda; ABR= abaixo da referência; E = eutrofia; ACR = acima da referência; k = índice Kappa; T = número total de sujeitos.

Conforme os resultados apresentados acima, o IMG foi o que apresentou o resultado mais elevado de concordância de diagnóstico do estado nutricional, sendo a mesma considerada como concordância discreta. Os demais índices apresentaram pequena concordância com os resultados do método de referência. No entanto, nenhum dos índices foi capaz de atingir o nível mínimo de concordância ( $\geq 0,41$ ), indicando ser capaz de produzir um resultado adequado para o diagnóstico de estado nutricional.

Considerando que IMC<sup>2,5</sup> é um índice pouco conhecido são apresentados na figura 2 os resultados obtidos através dos diagramas de dispersão<sup>22</sup>, tendo como foco a análise de

concordância entre os valores deste índice e os resultados do IMC tradicional, expressos na mesma unidade de medida.

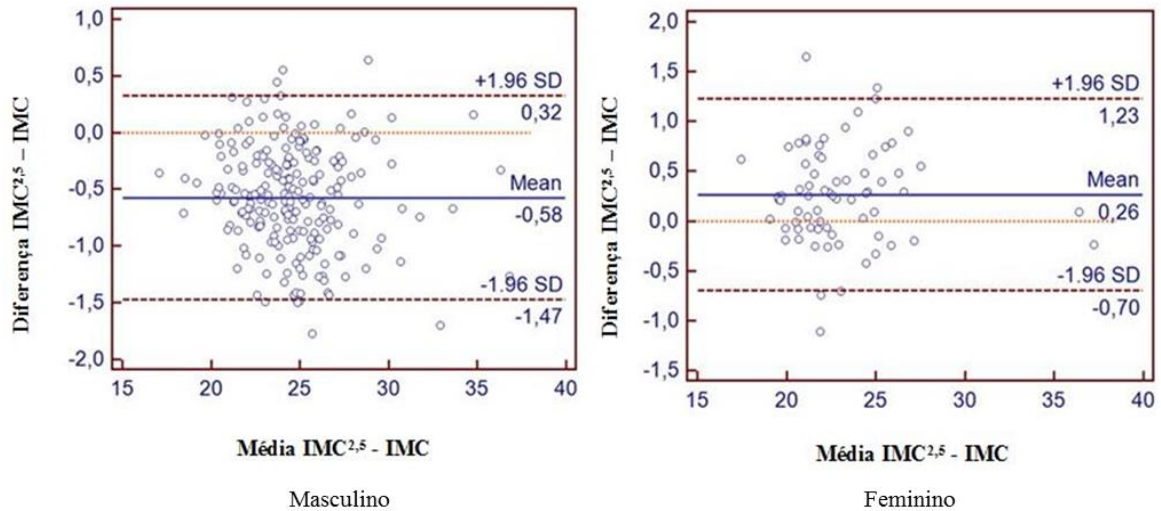


Figura 2 - Diagramas de dispersão de Bland e Altman<sup>22</sup> dos resultados do IMC tradicional comparados com os obtidos a partir do IMC<sup>2,5</sup>, para os grupos estudados.

De acordo com os diagramas de dispersão, o IMC<sup>2,5</sup> demonstrou boa concordância, com uma diferença média de  $-0,58 \text{ kg/m}^2$  e limite de concordância de  $-1,47 \text{ kg/m}^2$  a  $0,32 \text{ kg/m}^2$ , para o sexo masculino. Já para o sexo feminino a diferença média foi de  $0,26 \text{ kg/m}^2$  e o limite de concordância de  $-0,70 \text{ kg/m}^2$  a  $1,23 \text{ kg/m}^2$ .

O IMG e o IMC<sub>gordura</sub> não permitiram o uso desse tipo de análise em função dos resultados serem apresentados em índices com valores numéricos distintos dos valores apresentados pelo método de referência ou pelo próprio IMC.

