

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

JOSIEL GOMES RIBEIRO

**CONCORDÂNCIA DE TÉCNICAS DUPLAMENTE INDIRETAS NA ANÁLISE DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL BIDIMENSIONAL EM DIFERENTES FAIXAS DO
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL**

Manaus
2022

JOSIEL GOMES RIBEIRO

**CONCORDÂNCIA DE TÉCNICAS DUPLAMENTE INDIRETAS NA ANÁLISE DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL BIDIMENSIONAL EM DIFERENTES FAIXAS DO
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Amazonas como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde, na linha de pesquisa: Pesquisa clínica e saúde.

Orientador Prof. Dr. Ewertton de Souza Bezerra

Manaus
2022

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R484c Ribeiro, Josiel Gomes
Concordância de técnicas duplamente indiretas na análise da
composição corporal bidimensional em diferentes faixas do índice
de massa corporal / Josiel Gomes Ribeiro . 2022
98 f.: il. color; 31 cm.

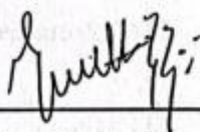
Orientador: Ewertton de Souza Bezerra
Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. Composição Corporal. 2. Antropometria. 3. Bioimpedância. 4.
Índice de Massa Corporal. I. Bezerra, Ewertton de Souza. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

JOSIEL GOMES RIBEIRO

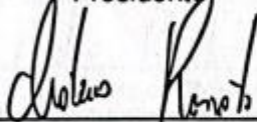
**CONCORDÂNCIA DE TÉCNICAS DUPLAMENTE INDIRETAS NA ANÁLISE DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL BIDIMENSIONAL EM DIFERENTES FAIXAS DO
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL**

Banca examinadora



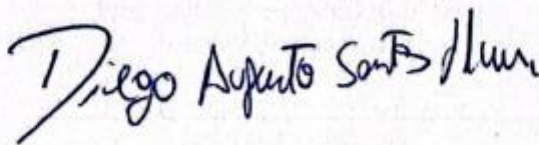
Prof. Dr. Ewertton de Souza Bezerra

Presidente



Prof. Dr. Mateus Rossato

Membro Interno (UFAM)



Prof. Dr. Diego Augusto Santos Silva

Membro Externo (UFSC)

Este trabalho é dedicado aos meus pais,
que com muita luta e persistência me
mostram diariamente que a educação é o
caminho do êxito.

AGRADECIMENTOS

“A gratidão é uma emoção benéfica que representa o reconhecimento por um bem adquirido, frequentemente acompanhado por um desejo de retribuição. Pode ser encarada como uma filosofia de vida pela qual a pessoa se coloca num posicionamento efetivo de agradecer por todas as circunstâncias vivenciadas” diante disso, expresso o meu muito OBRIGADO.

A DEUS, em sua infinita misericórdia para comigo, me dando o sustento e a força necessária para vencer os obstáculos da vida.

Aos meus Pais, Josias e Jaecy, pelo amor, carinho, incentivo e apoio incondicional.

A minhas irmãs, Josiane e Josielly, pela parceria, cumplicidade e suporte nas mais diversas situações da vida.

Ao meu querido e amado sobrinho, Josias Neto, por transmitir um amor puro e incomparável.

Ao meu amigo e compadre, Jaisson, por persistir, acreditar e me incentivar nessas caminhadas da vida.

Ao meu orientador, Ewertton Bezerra, por ser além de professor um bom amigo, que aceita os desafios, que cobra, que corrige, mas também que elogia, engradece e se alegra com o êxito em minha formação acadêmica.

A minha namorada, Kaellen, por estar comigo nessa trajetória e por compreender que a distância muitas vezes é necessária, para que possamos alçar voos ainda maiores.

A minha amiga, Ioni, pelo suporte, ombro amigo e incentivo nessa larga estrada da vida.

Aos meus amigos, Luhan, Renan, Jansen e Ellen por se fazerem presente, apoiando e acreditando que as conquistas são possíveis em seus mais altos patamares.

Aos meus amigos Luan, Jessica, Raquel e João, por celebrarem todas as minhas vitórias nesses mais de 10 anos de amizade.

Aos meus amigos da trajetória acadêmica, Beatrice, Aluísio, Joane, Joaquim, Rômulo e Rosiane, pelas conversas, ajudas, conquistas e por terem vivenciado esse mestrado diretamente comigo.

Ao Professor, Cassiano Rech, pelos ensinamentos, disponibilidade e paciência durante esse percurso.

As empresas Ergofísio e Cardiofit Manaus, na pessoa do meu amigo Leandro, que me deram assistência durante toda esta jornada.

Ao Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Ciências da Saúde, na pessoa da Prof^a Dra. Roberta Lins, por todo auxílio durante este curso.

Aos colegas do LEDEHU, que me auxiliaram no entendimento sobre as técnicas e equipamentos, além de sempre oferecerem suporte para meu estudo.

A agência de fomento do Governo do Estado do Amazonas (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM), por todo suporte em diversos momentos.

E por fim, a todas as pessoas que direta e indiretamente me ajudaram, apoiaram e incentivaram para conclusão deste curso de mestrado.

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas”.

(Carl Sagan)

RESUMO

Tendo em vista, a importância da avaliação da composição corporal, seja na determinação da condição física, ou na prevenção e tratamento de diversas doenças e a carência de estudos que apontem os métodos de avaliação duplamente indiretos na análise do percentual de gordura corporal em indivíduos nas diferentes faixas de IMC, o presente estudo tem por objetivo verificar a concordância desses métodos para análise do %GC em comparação com os dados do %GC obtidos através da ADP (técnica de referência) em adultos com Índice de massa corporal classificadas com peso normal, sobrepeso e obesos, residentes na cidade de Manaus. Este estudo, se ramifica em dois artigos, o artigo um, tem como objetivo investigar a concordância e a reprodutibilidade de um aparelho portátil de miografia por impedância elétrica (MIE - SKULPT®) para estimativa do percentual de gordura corporal em adultos jovens, com isso, neste estudo participaram sessenta adultos jovens voluntários (homens, n=30; mulheres, n=30) que foram submetidos a avaliação do %GC por meio da ADP e por medições através da miografia por impedância elétrica (MIE). O estudo 1, mostra que o MIE apresenta boa confiabilidade intra e interdias, porém pode superestimar o percentual de gordura corporal em relação ao ADP tanto para homens quanto para mulheres. Profissionais de saúde e fitness podem ser incentivados a usar o MIE para monitoramento longitudinal da gordura corporal. O segundo artigo, têm por objetivo comparar a concordância entre diferentes equações antropométricas para a estimativa do percentil de gordura corporal de indivíduos com sobrepeso e obesidade, para isso, foi realizada uma análise retrospectiva com quatrocentos e cinquenta e um adultos (357 mulheres e 94 homens) com sobrepeso e obesidade realizado entre 2015 e 2020 a partir do banco de dados do Laboratório de Estudo do Desempenho Humano (LEDEHU) da Universidade Federal do Amazonas. O estudo 2, conclui que as equações antropométricas propostas na literatura diferem em relação à capacidade preditiva do % GC. Indicando ser necessário um cuidado na sua aplicabilidade para estimativas do %GC em adultos com sobrepeso e obesidade, residentes na cidade de Manaus.

Palavras chave: Composição Corporal, Índice de Massa Corporal, Bioimpedância, Antropometria

ABSTRACT

In view of the importance of assessing body composition, whether in determining physical condition, or in the prevention and treatment of various diseases, and the lack of studies that point to doubly indirect assessment methods in the analysis of the percentage of body fat in individuals in different BMI ranges, the present study aims to verify the agreement of these methods for the analysis of %BF in comparison with the %BF data obtained through air displacement plethysmography (reference technique) in adults with classified body mass index with normal weight, overweight and obese, residing in the city of Manaus. This study, which is divided into two articles, article one, aims to investigate the agreement and reproducibility of a portable electrical impedance myography device (MIE - SKULPT®) to estimate the percentage of body fat in young adults, with this , participated in this study sixty young adult volunteers (men, n=30; women, n=30) who were submitted to %BF assessment through ADP and measurements through electrical impedance myography (EIM). Study 1 shows that the LIM has good intra- and inter-day reliability, but it can overestimate the percentage of body fat in relation to the ADP for both men and women. Health and fitness professionals can be encouraged to use the MIE for longitudinal monitoring of body fat. The second article aims to compare the agreement between different anthropometric equations for estimating the body fat percentile of overweight and obese individuals. with overweight and obesity carried out between 2015 and 2020 from the database of the Laboratory for the Study of Human Performance (LEDEHU) of the Federal University of Amazonas. Study 2 concludes that the anthropometric equations proposed in the literature differ in relation to the predictive capacity of the % BF. Indicating that it is necessary to be careful in its applicability to %BF estimates in overweight and obese adults residing in the city of Manaus.

Keywords: Body Composition, Body Mass Index, Bioimpedance, Anthropometry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo dos cinco níveis da composição corporal.	22
Figura 2 - Corpo humano segmentado na forma de cilindros e resistências	28
Figura 3 -Tipos de bioimpedância: bipolar (A, B), tetrapolar (C), Octopolar (D).....	29
Figura 4 - Miografia por impedância elétrica através do aparelho SKULPT®. A- Dispositivo SKULPT. B- Aplicação com a corrente elétrica em diferentes profundidades e baixa amplitude. C- Interface do smartphone disponível durante a análise MIE, possibilitando realizar varredura de corpo inteiro, varredura rápida em três pontos e análise única.....	33
Figura 5- Posicionamento da miografia por impedância elétrica. A = Tríceps; B = Abdômen; e C = Coxa.....	47
Figura 6 - Aparelho de Plestimógrafo utilizado na avaliação da composição corporal dos participantes.	48
Figura 7 - Gráficos de Bland-Altman e regressão linear simples entre as medidas de ADP e MIE de gordura corporal (%), para todos os participantes (A e B), mulheres (C e D) e homens (E e F). As linhas pontilhadas na área colorida dos gráficos de Bland-Altman representam a média de viés e o intervalo de confiança de 95%. MIE, miografia por impedância elétrica; ADP, pletismografia por deslocamento de ar; análise de covariância, erro padrão de estimativa.....	50
Figura 8 - Concordância entre diferentes equações antropométricas e a Pletismografia por Deslocamento de Ar para predizer a gordura corporal em mulheres com sobrepeso (representado círculo) e obesidade (representado pelo triângulo). Equação Deurenberg homens (painel A) e mulheres (painel B e E); Equação Lean mulheres (painel C e F), Equação Gallagher mulheres (painel D).	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Equações unifrequenciais de bioimpedância elétrica	31
Quadro 2- Equações antropométricas validadas descritas na literatura	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação de gordura corporal (%) entre miografia de impedância elétrica e pletismografia de deslocamento de ar (validade), entre miografia de impedância elétrica no dia 1 e 2 (reprodutibilidade entre dias) e entre medidas de miografia de impedância	51
Tabela 2 - Equações preditivas para estimativa da densidade (DC) e gordura corporal (%GC), propostas por diversos autores e utilizadas no presente estudo.....	64
Tabela 3 - Características de adultos com sobrepeso e obesidade. Manaus, Brasil 2020 (n=451)	65
Tabela 4 - Concordância entre diferentes equações antropométricas e a pletismografia por deslocamento de ar para predição de gordura corporal em homens com sobrepeso ou obesidade	66
Tabela 5 - Concordância entre diferentes equações antropométricas e a Pletismografia por Deslocamento de Ar para predizer a gordura corporal em mulheres com sobrepeso ou obesidade.	66

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	27
----------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS

CC - Composição corporal
DXA – Absorciometria De Raios-X De Dupla Energia
PH - Pesagem Hidrostática
RM - Ressonância Magnética
ADP – Pletismografia por Deslocamento de AR
TC – Tomografia Computadorizada
MLG – Massa Livre de Gordura
2C – Dois compartimentos
3C – Três compartimentos
4C – Quatro compartimentos
IMC – Índice de Massa corporal
BIA - Bioimpedância Elétrica
AF – Ângulo de Fase
MIE – Miografia de Impedância Elétrica
%GC – Percentil de gordura corporal
DC – Dobras Cutâneas
EB – Espectroscopia de Bioimpedância
MPIE – Miografia portátil de impedância Elétrica
QM- Qualidade Muscular
EM – Espessura Muscular
ETAS – Espessura Muscular do tecido adiposo

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	14
1.0 INTRODUÇÃO	15
2.0 – JUSTIFICATIVA.....	19
3.0 – OBJETIVOS	20
3.1 <i>Objetivos Gerais</i>	20
3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	20
4.0 REVISÃO DA LITERATURA.....	21
4.1 <i>Modelos de análise da composição corporal.....</i>	21
4.2 <i>Pletismografia por deslocamento de Ar</i>	23
4.3 <i>Bioimpedância Elétrica.....</i>	26
4.3.1 <i>Miografia de Impedância Elétrica.....</i>	32
4.4 <i>Antropometria</i>	36
ARTIGO 1	40
Concordância e reprodutibilidade de um aparelho portátil de miografia por impedância elétrica para estimativa do percentual de gordura corporal em homens e mulheres com peso normal.....	40
Resumo.....	41
Abstract	42
5.0 INTRODUÇÃO	43
6.0 MATERIAIS E MÉTODOS.....	45
7.0 RESULTADOS.....	49
8.0 DISCUSSÃO	52
CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54
ARTIGO 2.....	57
Concordância entre diferentes equações antropométricas e a pletismografia por deslocamento de ar para predição da gordura corporal em adultos com sobrepeso e obesidade.	57

Resumo.....	58
Abstract	59
9.0 INTRODUÇÃO	60
10.0 MATERIAIS E MÉTODOS	62
11.0 RESULTADOS.....	65
12.0 DISCUSSÃO	69
CONCLUSÃO.....	73
.REFERÊNCIAS	74
13.0 CONCLUSÃO	77
14.0 REFERÊNCIAS.....	78
APÊNDICE A – Metodologia de buscas dos artigos científicos na base de dados científicos PUBMED:	84
ANEXO 1 – Confirmação da submissão artigo 1 para revista científica.....	85
ANEXO 2 - Parecer de aprovação do Comitê de Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas.....	86
ANEXO 3 – Termo de anuência do LEDEHU para uso do banco de dados.....	90
ANEXO 4 – Descrição das circunferências a partir do protocolo elaborado por SILVA et al. 2020 e VARGAS, 2010.	91

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação conta no item **1.0 INTRODUÇÃO**, uma problematização geral acerca do tema geral da dissertação, seguida do item **2.0 JUSTIFICATIVA** e **3.0 OBJETIVOS**, logo após, no tópico **4.0 REVISÃO DA LITERATURA** há descrita uma breve revisão bibliográfica sobre os principais temas trabalhados nesta dissertação, esta parte foi apresentada como capítulo para publicação no livro **Desempenho humano: vertentes do exercício físico e esporte**.

Os resultados que fazem parte desta dissertação estão apresentados sob a forma de dois artigos. O **artigo 1** foi submetido ao periódico *Journal of Physical Activity & Health* o **artigo 2** será submetido ao periódico *European Journal of Clinical Nutrition*. As seções Introdução, Métodos, Resultados, Discussão e Referências encontram-se nos respectivos artigos científicos.

O item **13.0 CONCLUSÃO** propôs comentários gerais sobre os resultados compreendidos nos dois artigos. As **REFERÊNCIAS** se reportam somente às citações que aparecem nos itens **1.0 INTRODUÇÃO** e **4.0 REVISÃO DA LITERATURA**.

1.0 INTRODUÇÃO

O estado nutricional, foi definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como a condição do corpo, resultante do equilíbrio da ingestão, absorção, utilização de nutrientes e da influência de estado fisiológico e patológico (ANDREOLI et al., 2016). Alterações no estado nutricional como excesso de gordura corporal e a perda de massa magra aumentam o risco de doenças, levando a maiores custos de saúde, incapacidade e menor qualidade de vida (WELLS et al., 2020). Logo, há um interesse crescente no estudo da composição corporal (CC) para avaliar condições de monitoramento e atraso do desenvolvimento relacionado a doenças como obesidade, doenças cardiovasculares, metabólicas, distúrbios endócrinos, malignidades e outras patologias (ANDREOLI et al., 2016).

Do ponto de vista da composição corporal, a obesidade é caracterizada pela elevada quantidade de massa gorda e de água total extracelular. Nas últimas décadas, o sobrepeso e a obesidade tem crescido de forma vertiginosa em todo o mundo (DE SOUZA et al., 2014). Em 2025, a estimativa é de que 2,3 bilhões de adultos ao redor do mundo estejam acima do peso, sendo 700 milhões de indivíduos com obesidade. No Brasil, essa doença crônica aumentou 72% nos últimos treze anos, saindo de 11,8% em 2006 para 20,3% em 2019, refletindo em 55,4% de brasileiros com sobrepeso, enquanto a obesidade representa 19,8% dos casos (ABESO, 2019). Dessa forma, o diagnóstico precoce da obesidade é fundamental para a promoção da saúde e a redução da morbimortalidade, visto que a obesidade é fator de risco para outras doenças, além de reduzir a qualidade de vida (DE SOUZA et al., 2014). Perante o exposto, a determinação da composição corporal, tem grande importância na prática clínica e na avaliação dessas populações, devido, principalmente, à associação da gordura corporal com diversas alterações metabólicas (REZENDE et al., 2006).

Porquanto, a avaliação da composição corporal é um importante fator para estimar e monitorar a saúde dos indivíduos e também para o desenvolvimento de programas de treinamento e nutrição (CZECK et al., 2020), tendo como objetivo fracionar e quantificar os principais tecidos que compõem a massa corporal (como gordura, músculo, ossos e vísceras), além de avaliar o perfil individual ou de grupos em relação a especialidade esportiva, atividade física ou sedentarismo. Com isso, o estudo da composição corporal permite caracterizar populações ou segmentos

específicos de uma população; e serve como instrumento para estudar diferenças entre sexo e etnia como forma de descrição de ontogênese, maturação e envelhecimento; além de possibilitar o acompanhamento de alterações em estados específicos como gravidez e lactação; serve embasamento para dietas e instruções nutricionais; ademais de identifica padrões importantes na caracterização metabólica e de doenças. (SILVA, et al., 2020). As análises da composição corporal podem fornecer aos profissionais de saúde e condicionamento físico, treinadores esportivos e população em geral, informações valiosas acerca do estado nutricional, principalmente sobre a massa gorda e a massa magra (MCLESTER et al., 2018b).

Para avaliar adequadamente a eficácia dessas modificações no estilo de vida, são necessários métodos válidos de estimativa da composição corporal (GRAYBEAL et al., 2020). O método direto, apesar de apresentar elevada precisão e a maior confiabilidade, tem utilidade limitada, pois a análise é realizada por dissecação física ou físico-química de cadáveres. As técnicas indiretas são precisas, possuem uma limitada aplicação prática e também um alto custo financeiro (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009a). Alguns dos métodos de avaliação mais confiáveis incluem pesagem hidrostática (PH) no volume pulmonar residual medido, absorciometria de raios-x de dupla energia (DXA), imagem por ressonância magnética (RM) e pletismografia por deslocamento de ar (ADP) (WELLS et al., 2020). Os métodos de campo ou duplamente indiretos, como antropometria e dispositivos baseados em impedância, permitem uma avaliação rápida e conveniente de grandes grupos, embora isso geralmente aconteça em detrimento da precisão e exatidão ideal (GRAYBEAL et al., 2020).

Em relação aos métodos indiretos precisos e confiáveis para análise da composição corporal, a ADP destaca-se por ser uma técnica, rápida e fácil que utiliza a relação inversa entre pressão (p) e volume (v), baseado na Lei de Boyle ($P_1V_1 = P_2V_2$) para determinar o volume corporal. Uma vez determinado este volume, é possível aplicar os princípios da densitometria para a determinação da composição corporal através do cálculo da densidade corporal ($D = \text{massa}/\text{volume}$) (FIELDS; GORAN; MCCRORY, 2002a). Outro aspecto que exalta a importância da ADP se refere à limitação observada em outros métodos, como, por exemplo, as avaliações realizadas por absorciometria de raios-x de dupla energia (DXA), uma vez que este método não permite avaliações em indivíduos com obesidade mórbida (TÚLIO DE MELLO et al., 2005). No entanto, em razão do alto custo dos equipamentos, da

sofisticação metodológica e das dificuldades em envolver os avaliados nos protocolos de medida, sua utilização tem sido limitada. Com isso, surgem as técnicas duplamente indiretas sendo menos rigorosas, porém apresentam melhor aplicação prática e menor custo financeiro. Neste grupo, destacam-se a impedância elétrica e a antropometria (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009a) .

Com o progresso da tecnologia, observa-se tendência para o desenvolvimento de instrumentos para estimativa da composição corporal que apresentam melhor aplicação prática e menor custo financeiro, podendo ser empregadas tanto em pesquisas de campo quanto em estudos clínicos (NUNES RODRIGUES et al., 2001). Uma delas, objeto de crescente número de estudos, é a técnica da bioimpedância (BIA), que se descreve como um método relativamente preciso, que consiste na passagem pelo corpo de uma corrente elétrica de baixa amplitude e alta frequência (DR; VH, 1999). Atualmente, há diversos tipos de aparelhos de bioimpedância disponíveis no mercado comercial, os quais são classificados de acordo com o número de eletrodos, a posição em que são colocados, a região do corpo submetida ao exame ou o tipo de frequência utilizada (REIS FILHO et al., 2011). Um dispositivo de campo relativamente novo, o scanner SKULPT CHISEL® (Skulpt Inc., San Francisco, CA), é um aparelho portátil de miografia por impedância elétrica (MIE) que funciona de maneira semelhante à análise de bioimpedância (BIA). Ambos, MIE e BIA utilizam impedância, que é derivada da resistência e reatância (MCLESTER et al., 2018a). O SKULPT® possui doze eletrodos, que medem o fluxo da corrente elétrica em diferentes direções e em diferentes profundidades. Dispositivos baseados em impedância avaliam dois componentes (massa gorda e massa livre de gordura), no entanto, a técnica de impedância bioelétrica relata um erro de medição constante e maior variabilidade (BEZERRA et al., 2021). Além disso, a literatura especializada não apresenta uma medida criteriosa de concordância e reprodutibilidade do referido aparelho em comparação ao método indireto de análise de CC como a ADP.

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

ORGANIZATION, 2018). Entretanto, apesar da facilidade em seu cálculo, o IMC não fornece informações sobre a composição e a adiposidade corporal, vários autores citam que o IMC, quando comparado ao %GC, deve ser interpretado com cautela para a classificação de sobrepeso e obesidade por sua baixa sensibilidade. Tal condição fica ainda mais evidente em sujeitos fisicamente ativos e/ou praticantes de musculação (VIEIRA; ROCHA, 2015)

Como visto anteriormente, os métodos indiretos de análise da composição corporal poucos são usados regularmente em um ambiente clínico, especialmente em serviços ambulatoriais, devido à necessidade de técnicos treinados e / ou sofisticados, bem como envolvimento de instrumentação de alto custo. Logo, o desenvolvimento de métodos como equações preditivas para estimar o % GC, com base em medidas antropométricas está se tornando uma necessidade, uma vez que possui uma maior aplicabilidade e pode ser usada em diversos ambientes. Diversas equações preditivas foram validadas, no entanto, sua precisão ainda é contestada, com discrepâncias entre os estudos que ainda não foram esclarecidos (JAAFAR et al., 2021). As equações preditivas mais usadas atualmente foram derivadas de medições de pessoas em sociedades ocidentais abastadas e industrializadas, e podem ser inadequadas para pessoas com outras características genóticas e fenotípicas (RAMIREZ-ZEA et al., 2006).

O estudo de Rezende et al. (2006) avaliou a acurácia das equações antropométricas para predizer a gordura corporal em diferentes populações. Os resultados têm mostrado a inadequação dessas fórmulas nos mais variados grupos populacionais, considerando que aspectos como sexo, etnia, idade, quantidade de gordura corporal e nível de atividade física, influenciam de maneira importante a capacidade preditiva dessas equações (REZENDE et al., 2006). Geralmente as equações são utilizadas na avaliação de indivíduos ou grupos populacionais, sem a realização de validação prévia na amostra que se propõe avaliar. Esse procedimento pode implicar em erros sistemáticos e levar à obtenção de estimativas menos confiáveis (WAGNER; HEYWARD, 2000). Portanto, verificar a validade das equações para a população que se pretende analisar é de extrema importância para a obtenção de estimativas mais confiáveis. Alguns estudos brasileiros têm verificado a validade dessas equações em grupos específicos da população e os resultados mostram que as estimativas da quantidade de gordura corporal, obtidas pela grande maioria das equações disponíveis, diferem muito dos valores encontrados pelo método de

referência, a pesagem hidrostática, que é o método frequentemente mais utilizado nos estudos de validação de métodos da composição corporal, entretanto críticas têm sido feitas quanto ao seu uso (WANG; DEURENBERG, 1996).

Diante disso, o presente estudo surge com dois objetivos principais, no qual, pretende verificar a concordância e reprodutibilidade dos valores do %GC obtidos através do aparelho de miografia de impedância elétrica, SKULPT®, em pessoas com peso normal e a concordância entre as diferentes equações antropométricas na determinação do percentual de gordura corporal em indivíduos com sobrepeso e obesidade, tendo como referências os valores do %GC obtidos através da ADP, com intuito de disponibilizar novas ferramentas que permitam a obtenção de informações diretas e realistas da composição corporal de homens e mulheres adultos nas diferentes faixas do índice de massa corporal residentes na cidade de Manaus, por método acessível e de baixo custo, possibilitando o melhor conhecimento do estado nutricional e tornando-a confiável para medições de campo e clínica.