## Discussão

Uma das dificuldades encontradas para a discussão dos resultados foi o fato de não terem sido encontrados na literatura estudos que se propusessem a testar a acurácia diagnóstica do IMG, tal qual é o objetivo aqui proposto. No estudo de Schutz et al.<sup>26</sup>, com 5635 adultos europeus (18-98 anos), para estabelecer a distribuição de percentis em função de faixas etárias e sexo para o IMG, observa-se que a maioria dos indivíduos, em ambos os sexos, se encontra com classificação de eutrofia, conforme os valores de referência<sup>10</sup>. O mesmo ocorreu no presente estudo, considerando também as médias de %GC semelhantes entre os estudos, o que demonstra a capacidade de avaliação do índice independente do grupo

investigado. Os pesquisadores ainda argumentam que o IMG pode se mostrar mais eficiente que o IMC, pois leva em consideração a massa gorda corporal, tendo maior valor prático para a avaliação clínica. Pode-se dizer que de certa forma este argumento é verdadeiro, pois o IMG apresentou alta correlação com o %GC (PH) e os resultados relativos ao poder de diagnóstico demonstraram concordância discreta, no entanto, esta associação de resultados foi evidenciada apenas no GM.

O  $IMC_{gordura}$  também mostrou ser uma boa opção quando se objetiva avaliar o estado nutricional de indivíduos adultos, quando considera-se os resultados de correlação. Grecco<sup>27</sup> validou o referido índice realizando estudo com 501 indivíduos, de ambos os sexos, com idade entre 17 e 38 anos. O coeficiente de determinação encontrado foi alto ( $R^2 > 0,81$ ), em relação ao IMC tradicional, considerando a validação satisfatória. No presente estudo foram encontrados valores de correlação moderados (entre 0,5 e 0,7) e uma concordância pequena relativa ao diagnóstico de estado nutricional para ambos os sexos, porém deve-se levar em consideração que, diferentemente do estudo de Grecco<sup>27</sup>, aqui foi utilizada como referência a PH, um método considerado “padrão ouro”. A mesma autora ainda ressalta que o  $IMC_{gordura}$ , desenvolvido por Mialich et al.<sup>12</sup> manteve-se superior ao diagnosticar obesidade, em relação ao IMC, mesmo quando aplicada em uma nova população de estudo.

É importante ressaltar que, apesar de baixo, o  $IMC^{2,5}$  apresentou valor de concordância melhor do que o IMC, colocando em dúvida a capacidade desse último índice em classificar o avaliado de forma adequada, quanto ao seu estado nutricional. Considerando que o  $IMC^{2,5}$  ainda é um índice pouco conhecido, sem grande divulgação no âmbito científico, existe uma dificuldade de encontrar estudos que busquem testar a sua acurácia e aplicabilidade, porém Buss et al.<sup>8</sup>, ao correlacionar os resultados do IMC e  $IMC^{2,5}$  em 26 mulheres pós menopausa, encontraram valores de coeficiente de correlação que indicam a linearidade positiva e perfeita entre ambas as equações. Além disso, estes autores indicam que o novo índice classificou um percentual maior de mulheres como acima do peso, fato que também aconteceu no GF do presente estudo. O maior valor de correlação e os resultados do diagrama de dispersão de Bland e Altman<sup>22</sup> (figura 2) no GF do presente estudo é um indicativo de que o  $IMC^{2,5}$  pode se mostrar mais eficiente ao avaliar indivíduos do sexo feminino.

Ao analisar a concordância dos índices, porém agora apenas entre valores numéricos de mesma categoria, o diagrama de dispersão indica que o  $IMC^{2,5}$  demonstra excelente concordância quando comparado ao IMC tradicional, para ambos os sexos. No entanto, quando se associa os resultados de concordância de diagnóstico de estado nutricional



evidencia-se que tanto o IMC<sup>2,5</sup>, quanto o IMC apresentam resultados que não são satisfatórios, indicando se tratar de índices inadequados para tal fim.

Constituindo o índice que apresentou os piores resultados no presente estudo, o IMC tende a classificar um percentual maior de indivíduos como eutrófico, sendo que na realidade grande parte deles deveria ser classificado como acima da referência, ou seja, com sobrepeso ou obesidade (tabela 3). Estudos vêm mostrando que o IMC não é a melhor opção ao avaliar determinadas populações<sup>6-28</sup>, porém, alguns autores mesmo assim indicam que tal índice mostra-se com boa aplicabilidade prática em estudos epidemiológicos, com uma grande amostra populacional<sup>29</sup> e com grupos de indivíduos que apresentam alguma patologia<sup>30</sup>.

A dificuldade em obter um grande número de voluntários, principalmente para o grupo feminino, caracteriza-se como limitação deste estudo. É importante frisar que ao investigar seres humanos existe uma grande gama de variáveis que precisam ser controladas e o não cumprimento de algumas orientações pré-coleta podem resultar em perda amostral significativa.

## **Conclusão**

Pode-se concluir que nenhum dos índices investigados apresenta acurácia para avaliar o estado nutricional do público em questão, tendo em vista que, apesar de mostrarem resultados significativos de correlação com o método de referência, não atingem o critério mínimo de concordância. Portanto ressalta-se a necessidade de atenção para o uso de tais índices, pois os mesmos podem levar a uma determinação equivocada do estado nutricional, podendo, conseqüentemente, ter repercussão direta no planejamento de um eventual programa de exercícios físicos e na saúde do avaliado.

Como solução sugere-se o uso de métodos de avaliação de composição corporal, sendo que estes já estão mais bem estabelecidos na literatura. Além disso, o IMG tendeu a apresentar bom resultado, mostrando-se mais eficiente que o IMC, o qual é amplamente utilizado, fato que desperta a dúvida de que tal índice possa se mostrar eficiente na avaliação de populações mais específicas. Dessa forma, mais estudos são necessários para esclarecer essas suposições.

## Referências

1. RIPSAs - Rede Interagencial de Informação para a Saúde. Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações. – 2. ed. – Brasília: Organização Pan Americana da Saúde, 2008.
2. Acuña k, Cruz T. Avaliação do Estado Nutricional de Adultos e Idosos e Situação Nutricional da População Brasileira. Arq Bras Endocrinol Metab. 2004; 48(3):345-361.
3. Anjos LA. Índice de massa corporal (massa corporal.estatura<sup>2</sup>) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. Rev. Saúde Públ. 1992; 26(6):431-6.
4. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and obesity. J Chronic Dis. 1972; 25:329-43.
5. WHO. Global Database on Body Mass Index: BMI classification. Geneva: World Health Organization; 2006.  
Disponível em: <[http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html)>
6. Lee CMY, Huxleya RR, Wildmanb RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. Journal of Clinical Epidemiology. 2008; 61:646-53.
7. Trefethen LN. New BMI (new body mass index).  
<http://people.maths.ox.ac.uk/trefethen/bmi.html> (2013). Acesso em: 4 out 2015.
8. Buss V, Franz LBB, Steinmetz SB, Manenti M, Weber ITS, Conte FA. Estado nutricional: análise de uma nova proposta de equação. XXI Seminário de Iniciação Científica da UNIJUÍ. Ijuí-RS, Brasil, 2013.
9. Van Itallie T, Yang M, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. Am J Clin Nutri. 1990; 52:953-9.
10. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES. PLoS ONE. 2009; 4(9):1-10.
11. Mussoi TD. Avaliação Nutricional na prática clínica: da gestação ao envelhecimento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
12. Mialich MS, Martinez EZ, Garcia RWD, Jordão Jr AA. New body mass index adjusted for fat mass (BMIfat) by the use of electrical impedance. International Journal of Body Composition Research. 2011; 9(2):65-72.
13. Mialich MS, Martinez EZ, Jordão Jr AA. Application of body mass index adjusted for fat mass (BMIfat) obtained by bioelectrical impedance in adults. Nutr Hosp. 2014; 30(2):417-424.