2.0 – JUSTIFICATIVA

É essencial que os diferentes métodos de avaliação do %GC, sejam capazes de identifica-la de forma precisa e confiável. Conhecer, entender e compreender a concordância e a reprodutibilidade destes métodos, é fundamental para a execução deles. Percebe-se uma carência de estudos nesse sentido no Brasil, onde aplicação de equações antropométricas e o uso de dispositivos de medição do %GC são utilizados de forma desordenada na população. Com o intuito de oferecer um maior suporte para os profissionais que utilizam dessas métodos, e conseqüentemente gerar benefícios a sociedade, surge o propósito de verificar se as equações antropométricas já descritas e validadas na literatura, bem como um dispositivo de miografia por impedância elétrica são capazes de analisar o %GC em adultos com sobrepeso e obesidade, afim de orientar os profissionais de saúde e mostrar que existem métodos duplamente indiretos, válidos, confiáveis e de fácil utilização, tendo ampla serventia na prática clínica, seja na avaliação dos clientes/pacientes, bem como para acompanhamento longitudinal.

3.0 – OBJETIVOS

3.1 *Objetivos Gerais*

- Verificar a concordância de dois métodos duplamente indiretos preditivos para o percentual de gordura corporal em pessoas em diferentes faixas de IMC, residentes na cidade de Manaus.

3.2 *Objetivos Específicos*

- Comparar as estimativas do %GC obtidas pelo MIE e ADP em homens e mulheres com o IMC entre 18,5 – 24,9 kg/m² e testar a concordância intra e entre dias do dispositivo MIE.
- Equiparar diferentes equações para a estimativa da gordura corporal de indivíduos com sobrepeso e obesidade, tendo como método de referência a pletismografia por deslocamento de ar (ADP).

4.0 REVISÃO DA LITERATURA.

Ao longo da história, os pesquisadores tentaram estudar e medir com precisão a antropometria usando uma variedade de técnicas, que vão desde a dissecação com cadáveres até as tecnologias de imagem mais recentes. No decorrer dos séculos, diversas técnicas foram desenvolvidas e utilizadas na tentativa de obter uma maior compreensão da avaliação da composição corporal. Contudo, a validade, exatidão, precisão e confiabilidade ao empregar algumas dessas medidas podem ser questionáveis, com métodos frequentemente selecionados com base em fatores como despesa, segurança, portabilidade, capacidade de invasão e especialização necessária para a operação, ao invés do mais adequado para a avaliação necessária (KASPER et al., 2021). Nesta revisão da literatura expressa a seguir, foi realizada uma sistematização do assunto, e o algoritmo detalhado com a sistemática da busca pode ser consultado no APÊNDICE A.

4.1 Modelos de análise da composição corporal

De um ponto de vista histórico, a análise da composição corporal teve o primeiro modelo de dois compartimentos (2C) proposto para estimar massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG), mesmo que apresentassem densidades específicas (BROŽEK et al., 1963).

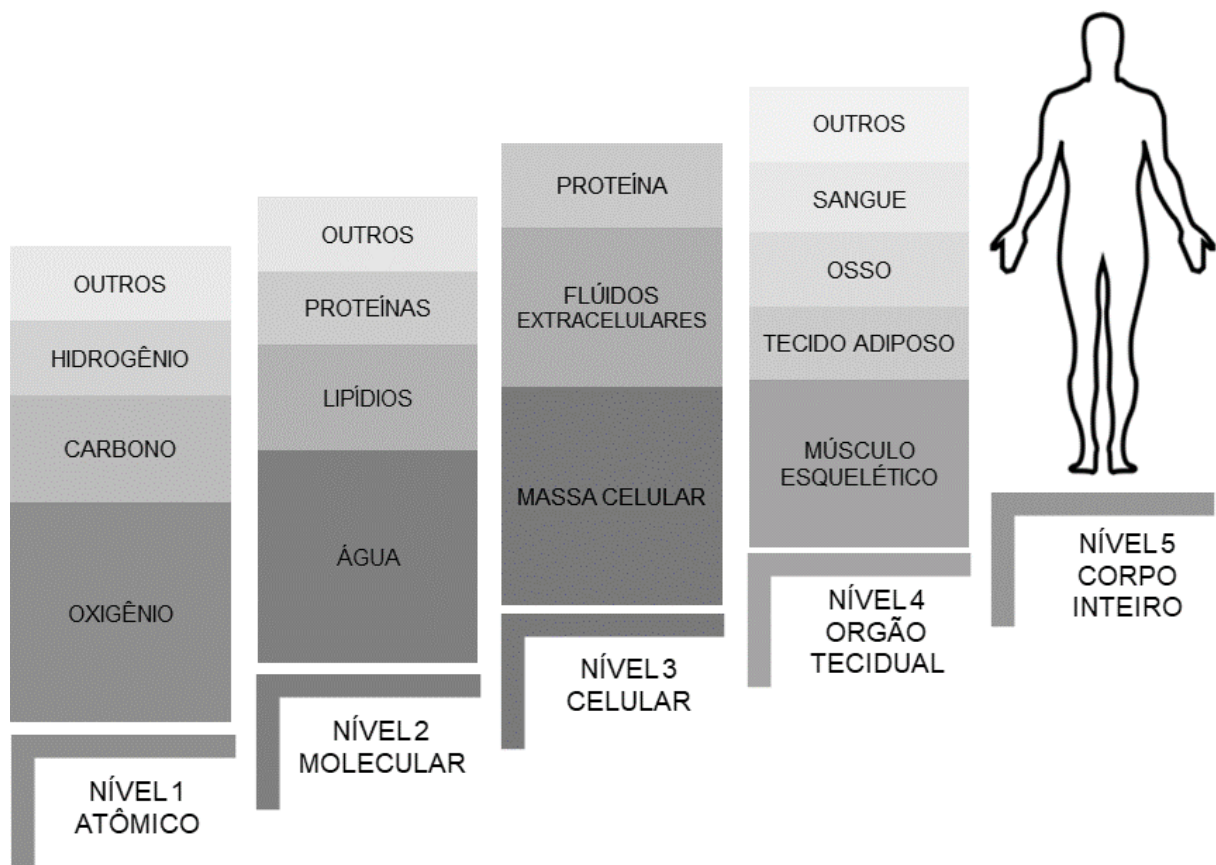
Posteriormente, foi incluído a estimativa de um terceiro componente, a água corporal total, originando o modelo a três compartimentos (3C) (SIRI, 1961). Com o passar do tempo, o modelo multicompartimental usando métodos ou combinações de métodos para medir a CC que considerava três ou mais componentes da MLG também foi desenvolvido e assim, a avaliação da COMPOSIÇÃO CORPORAL se tornava mais acurada de acordo com o número de componentes medidos (CARVALHO et al., 2018). Um exemplo é o modelo de quatro componentes (4C), que considera valores específicos de densidade para gordura (0,9007 g/ml), água (0,9937 g/ml), mineral (3,038 g/ml) e proteína (1,34 g/ml) (BROŽEK et al., 1963).

O estudo da composição corporal apresenta três áreas interconectadas: 1) os níveis de composição corporal e suas regras de organização; 2) a medição técnica e 3) os fatores biológicos que a influenciam (CARVALHO et al., 2018). Logo, entende-se que a composição corporal é a proporção entre os diferentes componentes corporais e a massa corporal total, sendo normalmente expressa pelas percentagens de gordura e de massa magra (GONÇALVES; MOURÃO, 2008).

Vale destacar que o estudo da composição corporal humana envolve a quantificação “in vivo” dos componentes corporais (músculos, ossos, gordura, órgãos, sistemas etc.) e suas relações associadas a fatores como nutrição, exercício físico, crescimento, desenvolvimento, envelhecimento e doenças associadas (SARDINHA, 2012).

Para entender e compreender a composição corporal, o modelo mais utilizado é o descrito por Wang e seus colaboradores (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992). A figura 1, mostra as diferentes esferas de complexidade do corpo humano, organizados em cinco níveis: atômico, molecular, celular, órgão-tecidual e de corpo total (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992). Alguns princípios são inerentes a este modelo e ultimamente as propostas de composição corporal tendem a obedecer a esta conceituação. Os compartimentos são distintos e estão conectados pelas reações bioquímicas e fisiológicas do organismo e a soma de todos os componentes em cada nível é equivalente à massa corporal total (CARVALHO et al., 2018).

Figura 1 - Modelo dos cinco níveis da composição corporal.



Adaptado de WANG et al. (1992).

As buscas nessa área podem se iniciar por meio de análises mais elementares com a quantificação bi-compartimental da composição corporal, mas a análise de mais compartimentos pode fornecer informações mais precisas da relação entre o organismo e a composição corporal em cada nível (ELLIS, 2000). É importante frisar, que cada nível é constituído de vários elementos e uma análise em nível permite uma visão detalhada do corpo humano, com isso é possível quantificar os elementos básicos de interesse (CARVALHO et al., 2018).

A avaliação da composição corporal fornece uma medida mais sensível e específica do risco de doença do que o índice de massa corporal (IMC) (SCHUBERT et al., 2019). Através da avaliação da composição corporal pode-se, além de determinar os componentes do corpo humano de forma quantitativa, utilizar os dados desta análise para detectar o grau de desenvolvimento e crescimento de crianças, jovens, adultos e idosos, assim como, relacionar seus componentes à incidência de morbidade e mortalidade (SCHUBERT et al., 2019).

Por outro lado, as avaliações da composição corporal podem ser limitadas a ambientes de laboratório, e as preocupações com custo, confiabilidade e concordância entre os métodos foram citadas como limitações para vários métodos de composição corporal (SMITH-RYAN et al., 2017). Quando se trata de obesos, a avaliação da composição corporal pode ser dificultada devido às limitações dos equipamentos utilizados e características dos métodos (SOUZA et al., 2014).

Alguns estudos sugerem que a avaliação através da absorciometria por dupla emissão de raio-X (DXA), é o padrão ouro atualmente aceito para avaliação da composição corporal, entretanto diferenças entre dispositivos, fabricantes e versões de software podem levar a resultados divergentes (SCHUBERT et al., 2019).

Outros métodos de critério avaliam as propriedades do corpo, como sua densidade, ou descrevem quantidades e distribuições de tecidos esqueléticos, musculares e adiposos, destacando-se entre eles, a tomografia computadorizada, ressonância e a pletismografia (DUREN et al., 2008). A sequência deste capítulo irá focar na pletismografia, a fim de elucidar suas vantagens e desvantagens nos diversos contextos de seu emprego como técnica para avaliação da composição corporal.

4.2 Pletismografia por deslocamento de Ar

A Pletismografia por deslocamento de ar (ADP) tem sido utilizada para mensurar a composição corporal por quase um século, mas só foi desenvolvida para

uso rotineiro, por meio de sistema viável em meados de 1990, a qual é disponível comercialmente e conhecido pelo nome de BOD POD[®] (Life Measurement Inc., Concord, CA, U.S.A.) (URLANDO; DEMPSTER; AITKENS, 2003).

Nas primeiras avaliações com os pletismógrafos, em sua grande maioria, exigiam ambientes com temperatura controlada e condições isotérmicas dentro da câmara de teste, esses sistemas exigiam que as condições ambientais fossem mantidas constantes. Portanto, para lidar com as rápidas flutuações de temperatura, umidade e pressão geradas por humanos dentro da câmara fechada, o processo de medição necessariamente incluía procedimentos que eram difíceis e trabalhosos e, pelos padrões modernos, seriam considerados impraticáveis e inaceitáveis.

No início dos anos de 1900, os princípios da ADP para mensuração do volume corporal foram aplicados pela primeira vez em bebês, mas somente na década de 1960 se obteve medições estáveis. No entanto, para se manter as constâncias ambientais nas medições, foram posteriormente desenvolvidos sistemas que não exigem condições isotérmicas nos testes (FIELDS; GORAN; MCCRORY, 2002b). Como já mencionado, em meados da década de 1990, o BOD POD[®] se tornou o primeiro equipamento de ADP disponível comercialmente, seu sistema inclui o aparelho BOD POD[®], balança eletrônica, pesos e cilindros de calibração, computador, impressora e software. O BOD POD[®] é funcionalmente dividido em duas câmaras: uma câmara de teste e uma câmara de referência. Os volumes internos dessas câmaras são aproximadamente 450 e 300 L, respectivamente. Um diafragma oscila entre as câmaras, produzindo perturbações de volume sinusoidal que são iguais em magnitude, mas em sinais opostos. As perturbações resultam em mudanças de pressão muito pequenas dentro das câmaras ($\pm \approx 1$ cm de água), que são monitoradas por transdutores e analisadas quanto à pressão na frequência de oscilação (três Hz) (COSMED USA, 2020). Sendo assim, a ADP estima o volume corporal a partir do deslocamento do ar e, com base na determinação da densidade corporal, avaliando o percentual de gordura corporal (%GC) (SOUZA et al., 2014).

Exemplificando, isso acontece quando o volume do corpo humano é medido através de um sujeito que se senta dentro da câmara e desloca um volume de ar igual ao seu volume corporal. O ar dentro da câmara é medido aplicando-se as leis de gases físicos relevantes, utilizando a relação inversa entre pressão (P) e volume (V) em uma temperatura constante, baseada na Lei de Boyle: $P_1/P_2 = V_2/V_1$ (FIELDS; GORAN; MCCRORY, 2002b). Além disso, para determinar este deslocamento do ar

é utilizado um equipamento construído com fibra de vidro, acoplado a um computador, que determina as variações deste volume e a pressão, ajustando a variação pulmonar (SOUZA et al., 2014).

A ADP, ainda dispõe de diversas vantagens sobre os métodos já estabelecidos (pesagem hidrostática, bioimpedância elétrica e medidas antropométricas), incluindo processo de medição rápido, facilidade em manusear, exigindo menos cooperação dos avaliados, confortável, automatizado, não invasivo e seguro, além de possibilitar a mensuração de vários tipos de populações (por exemplo, crianças, obesos, idosos e pessoas com deficiência) (FIELDS; GORAN; MCCRORY, 2002b).

No que diz a respeito à reprodutibilidade da ADP por deslocamento de ar, em adultos, o estudo proposto por Noreen e Lemon (2006) relatou a confiabilidade ao avaliar 980 homens e mulheres do Canadá, com idade entre 30 e 65 anos. O coeficiente de variação (CV) encontrado após dois dias de medições foi de 0,15 % (NOREEN; LEMON, 2006), corroborando com os achados de Mccrory et al. (1995), que demonstraram um CV de 1,7%. Nesse sentido, a PDA apresenta um alto nível de confiabilidade ($CV = 1,7 \pm 1,1\%$) (KASPER et al., 2021).

A ADP tem se mostrado uma técnica bastante precisa para determinação da composição corporal tanto em crianças quanto em adultos (MCCRORY et al., 1995), sendo utilizada em pessoas saudáveis quanto em pessoas deficientes (ROSSATTO et al., 2014).

Outro aspecto que exalta a importância da ADP se refere à limitação observada em outros métodos, como, por exemplo, as avaliações realizadas por densitometria óssea (DXA), uma vez que este método não permite avaliações em indivíduos com obesidade mórbida. Dessa forma, a viabilização de um novo método para esta população pode ser um recurso substancial no que se refere, tanto à avaliação quanto à prescrição, tratamento e acompanhamento destes indivíduos, mesmo possuindo limitações quanto às informações referentes ao percentual de gordura dos segmentos corporais (MELLO et al., 2005).

Alguns estudos também demonstraram a validade dos resultados de composição corporal apresentados pelo método de ADP, quando comparados com os resultados do método de pesagem hidrostática, determinando assim a validade deste método para diferentes populações (VESCOVI et al., 2002).

A composição corporal estimada pelo método de ADP não difere significativamente da composição corporal determinada pela pesagem hidrostática. Isso parece ser bastante representativo, uma vez que para a realização da pesagem hidrostática é necessário que o indivíduo seja imerso em água, o que pode representar uma limitação para algumas pessoas (MCCRORY et al., 1995).

Por outro lado, para a realização da ADP não é necessário este procedimento, pois o equipamento se baseia no deslocamento de ar, indicando que esta diferença entre os métodos tende a elevar o seu uso preferencialmente, por ser um método mais rápido quanto à sua execução e de maior conforto para o avaliado (MELLO et al., 2005).

Porém, apesar dos inúmeros benefícios, a ADP é insuficientemente sensível para detectar mudanças na composição corporal de atletas de elite em competição; além de ser sensível a roupas, pelos corporais, movimento do ar, umidade, pressão e mudanças de temperatura, além de possuir um alto custo financeiro, quando comparado a métodos como a bioimpedância e aos métodos que utilizam compasso de dobras cutâneas (DC) (KASPER et al., 2021).

A ADP diverge nos extremos do espectro do Índice de Massa Corporal quando comparado com o DXA, pois superestima a porcentagem de gordura corporal em indivíduos abaixo do peso ($IMC = 18,5 \text{ kg/m}^2$), e subestima em pessoas acima do peso corporal ($IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$) (LOWRY; TOMIYAMA, 2015). Além disso, a ADP pode apresentar erro ao determinar a densidade da massa livre de gordura em obesos, uma vez que estes apresentam maior quantidade de água extracelular (SOUZA et al., 2014).

Apesar de algumas limitações referentes a ADP, como seu uso limitado no campo epidemiológico e em alguns ambientes clínicos, este método indireto, não deixa de ser uma técnica, válida, confiável e reproduzível para avaliação da composição corporal. Em seguida apresentaremos métodos duplamente indiretos válidos, com maiores aplicações em pesquisa de campo e na área clínica de saúde, focando nas análises disponíveis para a bioimpedância elétrica e medidas antropométricas (circunferências).

4.3 Bioimpedância Elétrica

A propriedade elétrica dos tecidos tem sido estudada desde 1871, mas somente em 1970 os fundamentos da bioimpedância elétrica (BIA) foram descritos. Os primeiros estudos com BIA ocorreram nas décadas de 1930 e 1940, relacionando a impedância com o fluxo sanguíneo. Posteriormente, alguns autores como Thomasset (1962) e Hoffer et al. (1969) estudaram a relação da impedância com a água corporal total e a massa magra (EICKEMBERG et al., 2011).

Atualmente, a BIA é uma tecnologia que está se tornando amplamente disponível para determinar a composição corporal nos ambientes clínicos (BECROFT et al., 2019). Este modelo de dois compartimentos (2C), calcula a divisão do corpo em MG (componente do corpo livre de água) e massa livre de gordura (músculo esquelético, órgãos internos e tecido adiposo intersticial) medindo a condutividade ou resistência do tecido em resposta a pequenas correntes bioelétricas passadas pelo corpo em uma faixa de frequências (BECROFT et al., 2019; SMITH-RYAN et al., 2017). Basicamente, a impedância bioelétrica, ou BIA (Z , Ω), é também definida como a oposição de um condutor ao fluxo de uma corrente elétrica alternada aplicada a ele, variando com a composição do tecido, bem como com a frequência da corrente aplicada. Seguindo a Lei de Ohm, a impedância é obtida através da razão entre a tensão medida e a corrente aplicada, conforme a equação (MARRA et al., 2019):

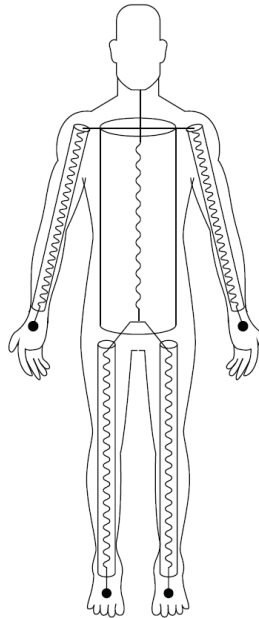
$V = Z \cdot I$, Equação 1	Onde: V é a tensão Z é a impedância I é a corrente elétrica
--	---

A BIA, é um parâmetro complexo, derivada da relação vetorial dos componentes da impedância, são eles: a resistência (R , Ω) conhecida como a diminuição da tensão que reflete a condutividade através de soluções iônicas e surge de fluidos intracelulares e extracelulares, e a reatância (X_c , Ω) que consiste no atraso do fluxo da corrente medido como um deslocamento de fase, refletindo as propriedades dielétricas que está relacionada à capacitância da membrana celular (MARRA et al., 2019).

Para avaliação da composição corporal, a técnica da BIA, baseia-se no modelo de um condutor cilíndrico, com comprimento e área transversal uniformes e homogêneos, ao qual o corpo humano se assemelha. Porém, esta comparação é questionável, pois a composição corporal é heterogênea. Assume-se então, que o

corpo humano seja composto por cinco cilindros conectados em série, e não por um único, como mostrado na figura 2 (AGLAGO et al., 2013).

Figura 2 - Corpo humano segmentado na forma de cilindros e resistências



Fonte: Adaptado de (VOSS; FILHO, 2015)

Vale destacar, que no corpo humano, as membranas celulares podem armazenar a energia por um pequeno período, retardando a corrente. Esse atraso no fluxo da corrente elétrica, causada pela capacitância, gera uma queda na tensão da corrente ou uma mudança de fase, que é definida como ângulo de fase (AF) (EICKEMBERG et al., 2011).

O AF, consiste em um método linear de medir a relação entre a resistência e a reatância e pode variar de zero grau (circuito resistivo, sistema sem membrana celular) a 90 graus (circuito capacitivo, sistema só com membrana celular, sem fluidos). O ângulo de fase, como é dependente da capacitância, está associado com a qualidade, tamanho e integridade celular, sendo que sua variação indica alterações na composição corporal, na função da membrana ou no estado de saúde (NORMAN et al., 2012).

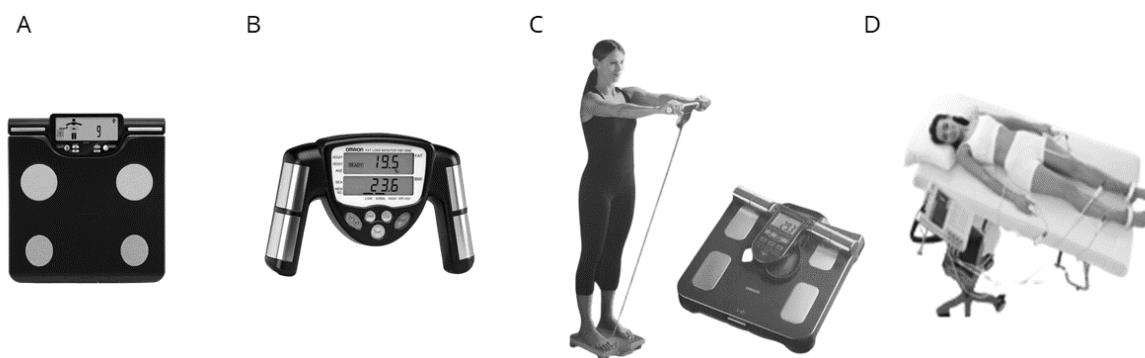
As análises da BIA podem ser conduzidas de diferentes formas, existindo atualmente diversos tipos de aparelhos disponíveis no comércio, os quais são classificados de acordo com o número de eletrodos a posição e a região em que são alocados, ou tipo de frequência utilizada. A região pode ser distinta quanto a porção

superior ou inferior do corpo chamada de regional, classificada, também como total, quando passa por todo o organismo ou segmentar quando avalia um segmento ou membro (FORNAZARI et al., 2017).

Às frequências utilizadas variam, podendo ser única de 50 kHz ou multifrequencial alterando de 5 KHz até 1MHz, sendo conduzidas através de eletrodos que variam em quantidade de acordo com o modelo da bioimpedância, podendo ser bipolar, tetrapolar e octapolar, como mostradas na figura 3.

O modelo bipolar apresenta dois eletrodos, e delimita-se a mensurar os membros superiores ou inferiores, podendo subestimar ou superestimar os componentes investigados, pois a corrente elétrica que passa pelo corpo é diretamente relacionada ao comprimento do condutor e inversamente à sua área transversa. No modelo tetrapolar, apenas um lado do corpo é analisado (lado direito), duplicando os resultados para o lado esquerdo, considerando que o corpo humano é simétrico, porém, o corpo é assimétrico, o que pode gerar resultados não fidedignos. Já o modelo octopolar, usa oito eletrodos, quatro dos quais são incorporados nas alças (polegar e palma) e outros quatro na parte inferior do pé e calcanhar com o avaliado em posição ortostática permitindo a medição da impedância do corpo inteiro (FORNAZARI et al., 2017; SILVA; CARVALHO; FREITAS, 2018).

Figura 3 -Tipos de bioimpedância: bipolar (A, B), tetrapolar (C), Octopolar (D).



Fonte: Imagem A (<https://bit.ly/3iKkzzE>); imagem B (<https://bit.ly/3iH9vU3>); imagem C (<https://bit.ly/3mAt5CB>) e imagem D (<https://bit.ly/3DtRwYW>)

Para validar a precisão dos métodos de bioimpedância, alguns estudos mostraram excelente concordância entre BIA e medidas derivadas de DXA (LU et al., 2016). Devido à sua precisão e confiabilidade demonstradas, a DXA é considerada a padrão-ouro para medir a composição corporal total e regional em ambientes clínicos, de pesquisa e de desempenho esportivo (ACKLAND et al., 2012; BILSBOROUGH et

al., 2014; HIND; OLDROYD; TRUSCOTT, 2011; NANA et al., 2015; PRIOR et al., 1997), no entanto, o alto custo e a exposição à radiação do DXA limitam seu uso em certos ambientes e populações (ACKLAND et al., 2012; GRAYBEAL et al., 2020).