14. Guedes DP, Guedes JERP. Proposição de equações para a predição da quantidade de gordura corporal em adultos jovens. *Semina*. 1991;12:61-70.
15. Petroski EL, Pires-Neto CS. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. *Rev Bras Ativ Fís Saúde*. 1995;1:65-73.
16. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder HD. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Lower Hutt: The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK); 2011.
17. Heyward V. *Avaliação Física e Prescrição de Exercícios: técnicas avançadas*. Porto Alegre: Artmed, 2013.
18. Behnke AR, Wilmore JH. *Evaluation and Regulation of Body Build and Composition*. Englewood Cliffs: Prentice Hall; 1974.
19. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. *American Review Respiratory Disease*. 1959; 79:457-467.
20. Heyward V, Stolarczyk LM. *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo: Malone, 2000.
21. Lohman TG. *Advances in body composition assessment*. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1992.
22. Bland J, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *The Lancet*. 1986; 12:307-310.
23. Cohen JA. Coefficient of agreement for nominal scales. *Education Psychology*. 1960; 20:37-46.
24. Mukaka MM. Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal*. 2012; 24(3):69-71.
25. Byrt T. How good is that agreement? *Rev. Epidemiology*. 1996; 7(5): 561.
26. Schutz Y, Kyle UUG, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18 – 98 y. *International Journal of Obesity*. 2002; 26:953-960.
27. Grecco MSM. Validação de índice de massa corporal (IMC) ajustado pela massa gorda obtido por impedância bioelétrica. 2012. 175 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.
28. Vieira WO, Rocha AC. Utilização do índice de massa corporal e equações preditivas para a estimativa do percentual de gordura corporal. *ConScientiae Saúde*. 2015; 14(2): 257-262.
29. Da silva VS, Souza I, Silva DAS, Da Fonseca MJM. Prevalence and factors associated with overweight in adults - Brazil, 2008-2009. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2014; 16(2):161-170.

30. Montenegro MR, Walter RM, Morimoto JM, Paternez ACAC. Correlação dos métodos de avaliação nutricional de pacientes submetidos à hemodiálise. *Revista Saúde e Pesquisa*. 2015; 8(2):267-275.

## 4 DISCUSSÃO

A presente dissertação, a qual objetivou analisar a acurácia de diferentes indicadores para avaliar o estado nutricional de adultos, tendo como método de referência a PH, teve os seus resultados divididos em dois estudos. O primeiro estudo, intitulado “*Aplicabilidade de indicadores alternativos para estimar a gordura corporal de homens e mulheres*” expõe os resultados da comparação de métodos duplamente indiretos, os quais foram desenvolvidos com o intuito de oferecer maior praticidade no momento da avaliação. Os indicadores CUN-BAE, IAC, E-DC e IB expressam resultados em percentual de gordura corporal.

Por sua vez o segundo estudo, intitulado “*Acurácia de índices alternativos para avaliar o estado nutricional de homens e mulheres*” buscou expor os resultados da comparação de índices que foram desenvolvidos com o objetivo de fornecer parâmetros mais acurados de classificação do estado nutricional e com maior fidedignidade do que os índices convencionais utilizados atualmente. Os índices IMC,  $IMC^{2,5}$ , IMG e  $IMC_{gordura}$  expressam resultados na unidade de medida  $kg/m^2$ .

Sabe-se da necessidade de que se desenvolvam bons indicadores de saúde, pois é através deles que trabalham tanto órgãos privados, como governamentais, os quais são responsáveis pela vigilância das condições de saúde da população. Para o RIPSA (2008) a morbidade e fatores de risco para doenças compõe um importante item da lista dos indicadores básicos para a saúde no Brasil. Esses indicadores de saúde, no âmbito da Cineantropometria, podem compreender tanto os indicadores de avaliação do estado nutricional que expressam valores em %GC, quanto os índices.

Além disso, é importante frisar que uma boa avaliação do estado nutricional requer o conhecimento das reservas energéticas e da massa metabolicamente ativa dos indivíduos a serem avaliados, o que se deve obter através de uma avaliação da composição corporal, colocando em dúvida alguns indicadores que não levam isso em consideração (ANJOS, 1992).

Dessa forma, após analisar os resultados já expostos, é possível destacar alguns indicadores que apresentaram melhor acurácia no momento de avaliar o presente grupo de estudos. As equações de estimativa a partir de dobras cutâneas, ou aqui chamado de E-DC foi o indicador que apresentou melhor resultado, entre aqueles que estimam %GC. As E-DC destacaram-se com maior aplicabilidade, principalmente para o sexo masculino, corroborando com os estudos de Both et al. (2014), que testou as equações de Petroski (1995), porém nem todas as equações de estimativa a partir de DC demonstram bons resultados, como mostra o

estudo de Fagundes e Boscaini (2014). Fato que demonstra ainda mais a boa aplicabilidade das equações por DC selecionadas no presente estudo.