Em contraste, a BIA, uma técnica duplamente indireta tem sido uma alternativa atraente na avaliação da composição corporal, pela possibilidade de se trabalhar com equipamento não invasivo, portátil, de fácil manuseio, boa reprodutibilidade e, portanto, viável para a prática clínica e para estudos epidemiológicos (DE RUI et al., 2017).

Por ser um método não invasivo, a BIA permite acompanhar as modificações da composição corporal no tempo, por exemplo, em caso de perda de peso durante doenças agudas ou crônicas ou, ao contrário, durante o ganho de peso, oferecendo a possibilidade de ter uma previsão prognóstica (DE RUI et al., 2017; DEL VELAZQUEZ-ALVA et al., 2014; MARRA et al., 2019).

A Bioimpedância, apresenta alta reprodutibilidade (coeficiente de variação: 0,95- 0,99). Em relação a validade da técnica, estudos de validação concorrente da BIA utilizaram diferentes técnicas de referência como a DXA, PDA e diluição de isótopos e encontraram diferentes coeficientes de correlação de 0,59 a 0,88 (LUKASKI, 2013; SILVA et al., 2013). É importante destacar que a validade e a confiabilidade da BIA como ferramenta para avaliar a composição corporal têm sido estudadas com frequência, mas com conclusões divergentes, devido ao uso de diferentes métodos de referência, equações de predição, populações de estudo e métodos estatísticos.

O Quadro 1, mostra algumas equações unifrequenciais de bioimpedância desenvolvidas e validadas em adultos jovens, sem comorbidades e com Índice de Massa Corporal Normal (18,6 e 24,9 kg/m²) (AANDSTAD et al., 2014).

Quadro 1 - Equações unifrequenciais de bioimpedância elétrica

AUTORES	EQUAÇÕES
Deurenberg et al.	$MLG = 0.340.H^2 / R - 0.127.A + 0.273.BW + 4.56.G1 + 0.1534.H - 12.44$
Gray et al.	$MLG = 0.00139.H^2 - 0.0801.R + 0.187.BW + 39.830$
Kotler et al.	$MLG = 0.50(H^{1.48}/R^{0.55}).(1.0/1.21) + 0.42.BW + 0.49$
Lohman et al.	$MLG = 0.485.H^2 / R + 0.338.BW + 5.32$
Lukaski et al.	$MLG = 0.827.H^2 / R + 5.214$
Segal et al .	$MLG = 0.00132.H^2 - 0.04394.R + 0.30520.BW - 0.16760.A + 22.66827$

BD, densidade corporal; BF, porcentagem de gordura corporal; MLG, massa livre de gordura; GEN, equação generalizada; FSE, equação específica de gordura; A, idade (anos); H, altura (cm); R, resistência (ohm); Xc, reatância (ohm); PC, peso corporal (kg); G1, gênero (homem = 1, mulher = 0); G2, gênero (homem = 1, mulher = -1).

Vale lembrar, que a BIA, possui algumas limitações durante seu uso/aplicação e deve ser usada com cautela, fatores como o estado de hidratação, temperatura, alimentação, atividade física, ciclo menstrual e consumo de álcool, podem afetar a precisão da técnica, além disso, cabe ressaltar que a BIA é conveniente para avaliar a composição corporal, mas apenas se forem utilizadas fórmulas de predição específicas da população. A aplicação generalizada a outras populações é limitada especialmente para a avaliação de pacientes com sobrepeso ou obesos (DEL VELAZQUEZ-ALVA et al., 2014; PINEDA-JUÁREZ et al., 2018; YOSHIDA et al., 2014).

Com isso, ao usar a análise de impedância bioelétrica, os avaliadores devem considerar vários fatores, como seus princípios biofísicos, fundamentos metodológicos, estudos de validação anteriores na população (de acordo com a origem étnica), condições de medição e variabilidade intra e interindividual. Além disso, é importante considerar outros fatores associados às características da população estudada: obesidade, perda de peso, variações raciais, entre outros (DEL VELAZQUEZ-ALVA et al., 2014).

No item a seguir, será abordado a utilização para verificação de medidas válidas e confiáveis através de um equipamento de bioimpedância que possui algumas particularidades, a miografia de impedância elétrica.

4.3.1 Miografia de Impedância Elétrica.

Métodos de composição corporal válidos e confiáveis, acessíveis e práticos, são necessários na maioria dos ambientes de saúde, condicionamento físico e configurações atléticas (BALL et al., 2014).

A miografia de impedância elétrica (MIE) é uma técnica eletrofisiológica emergente não invasiva e altamente reprodutível que caracteriza objetivamente a estrutura e a composição corporal, medido através da bioimpedância (SCHWARTZ et al., 2016). A MIE geralmente é realizada usando 4 eletrodos para minimizar a polarização do eletrodo, mantendo assim a qualidade do sinal. Os eletrodos externos aplicam e medem um estímulo de corrente senoidal alternada na faixa de frequência de kHz a MHz. A maneira mais comum de realizar EIM é usando 4 eletrodos dispostos linearmente sobre o músculo em uma única frequência de 50 kHz (CEBRIÁN-PONCE et al., 2021). Como resultado da corrente aplicada, os tecidos geram uma resposta na forma de um sinal de tensão alternada que é detectado pelos eletrodos internos. A relação e normalização das amplitudes de tensão e corrente e atrasos de fase fornecem uma abordagem simples para medir a magnitude da impedância e o ângulo de fase (SANCHEZ; RUTKOVE, 2017).

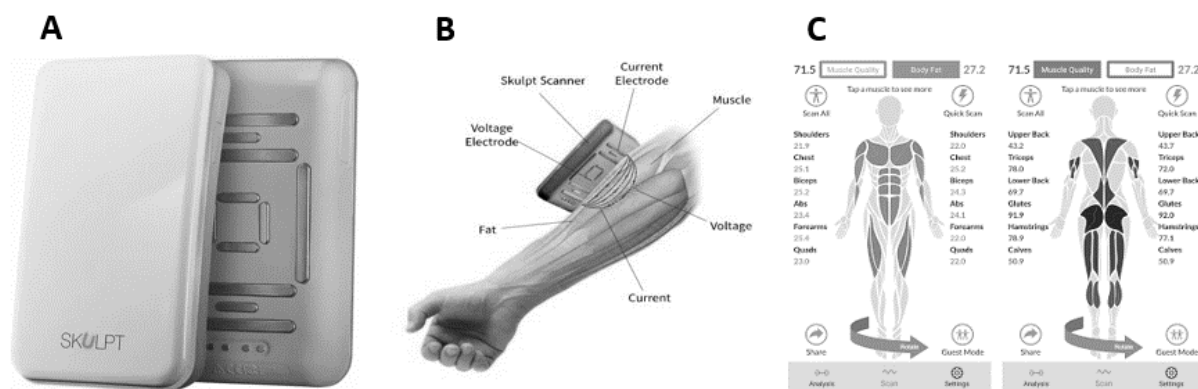
Os dispositivos de MIE têm sido usados para avaliar o estado e a progressão de várias doenças neuromusculares e têm demonstrado prever com precisão e confiabilidade os valores de resistência e reatância, bem como o ângulo de fase. Ao contrário de outros dispositivos da MIE, o SKULPT® (Skulpt, Inc., San Francisco, Califórnia, USA) usa valores de impedância para calcular e exibir o percentual de gordura corporal (MCLESTER et al., 2018b).

Especificamente, o SKULPT® (Skulpt, Inc., San Francisco, Califórnia, USA) foi desenvolvido como um dispositivo MIE portátil, criado para avaliar o percentual de gordura corporal total e regional, além da qualidade muscular (ou seja, medida do músculo em relação ao seu tamanho) (CZECK et al., 2020). Segundo o fabricante, o SKULPT® (Skulpt, Inc., San Francisco, Califórnia, USA) possui 12 eletrodos, além de características importantes. A primeira é que a corrente elétrica pode ser aplicada em uma faixa de frequências. Diferentes tecidos (músculo, gordura, osso, etc) são sensíveis às frequências de maneiras únicas. Em outras palavras, alguns tecidos têm um grande efeito sobre a corrente elétrica em uma frequência, mas não em outra. Esta é uma característica importante, pois permite separar os efeitos da gordura dos do

músculo. A segunda característica é que a corrente elétrica flui mais facilmente ao longo das fibras musculares do que através delas. Essa característica também permite discriminar o músculo de outros tecidos, já que gordura, pele e osso não possuem essa característica única (“Skulpt® - Measure Body Fat Percentage and Muscle Quality”, [2022.]).

De acordo com o fabricante, este equipamento, emite uma corrente elétrica com diferentes frequências, direções, e profundidades. A partir de um aplicativo em um smartphone, conectado ao SKULPT®, fornecendo informações acerca da composição corporal (percentual de gordura e qualidade muscular). O aparelho, a aplicação, suas correntes e a interface do smartphone, é capaz de acessar uma análise de corpo inteiro (12 grupos musculares), uma análise rápida (3 grupos musculares) ou uma análise única (músculo individual dos 12 disponíveis), como mostrados na figura 4 (BEZERRA et al., 2021).

Figura 4 - Miografia por impedância elétrica através do aparelho SKULPT®. A- Dispositivo SKULPT. B- Aplicação com a corrente elétrica em diferentes profundidades e baixa amplitude. C- Interface do smartphone disponível durante a análise MIE, possibilitando realizar varredura de corpo inteiro, varredura rápida em três pontos e análise única.



Fonte: Imagem A (<https://bit.ly/3BngigR>), Imagem B (<https://bit.ly/3DtSODg>) imagem C (<https://bit.ly/3uYZyGd>)

A diferença deste dispositivo para BIA é devido ao MIE enviar uma corrente elétrica através de cada músculo, enquanto a BIA envia uma corrente elétrica por todo o corpo para estimar %GC, ou seja, os valores da BIA são reflexos do fluxo elétrico com enfoque na resposta de grandes porções do corpo (regiões maiores), já o MIE conta com a resposta tecidual de áreas localizadas, menores (GRAYBEAL et al., 2020). Ambos MIE e BIA utilizam impedância, que é derivada da resistência e

reatância, onde os fluidos intra e extracelulares são responsáveis pela resistência enquanto as membranas celulares são responsáveis pela reatância. Os fluidos intra e extracelulares permitem que a corrente flua facilmente através do tecido o tempo em que enfraquece a voltagem, enquanto as membranas celulares armazenam e liberam a corrente sem alterar a voltagem, causando ângulos de fase. É importante notar que a resistência e a reatância dependem da frequência, com frequências mais altas mais facilmente são capazes de atravessar as membranas celulares. Da mesma forma, as áreas de interesse observadas com MIE são geralmente muito menores do que as medidas de corpo total ou único membro único obtidas por BIA. Vale lembrar, que os dispositivos EIM também terão menos variação devido à anisotropia muscular em consequência da menor área de medição em comparação com a BIA corporal total. (MCLESTER et al., 2018a).

Na literatura, alguns autores, já utilizaram em seus escritos a técnica de miografia por impedância elétrica, utilizando o aparelho SKUPT®. Ao avaliar %GC em obesos e sobrepesos utilizando o dispositivo SKULPT® e dois dispositivos multifrequenciais de bioimpedância comparados ao DXA, os achados indicam que as medições do % GC do MIE fornecem uma boa concordância relativa com DXA, mas geralmente apresentam uma concordância mais fraca do que entre o DXA e os aparelhos de bioimpedância (RASSEL et al., 2019).

Consistente com a literatura sobre os dispositivos BIA multifrequenciais, a precisão diminuiu com o aumento da categoria de status de peso do IMC, mostrando que dos três dispositivos, o status do peso do IMC teve o maior impacto na precisão das medições por MIE. Vale ressaltar que os resultados deste estudo indicam que as diferenças médias entre os dispositivos com DXA não foram correlacionadas entre si; portanto, a limitação é que os valores calculados com dispositivos diferentes devem ser comparados entre si e com cautela (RASSEL et al., 2019).

Corroborando com os estudos de Rassel et al. (2019), Czeck et al. (2020) também decidiu comparar as medidas de porcentagem de gordura corporal total e regional (% GC) obtidas com um dispositivo portátil de miografia de impedância elétrica (MIE), o SKULPT®, com o %GC medida por DXA, em indivíduos com IMC normal, concluindo que a MIE, através da varredura rápida, oferece um método eficiente para medir o %GC total, enquanto as medições regionais do dispositivo, subestimaram significativamente o %GC, sugerindo que o SKULPT®, pode fornecer

um método conveniente e menos caro para estimar o% GC total quando o DXA não estiver disponível.

Em outro estudo, foi avaliado a precisão individual das estimativas de composição corporal obtidas a partir de modelos multicompartimentais, como o DXA e vários dispositivos baseados em impedância, em fisiculturistas masculinos e femininos. Os fisiculturistas foram submetidos a avaliações duplicadas usando DXA, espectroscopia de bioimpedância (EB), MIE e três dispositivos de análise de BIA. Os resultados mostraram que todas as técnicas de avaliação produziram um grande limite de concordância (95%) o suficiente para fazer a utilidade desses métodos questionáveis em atletas individuais (GRAYBEAL et al., 2020).

Mclester et al. (2018), em seu estudo, decidiu realizar uma investigação da precisão e confiabilidade da composição corporal usando um dispositivo portátil de MIE, em comparação com o DXA, em indivíduos jovens com o IMC normal. Para isso, os participantes tiveram a composição corporal avaliada com os métodos DXA, MIE, BIA e DC em dois ensaios com intervalos de 24 a 72h. Três avaliações foram realizadas com a tecnologia MIE usando dois SKULPT®. E nos seus achados, mostrou que todas as medições de MIE de % GC não mostraram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as previsões de DXA, enquanto BIA e DC subestimaram o GC% em comparação com DXA ($P < 0,05$), e reforça que é um método de composição corporal preciso e confiável em comparação com nosso método de referência e deve ser considerado uma opção viável para avaliações de campo em indivíduos dentro de uma faixa de gordura corporal aparentemente saudável (10-22% para homens e 20-31% para mulheres).

Estudos como o de (WELLS et al., 2020), compararam as estimativas do %GC entre o SKULPT®, em seu método de varredura completa, com dobras cutâneas de sete locais e a pesagem hidrostática (PH), em indivíduos jovens com IMC normal. O autor conclui mostrando evidências de superestimação do cálculo do % GC usando o SKULPT®, e subestimação do cálculo do % GC de avaliações DC de sete locais em comparação com a PH.

Fundamentando as análises sobre a qualidade muscular fornecida pelo aparelho de MIE SKULPT®, (BEZERRA et al., 2021)) verificaram a confiabilidade deste dispositivo para medidas morfológicas do músculo vasto lateral. Para isso, foi realizado uma avaliação transversal, utilizando o SKULPT® para verificar a qualidade muscular (QM) e a massa de gordura (%GC), e o Ultrassom (US) para mediação da

eco intensidade (EI), espessura muscular (EM), e espessura do tecido adiposo subcutâneo (ETAS). Com isso, os resultados mostram uma confiabilidade do equipamento (US vs. MIE) indicando uma correlação moderada [$r = -0,53$, $p = 0,770$, intervalo de confiança de 95% (IC) = - 3,81 - 0,54] para a medida de qualidade muscular entre o MIE e US. Por outro lado, a confiabilidade intraexaminador indicou moderada consistência para EI ($p = 0,021$), excelente para EM ($p = 0,008$) e excelente para ETAS ($p < 0,001$) para o dispositivo US, bem como excelente para QM ($p < 0,001$), e GC% ($p < 0,001$) para o dispositivo MIE (BEZERRA et al., 2021).

No próximo tópico, será mostrado que além da BIA, outro método de maior acessibilidade para a população, podem ser utilizados através de equações preditivas baseadas em medidas antropométricas.

4.4 Antropometria

A Sociedade Internacional para o Desenvolvimento da Cineantropometria (International Society for the Advancement of Kinanthropometry - ISAK), criada em 1986, com o propósito de manter uma rede internacional de profissionais constantemente atualizados do ponto de vista prático e científico, desenvolveu padrões internacionais, para utilização de técnicas antropométricas (CARVALHO et al., 2018). Com essa padronização técnica das medidas, é possível realizar comparações científicas concretas sobre os resultados de diferentes pesquisas, aumentando a credibilidade dessa ciência e deste método de avaliação (FERREIRA, 2015).

A antropometria se constitui de procedimentos e processos científicos que permitem medir, com o auxílio de equipamentos especializados, as dimensões anatômicas da superfície do corpo humano como: comprimentos, diâmetros, perímetros e dobras cutâneas (GOMES; ANJOS; VASCONCELLOS, 2010). E por meio das técnicas de medidas antropométricas, é possível desenvolver estudos da composição corporal, somatotipia e proporcionalidade (PETROSKI; PIRES NETO, 2012).

Tem sido o método mais comumente utilizado para a avaliação nutricional individual e de coletividade, nos diferentes ciclos de vida, pois possibilita verificar dimensões físicas e a composição corporal global, classificando os indivíduos em graus de nutrição e adequação. É considerado um procedimento não invasivo, de

baixo custo e fácil operacionalização e padronização, apresentando boa precisão e acurácia (FERREIRA, 2015).

Na prática, as medidas antropométricas (massa corporal, estatura, alturas, comprimentos, dobras cutâneas, diâmetros ósseos, perímetros/circunferências) são importantes indicadores de desenvolvimento corporal, servem para acompanhar o crescimento e o progresso, de modo que algumas medidas são utilizadas para fins específicos em caráter da sua importância, além de serem relacionadas entre si, para possibilitarem maiores conclusões (PETROSKI; PIRES NETO, 2012).

Quando se fala na avaliação da composição corporal, diversos métodos são utilizados para identificar e acompanhar alterações na composição corporal, desde os mais sofisticados, como a tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM), absorciometria radiológica de dupla energia (DXA), até os métodos mais simples, como a medida de espessura de dobras cutâneas, perímetros corporais e diâmetros ósseos (RECH et al., 2010).

Os métodos Indiretos (RM, TC, DXA) são válidas como métodos de referência para estimar a gordura corporal (%GC), massa óssea (PO), massa muscular esquelética (MME) e demais componentes da composição corporal (exceto água), no entanto, em razão do alto custo dos equipamentos, da sofisticação metodológica e das dificuldades em envolver os avaliados nos protocolos de medida, suas utilizações têm sido limitadas. Assim, foram desenvolvidos métodos duplamente indiretos, dentre os quais se destacam a antropometria e BIA, que apresentam melhor aplicação prática e menor custo financeiro, podendo ser empregadas tanto em pesquisas de campo quanto em estudos clínicos (RECH, [s.d.]; SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009b).

O desenvolvimento de equações de estimativa da composição corporal, por meio de variáveis antropométricas e de BIA, tem como base a validade preditiva dessas variáveis em relação à medida-critério, ou seja, quando cada variável independente explica a variável dependente. Entretanto, esse processo preditivo é afetado pelas características da população de origem da equação de regressão. Assim, quando uma equação é aplicada em outra população, há uma diminuição do valor preditivo da equação em estimar a variável dependente (RECH, [s.d.]).

A literatura já apresenta algumas equações generalizadas e específicas que foram propostas para a estimativa da densidade corporal e gordura corporal em diversos grupos etários. O quadro 2, destaca as equações antropométricas de Durnin

& Womersley (1974), Jackson & Pollock (1978); Jackson (1980), Tran & Weltman (1988, 1989) (RECH, [s.d.]). Como exemplo, as equações antropométricas generalizadas desenvolvidas por Tran & Weltman (1988) para homens e Tran & Weltman (1989) para mulheres, por meio das medidas de massa corporal, estatura e perímetros corporais, são válidas para a estimativa do %GC em homens e mulheres, bem como as equações de Durnin & Womersley (1974) que são usadas para a determinação da densidade corporal de homens e mulheres adultos (16-72 anos), dependendo do registro das dobras cutâneas. Quando se trata de conversão de densidade corporal em %GC, a equação de Siri (1961) tem sido utilizada como padrão em diversas populações (RECH, [s.d.]).

Quadro 2- Equações antropométricas validadas descritas na literatura

AUTOR / ANO	EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICA	POPULAÇÃO APLICADA
DURNIN & WOMERSLEY (1974)	$D = 1,1765 - 0,0744 \text{ Log (SE+TR+BI+SI)}$	Homens (17-72 anos)
DURNIN & WOMERSLEY (1974)	$D = 1,1567 - 0,0717 \text{ Log}_{10} (\text{SE+TR+BI+SI})$	Mulheres (16-68 anos)
JACKSON & POLLOCK (1978)	$D = 1,0990750 - 0,0008209 (PT+ABD+CX) + 0,0000026 (PT+ABD+CX)^2 - 0,0002017 (ID) - 0,00005675 (PABD) + 0,00018586 (PANT)$	Homens adultos (18-61 anos)
JACKSON (1980)	$D = 1,0994921 - 0,0009929 (TR+SI+CX) + 0,0000023 (TR+SI+CX)^2 - 0,0001392 (ID)$	Mulheres adultas (18-55 anos)
TRAN & WELTMAN (1988)	$\%G = - 47,371817 + 0,57914807 (PABD) + 0,25189114 (PQU) + 0,21366088 (PIL) - 0,35595404 (MC)$	Homens (15-79 anos)
TRAN & WELTMAN (1989)	$D = 1,168297 - 10,002824 (PABD) + 0,0000122098 (PABD)^2 - 0,000733128 (PQU) + 10,000510477 (EST) - 0,000216161 (ID)$	Mulheres (15 a 79 anos)

(PABD=perímetro abdomen) (PQU= perímetro do quadril) (PIL=perímetro do íliaco) (MC= massa corporal) EST= estatura, ID= Idade, PT= Dobra cutânea peitoral, ABD= Dobra cutânea abdominal, CX= Dobra cutânea coxa medial, PANT= perímetro do antebraço, TR=Dobra cutânea do tríceps, SE= Dobra cutânea subescapular, BI= dobra cutânea do Bíceps, SI= dobra cutânea supra-iliaca, IMC= Índice de Massa Corporal, F= a constante para o sexo (feminino=0 e masculino= 1).

Nos achados de Heyward (2001), foi considerado que a acuracidade das equações antropométricas (perímetros e IMC) é uma alternativa para os grupos, em que os erros de medida por meio da espessura de dobras cutâneas são maiores (obesos, idosos), pois as medidas de perímetros apresentam erros interavaliadores menores em comparação com a medida da espessura de dobras cutâneas (PETROSKI; PIRES NETO, 2012).

Vale lembrar, que se as equações antropométricas, forem usadas no atendimento clínico para estimar a composição corporal, os profissionais devem estar atentos para observar cuidadosamente este método, pois, os critérios como sexo, etnia, idade e tipo de atividade física podem ser variáveis importantes que influenciam os resultados. Tendo em vista que, o uso de diferentes equações de predição em populações não semelhantes àquela do desenvolvimento da equação pode fornecer estimativas incorretas (LEAL et al., 2019).

ARTIGO 1

Concordância e reprodutibilidade de um aparelho portátil de miografia por impedância elétrica para estimativa do percentual de gordura corporal em homens e mulheres com peso normal.

Agreement and reproducibility of a portable electrical impedance myography device for body fat percentage estimation in normal weight men and women.

Josiel Gomes Ribeiro^{1, 2}, Mateus Rossato^{1,2}, Lucas Bet da Rosa Orssatto^{3,4}, Luhan Ammy Andrade Picanço¹, Diego Augusto Santos Silva⁵, Ewertton de Souza Bezerra^{1,2}

1. Programa de Pós Graduação Strictu Sensu em Ciências da Saúde, FM, UFAM.
2. Laboratório de Estudo do Desempenho Humano, UFAM
3. School of Exercise and Nutrition Sciences, Faculty of Health, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia;
4. Institute of Health and Biomedical Innovation, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia
5. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.

Resumo

O objetivo deste estudo foi investigar a concordância e a reprodutibilidade de um aparelho portátil de miografia por impedância elétrica (MIE - SKULPT®) para estimativa do percentual de gordura corporal (GC%) em adultos jovens. Sessenta adultos jovens foram voluntários para o estudo (mulheres, $n=30$, $25,0 \pm 7,7$ anos; $21,5 \pm 1,9$ kg/m²; e homens, $n=30$, $21,6 \pm 6,3$ anos; $22,5 \pm 1,8$ kg/m²). Os participantes foram submetidos a pletismografia de deslocamento de ar (ADP) e as medidas de MIE para análise de concordância. A MIE foi realizada três vezes no mesmo dia para a análise de reprodutibilidade intradia. Sete dias depois, 37 participantes repetiram as medidas de MIE para a análise de reprodutibilidade entre os dias. Comparações dos métodos MIE e ADP e as medidas repetidas de MIE foram realizadas com o teste T pareado ou medidas repetidas ANOVA de uma via, gráfico de Bland-Altman e regressões lineares simples. O %GC foi maior ($p < 0,05$) quando estimado pelo MIE ($19,91 \pm 5,70$ para homens e $30,77 \pm 5,89$ para mulheres) em relação ao ADP ($15,28 \pm 5,66$ para homens e $27,31 \pm 5,98$ para mulheres). A análise de Bland-Altman apresentou um viés de 4,4% (IC95%=-3,4–12,2) e a regressão linear apresentou $R^2=0,78$. Para a reprodutibilidade entre dias, as médias do MIE não diferiram ($25,33 \pm 7,69$ e $24,94 \pm 8,30$, $p=0,890$). Assim, embora o dispositivo MIE tenha apresentado uma alta reprodutibilidade das estimativas do %GC, deve-se ter cautela ao comparar os resultados com outras técnicas de medição do %GC. Em conclusão, o dispositivo MIE superestimou o GC% em relação ao ADP. No entanto, as medidas de MIE apresentaram boa reprodutibilidade intra e entre dias e, com isso, o dispositivo MIE pode ser utilizado para monitoramento longitudinal da GC%.