A IB também se sobressaiu como um bom método para estimar a gordura corporal do grupo masculino, porém ainda gera controvérsias no momento de avaliar indivíduos do sexo feminino. O estudo de Rech et al. (2005) sugere que a IB bipolar possa apresentar maior acurácia que a IB tetrapolar, ao avaliar o público feminino.

Os indicadores IAC e CUN-BAE demonstraram resultados pouco satisfatórios quanto a sua capacidade de estimar o %GC do grupo em questão, ainda que o IAC tenda a apresentar boa concordância para avaliar o público feminino, corroborando com o estudo de Lara et al. (2014). O mesmo estudo também coloca em evidência a fragilidade do CUN-BAE, quando comparado a um método de alta acurácia (DEXA). Por outro lado Martins et al. (2015) mostram que o CUN-BAE pode ser uma boa opção para a avaliação de grupos específicos, como no caso indivíduos com sobrepeso ou obesidade.

No que diz respeito aos índices de avaliação do estado nutricional, o IMG e o  $IMC_{gordura}$  foram os que apresentaram maior concordância com o método de referência, muito embora essa concordância classifique-se no máximo como discreta (BYRT, 1996). Schutz et al. (2002) encontraram resultados considerados satisfatórios do IMG, quando comparado ao IMC tradicional, porém quando utilizado um método de referência considerado “padrão ouro” tal índice mostra-se com acurácia insuficiente. Nesse mesmo sentido está o  $IMC_{gordura}$ , que teve a sua validação efetuada por Grecco (2012), comparando o índice ao IMC. A autora ressalta que o  $IMC_{gordura}$  manteve-se superior ao IMC tradicional no momento de diagnosticar obesidade, porém o presente estudo mostra que mesmo assim o referido índice pode classificar os indivíduos avaliados de forma inadequada, tendendo a subestimar o seu estado nutricional.

Ainda sendo um índice pouco conhecido, sem grande divulgação no âmbito científico o  $IMC^{2.5}$  demonstrou excelente concordância quando comparado ao IMC tradicional, de acordo com o diagrama de dispersão de Bland e Altman (1986). Esses resultados vão ao encontro dos achados de Buss et al. (2013), que verificou alta correlação, indicando a linearidade positiva entre ambas as equações, ao avaliar um grupo de mulheres. Porém, no grupo feminino do presente estudo foi observada correlação moderada entre o referido índice e os resultados da PH.

Embora o  $IMC^{2.5}$  apresente maior correlação com a PH, do que o IMC ao avaliar o público feminino em questão, quando se associa os resultados de concordância de diagnóstico

de estado nutricional evidencia-se que ambos os índices apresentam resultados que não são satisfatórios, indicando se tratar de índices inadequados para tal fim.

É possível observar que alguns estudos, como os citados anteriormente (Schutz et al., 2002; Grecco, 2012), ainda utilizam o IMC como referência. Essa prática mostra-se cada vez mais equivocada, pois conforme o presente estudo, o IMC apresentou os piores resultados quando comparado com a PH e tende a classificar um percentual maior de indivíduos como eutrófico, sendo que na realidade grande parte deles deveria ser classificado com sobrepeso ou obesidade. Indo ao encontro de tais resultados também estão os estudos de Vieira et al. (2015) e Lee et al. (2008) os quais vêm mostrando que o IMC não é a melhor opção ao avaliar determinadas populações.

É possível citar como limitação deste estudo a dificuldade em obter um grande número de voluntários, principalmente para o grupo feminino, visto que ao investigar seres humanos existe uma grande gama de variáveis que precisam ser controladas e o não cumprimento de algumas orientações pré-coleta podem resultar em perda amostral significativa. Salienta-se também que as medidas de DC a pesar serem bem aceitas por pesquisadores desta área, podem sofrer influência principalmente da habilidade do avaliador, produzindo erros de estimativa. Entretanto, nesse estudo, reduziu-se essa influência, utilizando-se avaliadores experientes e verificando-se o erro de medida intra e interavaliadores, o qual foi inferior a 5%. A impossibilidade de mensurar diretamente o volume residual durante a pesagem hidrostática, também se caracteriza como uma limitação, o que pode levar a erros na estimativa da gordura corporal, porém as equações de estimativa de VR são amplamente utilizadas e mostram que podem produzir erros de estimativa aceitáveis.

## 5 CONCLUSÃO

Considerando os resultados dos dois focos de estudos propostos nessa dissertação é possível concluir que, de uma forma geral, os indicadores E-DC e IB foram os que apresentaram a melhor aplicabilidade e acurácia para estimar a gordura corporal de adultos, do sexo masculino, tendo destaque as E-DC por apresentarem melhores resultados. Já para o sexo feminino os indicadores apresentaram resultados pouco satisfatórios. Dessa forma, sugere-se cautela ao aplicar tais métodos de avaliação, principalmente no sexo feminino, lembrando que em faixas etárias mais específicas, alguns dos indicadores aqui estudados poderão apresentar bom resultado.

Quanto aos índices investigados nenhum deles apresentou acurácia para avaliar o estado nutricional de adultos de ambos os sexos, tendo em vista que, apesar de mostrarem correlação altamente significativa com os resultados do método de referência, não atingem o critério mínimo de concordância. Ressalta-se ainda que o uso de indicadores e índices de avaliação do estado nutricional com acurácia duvidosa pode levar a uma determinação equivocada do mesmo, podendo, conseqüentemente, ter repercussão direta no planejamento de um eventual programa de exercícios físicos e na saúde do avaliado.

Como solução sugere-se o uso de métodos de avaliação de composição corporal, sendo que estes já estão mais bem estabelecidos na literatura. Além disso, o IMG tendeu a apresentar bom resultado, mostrando-se mais eficiente que o IMC, o qual é amplamente utilizado, fato que desperta a dúvida de que tal índice possa se mostrar eficiente na avaliação de populações mais específicas. Dessa forma, mais estudos são necessários para esclarecer essas suposições.

Ademais, é possível afirmar que todos os indicadores aqui estudados ainda carecem de maiores investigações, principalmente em grupos populacionais específicos, estabelecendo pontos de corte, tanto na faixa etária, quanto na classificação de estado nutricional.



## REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Manual do ACMS para avaliação da aptidão física relacionada à saúde**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.
- ANJOS, L. A. Índice de massa corporal ( $\text{massa corporal}/\text{estatura}^2$ ) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. **Rev. Saúde Públ.**, v. 26, n. 6, p. 431-6, 1992.
- BARROS, M. V. G. D. et al. **Análise de dados em saúde**. Londrina: Midiograf, 2012. 307 p.
- BEHNKE, A. R. Physiologic Studies Pertaining to Deep Sea Diving and Aviation, Especially in Relation to the Fat Content and Composition of the Body: The Harvey Lecture, March 19, 1942. **Bulletin of the New York Academy of Medicine**, v.18, n.9, p. 561-85, 1942.
- BERGMAN, R. N. et al. A Better Index of Body Adiposity. **Obesity**. v.19, p.1083–1089, 2011.
- BYRT, T. How good is that agreement? **Rev. Epidemiology**. v. 7, n. 5, p. 561, 1996.
- BLAND, J.; ALTMAN, D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. **The Lancet**, v.12, p. 307-310, 1986.
- BOTH, D. R.; MATHEUS, S. C.; BEHENCK, M. S. Validação de equações antropométricas específicas e generalizadas para estimativa do percentual de gordura corporal em estudantes de Educação Física do sexo masculino. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.29, n.1, p.13-23, 2015.
- BOTH, D.R. **Determinação e concordância dos componentes da composição corporal obtidos a partir de diferentes métodos avaliativos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação Física), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- BROZEK, J. et al. Densitometric Analysis of Body Composition: Revision of Some Quantitative Assumptions. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.110, p. 113-40, Sep 26, 1963.
- BUSS, V. et al. Estado nutricional: análise de uma nova proposta de equação. In: XXI Seminário de Iniciação Científica da UNIJUÍ, 2013, Ijuí. **Anais...** Ijuí: UNIJUÍ, 2013. Disponível em:  
<<https://revistas.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/viewFile/2006/1671>> . Acesso em: 20 out. 2016.
- CARVALHO, A. B. R. D.; PIRES-NETO, C. S. Desenvolvimento e validação de equações para estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em homens. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.3, n.1, p. 14-21, 1998.
- COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Education Psychology**, v.20, p. 37-46, 1960.