Palavras-chave: composição corporal, bioimpedância elétrica, exame físico

Abstract

The aim of this study was to investigate the agreement and reproducibility of a portable electrical impedance myography device (EIM - SKULPT®) for body fat percentage (BF%) estimation in young adults. Sixty young adults volunteered for the study (women, n=30, 25.0±7.7 years; 21.5±1.9 kg/m²; and men, n=30, 21.6±6.3 years; 22.5±1.8 kg/m²). Participants underwent air displacement plethysmography (ADP) and EIM measurements for agreement analysis. EIM was performed three times on the same day for the within-day reproducibility analysis. Seven days later, 37 participants repeated the EIM measurements for the between-days reproducibility analysis. Comparisons of EIM and ADP methods, and EIM repeated measurements were performed with the paired T-test or one-way ANOVA repeated measures, Bland-Altman plot, and simple linear regressions. BF% was higher ($p<0.05$) when estimated by EIM (19.91 ± 5.70 for men, and 30.77 ± 5.89 for women) compared to ADP (15.28 ± 5.66 for men, and 27.31 ± 5.98 for women). The Bland-Altman analysis presented a bias of 4.4% (95%CI=-3.4–12.2) and linear regression presented an $R^2=0.78$. For between-days reproducibility, EIM means did not differ (25.33 ± 7.69 and 24.94 ± 8.30 , $p=0.890$). Thus, while the EIM device exhibited high reproducibility of BF% estimates, caution should be exercised when comparing the results with other techniques for measuring BF%. In conclusion, the EIM device overestimated BF% compared to ADP. However, the EIM measurements presented very good within-day and between-days reproducibility and, thus, the EIM device can be used for longitudinal monitoring of BF%.

Key-words: body composition, bioelectrical impedance, physical examination

5.0 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018), obesidade triplicou desde 1975 em países de renda média e alta. Dentre as doenças relacionadas à obesidade, destacam-se o diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, acidentes vasculares cerebrais e alguns tipos de câncer (VUCENIK; STAINS, 2012). Devido ao aumento da obesidade populacional, os gastos com saúde pública têm aumentado ano a ano, causando um ônus aos sistemas de saúde no mundo todo. (CANELLA; NOVAES; LEVY, 2016). O tratamento adequado ou prevenção do sobrepeso ou obesidade requer um diagnóstico precoce. Nesse sentido, fica evidente a necessidade de métodos de baixo custo e portáteis, que forneçam medidas precisas e confiáveis para a estimativa da gordura corporal, e que possam ser adotadas principalmente na prática clínica (SMITH-RYAN et al., 2014).

O percentual de gordura corporal é tipicamente estimado por diferentes métodos, como pesagem hidrostática (PH), pletismografia por deslocamento de ar (ADP), absorciometria de raios X de dupla energia (DXA), tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM)(WELLS; FEWTRELL, 2006). Embora esses métodos possam fornecer estimativas válidas de gordura corporal para diferentes populações (VISTA; MEDICINA; FOCO, 2013), geralmente são de alto custo e apresentam baixa portabilidade, o que pode limitar sua aplicação na prática clínica. A bioimpedância elétrica (BIA) é um método seguro, de baixo custo, rápido e não invasivo que fornece estimativas de composição corporal, estado nutricional, saúde e integridade celular (MARTINS et al., 2019). A BIA fornece ainda, parâmetros brutos como impedância (Z), resistência (R) e reatância (Xc) e parâmetros derivados da relação entre R e Xc, como ângulo de fase (AF) e análise vetorial de bioimpedância (BIVA), além de apresentar estimativas de %GC por meio de equações de regressão, (MARTINS et al., 2019); Além disso, na prática clínica a BIA tem se mostrado útil para a estimativa do percentual de gordura corporal (FOGELHOLM; VAN MARKEN LICHTENBELT, 1997).

Estudos anteriores que compararam a gordura corporal obtida pela BIA e outros métodos de referência (i.e. padrão ouro), como o ADP, mostraram que, apesar das pequenas diferenças entre os métodos, a BIA parece ser um método válido para estimar a gordura corporal (BIAGGI et al., 2018; HILLIER; PETROPOULOU; CLEGG, 2014). Esses resultados têm incentivado o desenvolvimento de novos dispositivos

portáteis e de baixo custo, como o Skulpt Chisel[®] (Skulpt Inc., San Francisco, CA). O Skulpt Chisel[®] é um sistema portátil para miografia por impedância elétrica (MIE com o mesmo princípio de funcionamento do BIA, mas sem a necessidade de uma medida de corpo inteiro para estimar o %GC. Embora o fabricante relate que o MIE tem uma precisão de 1 - 2 % de gordura corporal quando comparado com DXA, sua precisão e confiabilidade foram testadas recentemente (MCLESTER et al., 2018b)(MCLESTER et al., 2018a). Os autores não relataram diferenças nas estimativas de %GC entre DXA e MIE em indivíduos jovens saudáveis, concluindo que a MIE pode ser um método aceitável para uso em homens e mulheres adultos (MCLESTER et al., 2018b). Por outro lado, parece que o MIE apresenta menor acurácia nas estimativas de composição corporal quando comparado a modelos multicompartimentais com espectroscopia de bioimpedância ou BIA multifrequencial em fisiculturistas masculinos e femininos (GRAYBEAL et al., 2020).

Embora a DXA seja uma técnica precisa para estimar a composição corporal, há evidências de que ela pode subestimar a massa gorda e, conseqüentemente, o %GC em populações com baixo peso e superestimá-la na população obesa (DE CASTRO; DE LIMA; SILVA, 2018; LEE; GALLAGHER, 2008). Uma pesquisa realizada com adultos saudáveis analisou a concordância das estimativas do %GC usando DXA, BIA, diluição de deutério (D₂O) e ADP com métodos que produzem estimativas por meio do modelo de quatro componentes (NG et al., 2018). Os autores descobriram que, embora as estimativas de DXA e ADP mostrassem forte concordância com o modelo de quatro componentes, as estimativas de ADP mostraram um erro menor do que as estimativas de DXA (NG et al., 2018). Nesse sentido, comparar as estimativas de %GC de um novo dispositivo de BIA (ou seja, MIE) com o método ADP pode ser útil para fornecer aos profissionais de saúde informações sobre o grau de concordância dessas técnicas. Assim, o presente estudo teve como objetivo comparar as estimativas do %GC obtidas pelo MIE e ADP em homens e mulheres com o IMC entre 18,5 – 24,9 (valor considerado adequado pela OMS). Como resultado secundário, testamos a confiabilidade intra e entre dias do dispositivo MIE. Então, presumiu-se que o MIE apresentaria boa concordância e reprodutibilidade para %G em relação ao método ADP.

6.0 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Abordagem Experimental do Problema

A composição corporal de 60 adultos jovens com índice de massa corporal normal foi avaliada usando uma miografia de impedância elétrica (MIE) e ADP. Os valores de %G verificados pelo MIE foram comparados com o método de referência ADP. Além disso, testou-se a reprodutibilidade intra e entre dias do dispositivo MIE. Com isso, está sendo verificado se existe uma boa concordância e reprodutibilidade entre o MIE e o método ADP.

Este artigo foi previamente submetido ao periódico Journal of Physical Activity & Health - Manuscript ID JPAH.2022-0008 (ANEXO 1)

6.2 Participantes

Sessenta adultos jovens saudáveis foram incluídos no presente estudo (Mulheres, $n = 30$, $25,0 \pm 7,7$ anos, $57,8 \pm 6,4$ kg, $1,62 \pm 5$ m, $21,5 \pm 1,9$ kg/m²; e Homens, $n = 30$, $21,6 \pm 6,3$ anos, $69,1 \pm 8,0$ kg, $1,73 \pm 6$ m, $22,5 \pm 1,8$ kg/m²); foi adotada a média de três medidas para estatura (ICC=0,97). Todos os participantes ($n = 60$) foram incluídos nos procedimentos de concordância e reprodutibilidade intradias e 37 nos procedimentos de reprodutibilidade entre dias (homens=18, $23,7 \pm 6,5$ anos, $62,7 \pm 10,1$ kg, $1,66 \pm 8,3$ m, $22,3 \pm 1,9$ kg/m²). Para serem incluídos, os participantes deveriam ter entre 18 e 45 anos de idade e IMC entre 18 e 24,9 kg/m², valor considerado adequado pela OMS (World Health Organization, 2018). Foram excluídos os participantes com deficiência física, claustrofobia ou qualquer doença que altere o estado de hidratação do indivíduo. Todos os voluntários deram consentimento informado por escrito e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos local e conduzido de acordo com a declaração de Helsinque. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (CAAE: 21141319.7.0000.5020, número do relatório ético 3.722.725), conforme ANEXO 2

6.3 Procedimentos

Os participantes compareceram ao laboratório para duas visitas, no período da manhã (entre 8h e 12h), e retornaram com sete dias de intervalo. Em ambas as visitas, a massa corporal foi avaliada com uma balança digital (Tanita Inc., Arlington Heights, IL, USA), e a altura com um estadiômetro (SECA®, São Paulo, Brazil), e o percentual de gordura corporal com a ADP (BODPOD®, Body Composition System; Life Measurement Instruments, Concord, CA, USA), que foi considerado o valor de referência para a análise de concordância, e com um aparelho portátil de miografia por impedância elétrica (MIE - SKULPT®, San Francisco, USA). Os participantes foram solicitados a evitar o consumo de alimentos e água por duas horas antes das medidas de composição corporal, conforme recomendado no manual do operador do Bod Pod, evitar fumar, ingerir álcool, usar loção hidratante corporal na pele e praticar exercícios físicos por 24 h antes das medições.

Miografia por impedância elétrica. O dispositivo MIE fornece informações limitadas sobre a frequência da corrente elétrica e seus respectivos algoritmos adotados para calcular o percentual de gordura corporal. Segundo o fabricante, o aparelho emite uma corrente elétrica com diferentes frequências, direções e profundidades. A partir daí, um aplicativo instalado em um smartphone, conectado ao aparelho através do bluetooth, fornece informações sobre o percentual de gordura corporal. Uma opção de avaliação rápida, dentro do aplicativo sugere uma única medida no tríceps, abdômen e coxa, conforme apresentado na figura 5. Para abordar a reprodutibilidade, foram realizadas três medidas nas respectivas regiões do corpo, com intervalo de 3 minutos entre elas. O participante permaneceu sentado durante o intervalo entre as medidas. O valor médio das 3 medidas foi adotado para as estatísticas de concordância e reprodutibilidade entre dias.

Figura 5- Posicionamento da miografia por impedância elétrica. A = Tríceps; B = Abdômen; e C = Coxa



Fonte: O autor

Pletismógrafo de deslocamento de ar. Todos os participantes foram avaliados quanto ao percentual de gordura corporal pelo ADP. A avaliação foi realizada de acordo com as instruções do fabricante. O dispositivo ADP foi calibrado através do cálculo da razão da pressão para uma câmara vazia e um volume conhecido (56.056 l). A balança acoplada ao aparelho também foi calibrada com referência conhecida (20kg) (figura 6). Após receber uma explicação sobre os procedimentos, os participantes entraram no ADP vestindo roupas mínimas. A touca de natação foi usada para diminuir o volume do cabelo e objetos de metal no corpo foram proibidos (por exemplo, brincos, anéis, piercings e assim por diante). Os participantes permaneceram sentados dentro do aparelho e a cada passo da avaliação do ADP a porta era aberta. O teste durou em média 4 minutos. Durante esta fase, o volume corporal bruto do participante foi determinado de acordo com a lei de Boyle. Devido à dificuldade em avaliar o volume pulmonar dos participantes, foram utilizados valores preditos. Este procedimento não afetou a estimativa da composição corporal (GOMEZ et al., 2019). A densidade corporal foi determinada pela faixa de pressão e volume. Por fim, GC% foi calculado usando a equação de Siri (SIRI, 1961). A equação de Siri é baseada no modelo de dois compartimentos (massa gorda e massa livre de gordura) e o ADP é um método de densitometria que também se baseia no modelo de dois compartimentos. Além disso, quando comparada a outras equações, a equação de Siri apresenta estimativas semelhantes (LOHMAN, 1981).

Figura 6 - Aparelho de Plestimógrafo utilizado na avaliação da composição corporal dos participantes.