FIDANZA, F.; KEYS, A.; ANDERSON, J. T. Density of Body Fat in Man and Other Mammals. **Journal of Applied Physiology**, v.6, n.4, p. 252-256, 1953.

FAGUNDES, M. M.; BOSCAINI, C. Perfil antropométrico e comparação de diferentes métodos de avaliação da composição corporal de atletas de futsal masculino. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 8, n. 44, p. 110, 2014.

FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GOLDMAN, H. I.; BECKLAKE, M. R. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. **American Review Respiratory Disease**, v.79, p. 457-467, 1959.

GOMEZ-AMBROSI, J. et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. **Diabetes Care**, v.35, n.2, p. 383-8, 2012.

GRECCO, M. S. M. **Validação de índice de massa corporal (IMC) ajustado pela massa gorda obtido por impedância bioelétrica**. 2012. 175 p. Tese (Doutorado em Ciências Médicas) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

GUEDES, D. P. **Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários**. 1985. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1985.

GUEDES, D. P. Procedimentos clínicos utilizados para análise da composição corporal. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.** v.15, n.1, p.113-129, 2013.

HEYMSFIELD, S. B. et al. Chemical Determination of Human-Body Density In vivo - Relevance to Hydrodensitometry. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.50, n.6, p. 1282-1289, Dec,1989.

HEYWARD, V.; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Malone, 2000.

HEYWARD, V. **Avaliação Física e Prescrição de Exercícios: técnicas avançadas**. Porto Alegre: Artmed, 2013.

HEYWARD, V.; WAGNER, D. **Applied Body Composition Assessment**. Champaign, IL: Human Kinetics. P.280, 2004.

KELLY, T. L.; WILSON, K. E.; HEYMSFIELD, S. B. Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES. **PLoS ONE**. v. 4, n. 9, p. 1-10, 2009.

LARA, J. et al. Accuracy of three novel predictive methods for measurements of fat mass in healthy older subjects. **Aging Clin Exp Res**. v. 26, p. 319–325, 2014.

- LEE, C. M. Y. et al. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. **Journal of Clinical Epidemiology**. v. 61, p. 646-53, 2008.
- LOHMAN, T. G. **Advances in body composition assessment**. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1992.
- LUKASKI, H. C. et al. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. **Journal of Applied Physiology**, v.60, n.4, p. 1327-32, Apr, 1986.
- MARTIN, A. D.; DRINKWATER, D. T. Variability in the measures of body fat. Assumptions or technique? **Sports Medicine**, v.11, n.5, p. 277-88, 1991.
- MARTINS, G. Q. et al. Comparação de equações antropométricas para estimativa da gordura corporal em indivíduos com excesso de peso. **Nutr. clín. diet. hosp.** v.35, n.3, p: 27-33, 2015.
- MATTSSON, S.; THOMAS, B. J. Development of methods for body composition studies. **Physics in Medicine and Biology**, v.51, n.13, p. 20, 2006.
- MELLO, E. D. O que significa a avaliação do estado nutricional. **Jornal de Pediatria**. v.78, n.5, p.357-358, 2002.
- MIALICH, M.S. et al. New body mass index adjusted for fat mass (BMI<sub>fat</sub>) by the use of electrical impedance. **International Journal of Body Composition Research** v. 9, n.2, p: 65-72, 2011.
- MIALICH, M. S.; MARTINEZ, E. Z.; JORDÃO JR, A. A. Application of body mass index adjusted for fat mass (BMI<sub>fat</sub>) obtained by bioelectrical impedance in adults. **Nutr Hosp.** v.30, n2, p: 417-424, 2014.
- MITCHELL, H. H. et al. The Chemical Composition of the Adult Human Body and Its Bearing on the Biochemistry of Growth. **Journal of Biological Chemistry**, v.158, n.3, p. 625-637, 1945.
- PETROSKI, E. L. **Antropometria - técnicas e padronizações**. Jundiaí: Editora Fontoura, 2011. 208 p.
- PETROSKI, E. L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos**. 1995. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano: Cineantropometria) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.
- PETROSKI, E. L.; PIRES-NETO, C. S. Análise do peso hidrostático nas posições sentada e grupada em homens e mulheres. **Revista kinesis**. v. 8, n. 2, p.49-62, 1992.
- QUEIROGA, M. R.; FERREIRA, S. A.; ROMANZINI, M. Perfil antropométrico de atletas de futsal feminino de alto nível competitivo conforme a função tática desempenhada no jogo. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.** v.7, n.1, p. 30-34, 2005.

RECH, C. R. et al. Comparação da absorptometria radiológica de dupla energia, antropometria e impedância bioelétrica na avaliação da composição corporal em mulheres. **http://www.efdeportes.com/ Revista Digital**. v. 91, p.1-8, 2005.

RIPSA - REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE. **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. Brasília: Organização Pan Americana da Saúde, 2008.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density analysis of methods. **National Academy Press**, p. 223-244, 1961.

STEWART, A. et al. **International Standards for Anthropometric Assessment**. Lower Hutt: The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK); 2011.

SCHUTZ, Y.; KYLE, U. U. G.; PICHARD, C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18 – 98 y. **International Journal of Obesity**. v. 26, p. 953-960, 2002.

THOMAS, J.; NELSON, J.; SILVERMAN, S. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

NEW BMI (new body mass index). In: L. N. Trefethen homepage. Oxford: 2013. Disponível em: <<http://people.maths.ox.ac.uk/trefethen/bmi.html>>. Acesso em: 4 out. 2015.

VAN ITALLIE, T. et al. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. **Am J Clin Nutri.**, v. 52, p. 953-9, 1990.

VIEIRA, W. O.; ROCHA, A. C. Utilização do índice de massa corporal e equações preditivas para a estimativa do percentual de gordura corporal. **ConScientiae Saúde**. v. 14, n. 2, p. 257-262, 2015.

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

WIDDOWSON, E. M.; McCANCE, R. A.; SPRAY, C. M. The Chemical Composition of the Human Body. **Clinical Science**, v.10, n.1, p. 113-125, 1951.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Database on Body Mass Index: BMI classification**. Geneva, 2006. Disponível em: <[http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html)>. Acesso em: 14 jul. 2016.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity and overweight**. Geneva, 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>>. Acesso em: 28 out. 2016.

## **APÉNDICES**

## APÊNDICE A – 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. Evitar alimentos que causem gases.
- **Urinar** – urinar no mínimo até 30 minutos antes da avaliação.

Obs.: Trazer toalha e roupa de banho para avaliação.

**Laboratório de Cineantropometria – CEFD – UFSM – Sala 1028**

**Fone: (55) 3220-8875**

**e-mail: gamp.pereira@gmail.com**

## APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO.

### DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome do sujeito					Sexo	M	F
Idade		Fone					
Etnia				Desporto			
Data de nascimento				Nome do avaliador			
Data da avaliação				Nome do anotador			

### ANTROPOMETRIA

Medidas básicas	1ª medida	2ª medida		
Massa corporal				
Estatura				
Dobras cutâneas	1ª medida	2ª medida	3ª medida	Média
Subescapular				
Tríceps				
Bíceps				
Peitoral				
Axilar				
Crista-íliaca				
Abdominal				
Coxa média				
Coxa terço superior				
Panturrilha				
Perímetros	1ª medida	2ª medida		
Quadril				

### PESAGEM HIDROSTÁTICA

Peso da cadeira		Temp. Água	
-----------------	--	------------	--

Tent.	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	Res.
Peso sub.											

### IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA

% Gordura corporal		Peso ideal (min/max)	
Peso de gordura (kg)		Massa magra (kg)	
% Gordura alvo (min/max)		% Massa magra	
IMC (kg/m <sup>2</sup> )		Água (L)	
Resistência (Ω)		% Água	
TMB (kcal)		% Água ideal (min/max)	