Fonte: O autor

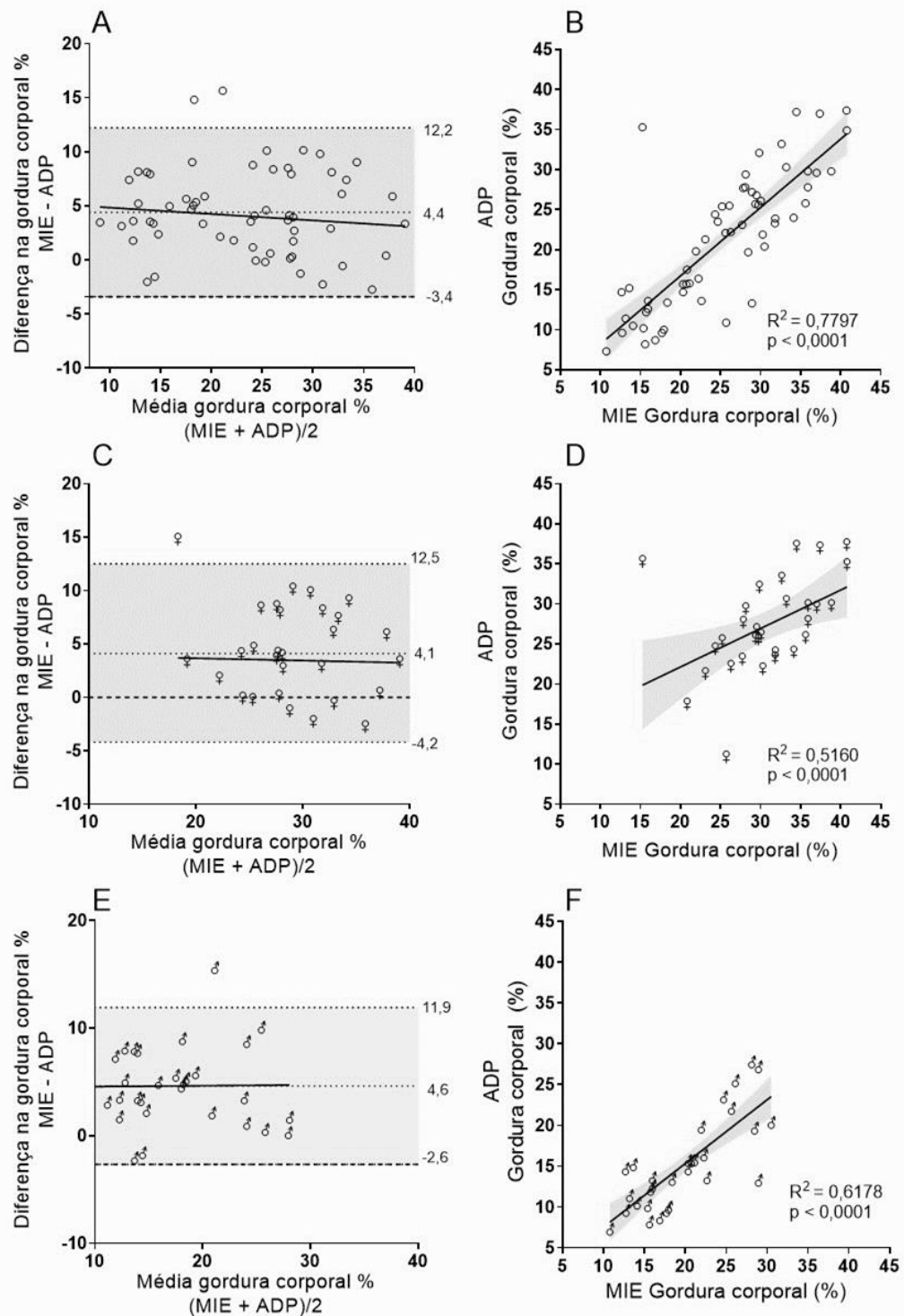
6.4 Análise estatística

Todos os resultados descritivos são apresentados como média $\pm$ desvio padrão. Os testes de Shapiro Wilk e Levene foram realizados para teste de normalidade e homogeneidade, respectivamente. Para avaliação da concordância, foram realizados os seguintes testes: a) teste T pareado entre o percentual de gordura corporal obtido pelo ADP e MIE intradia b) Gráfico de Bland-Altman para análise de concordância entre os resultados de ADP e MIE; c) regressões lineares simples para verificar o quanto o resultado da variável dependente (ADP) foi explicado pela variável independente (MIE); e d) coeficientes de correlação intraclasse (ICC) e erro típico, como porcentagem do coeficiente de variação (%CV), foram calculados entre os métodos (HOPKINS, 2000). Para a avaliação da reprodutibilidade entre dias, foram adotados o teste t pareado, ICC e %CV entre as medidas repetidas para o MIE. Para a avaliação da reprodutibilidade intradia, foram adotadas medidas repetidas ANOVA de uma via, ICC e %CV entre as três medidas repetidas para o MIE realizado intradia. O pacote SPSS Statistical Software (versão 25.0) e Graph Pad Prism (versão 6.0) foram usados para analisar todos os dados.

7.0 RESULTADOS

Concordância. Os resultados de gordura corporal (%) medidos pelo MIE foram superiores aos resultados de ADP para todos os participantes ($p < 0,001$), mulheres ($p < 0,004$) e homens ($p < 0,001$) (tabela 1). O gráfico de Bland-Altman confirmou que o MIE superestimou a gordura corporal (%) em relação ao ADP para todos os participantes (4,4%), mulheres (4,1%) e homens (4,6%) (Figura 7). A regressão linear indicou que o MIE explicou 78%, 52% e 62% de determinação nos resultados do ADP, para todos os participantes, mulheres e homens, respectivamente (Figura 7).

Figura 7 - Gráficos de Bland-Altman e regressão linear simples entre as medidas de ADP e MIE de gordura corporal (%), para todos os participantes (A e B), mulheres (C e D) e homens (E e F). As linhas pontilhadas na área colorida dos gráficos de Bland-Altman representam a média de viés e o intervalo de confiança de 95%. MIE, miografia por impedância elétrica; ADP, pletismografia por deslocamento de ar; análise de covariância, erro padrão de estimativa.



Reprodutibilidade intra e entre dias. Não houve diferença na gordura corporal (%) para MIE medido nos dias 1 e 2 (reprodutibilidade entre os dias). Um bom ICC foi encontrado para todos os participantes ($n = 37$) e mulheres ($n = 19$), e para homens ($n = 18$) um ICC moderado (KOO; LI, 2016) foram apresentados. O erro típico permaneceu entre 6,7 e 6,9%. Não houve diferenças na gordura corporal (%) para MIE ao realizar 3 medidas no mesmo dia (reprodutibilidade intradia). Um excelente ICC (KOO; LI, 2016) foi encontrado para todos os participantes ($n = 60$) e homens ($n = 30$), e um bom ICC para as mulheres ($n = 30$). O erro típico permaneceu entre 6,9 e 10,7% (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação de gordura corporal (%) entre miografia de impedância elétrica e pletismografia de deslocamento de ar (validade), entre miografia de impedância elétrica no dia 1 e 2 (reprodutibilidade entre dias) e entre medidas de miografia de impedância

	Concordância		
	Todos ($n = 60$)	Homens ($n = 30$)	Mulheres ($n = 30$)
MIE (%)	25,34 $\pm$ 7,94	19,91 $\pm$ 5,70	30,77 $\pm$ 5,89
ADP (%)	21,30 $\pm$ 8,38	15,28 $\pm$ 5,66	27,31 $\pm$ 5,98
Valor p do teste T	<0,001	<0,001	0,004
	Reprodutibilidade entre dias		
	Todos ($n = 37$)	Homens ($n = 18$)	Mulheres ($n = 19$)
MIE dia 1 (%)	25,33 $\pm$ 7,69	19,97 $\pm$ 6,05	30,40 $\pm$ 5,62
MIE dia 2 (%)	24,94 $\pm$ 8,30	18,86 $\pm$ 5,99	30,69 $\pm$ 5,64
Valor p do teste T	0,54	0,33	0,64
ICC	0,890	0,716	0,887
TE como CV (%)	6,8	6,7	6,9
	Reprodutibilidade intradia		
	Todos ($n = 60$)	Homens ($n = 30$)	Mulheres ($n = 30$)
MIE1	25,26 $\pm$ 8,24	19,99 $\pm$ 5,66	30,53 $\pm$ 6,93
MIE2	25,49 $\pm$ 8,05	20,16 $\pm$ 5,79	30,82 $\pm$ 6,25
MIE3	25,28 $\pm$ 8,05	19,59 $\pm$ 5,90	30,98 $\pm$ 5,45
Valor p da ANOVA unidirecional	0,845	0,452	0,830
ICC	0,926	0,923	0,824
TE como CV (%)	8,9	6,9	10,7

A estatística descritiva é apresentada como média e desvio padrão. MIE, miografia por impedância elétrica; ADP, pletismografia por deslocamento de ar; ICC, coeficiente de correlação intraclass; TE como CV, erro típico como coeficiente de variação.

8.0 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar o percentual de gordura corporal estimado pelos aparelhos MIE e ADP e testar a reprodutibilidade do aparelho MIE em homens e mulheres. Os principais achados sugerem que a gordura corporal estimada pelo MIE é superestimada para mulheres (4,1%) e homens (4,6%), quando comparada ao ADP. Ressalta-se que para 23 mulheres (76,6%) e 28 homens (93,3%), os resultados do MIE foram superiores aos resultados do ADP. Além disso, o aparelho não apresentou valores significativamente diferentes para o percentual de gordura corporal quando testado no mesmo dia ou em dias diferentes para homens e mulheres.

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a comparar a precisão e a reprodutibilidade das medidas de percentual de gordura obtidas usando ADP e MIE. Um estudo semelhante foi desenvolvido (MCLESTER et al., 2018a). Os autores avaliaram a acurácia dos resultados de percentual de gordura obtidos pela MIE com os valores obtidos por DXA e BIA. A reprodutibilidade do MIE foi avaliada em 3 dias diferentes. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre os métodos e os autores também relataram correlações acima de 0,93 entre MIE e DXA. Além disso, os autores relataram alta reprodutibilidade nas medidas realizadas pelo MIE. Conforme relatado nossos dados de percentual de gordura obtidos pelo MIE demonstraram uma alta correlação com a medida de referência (ADP), além de apresentar boa reprodutibilidade entre os dias (MCLESTER et al., 2018a).

Estudos que compararam valores de percentual de gordura obtidos por meio de ADP e BIA indicam que não há diferenças significativas no percentual de gordura entre os métodos, além de apresentarem alta correlação (BIAGGI et al., 2018; VASOLD et al., 2019; VON HURST et al., 2016). O percentual de gordura corporal é estimado com base na equação de Siri (SIRI, 1961), considerando a densidade corporal (massa corporal/volume corporal) medida pelo dispositivo ADP (BROŽEK et al., 1963). Por outro lado, o fabricante do MIE não fornece detalhes sobre o algoritmo utilizado para estimar o percentual de gordura corporal, apenas mencionando que utiliza correntes elétricas com diferentes frequências, direções e profundidades. Acreditamos que a superestimação dos resultados observados para o MIE de 4,1% para mulheres e 4,6% para homens, se deva ao fato de termos utilizado apenas 3 medidas (figura 5), sendo uma delas avaliada na região abdominal.

Estudos que avaliem a concordância e a reprodutibilidade de dispositivos portáteis e de baixo custo e que avaliam a composição corporal são importantes, pois permitem que os equipamentos sejam utilizados em serviços públicos de saúde para monitorar alterações agudas e crônicas da composição corporal. Em recente estudo, foi descoberto que pacientes com doença aguda/crônica são particularmente vulneráveis à perda muscular e alterações nos fluidos corporais, impactando negativamente os resultados clínicos (PRICE; EARTHMAN, 2019). A avaliação desses parâmetros em ambientes hospitalares é muitas vezes subjetiva e imprecisa, o que gera discrepâncias de identidade e dificuldade em avaliar mudanças longitudinais. Nesse sentido, a BIA parece ser uma boa estratégia a ser utilizada nesses contextos, pois fornece informações tanto sobre a composição corporal quanto sobre o estado de hidratação (MUNDI; PATEL; MARTINDALE, 2019).

É importante reconhecer as limitações do desenho deste estudo, devido ao cronograma do laboratório, adotamos sete dias para análise de reprodutibilidade entre dias e isso pode influenciar na medida individual.

CONCLUSÃO

O presente estudo, mostra que o MIE apresenta boa confiabilidade intra e interdias, porém pode superestimar o percentual de gordura corporal em relação ao ADP tanto para homens quanto para mulheres. Profissionais de saúde e fitness podem ser incentivados a usar o MIE para monitoramento longitudinal da gordura corporal.

REFERÊNCIAS

BIAGGI, R. R. et al. Comparison of air-displacement plethysmography with hydrostatic weighing and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in healthy adults 1 – 3. n. April, p. 898–903, 2018.

BROŽEK, J. et al. Densitometric Analysis of Body Composition: Revision of Some Quantitative Assumptions. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 110, n. 1, p. 113–140, 1963.

CANELLA, D. S.; NOVAES, H. M. D.; LEVY, R. B. Medicine expenses and obesity in Brazil: An analysis based on the household budget survey. **BMC Public Health**, v. 16, n. 1, p. 1–8, 20 jan. 2016.

DE CASTRO, J. A. C.; DE LIMA, L. R. A.; SILVA, D. A. S. Accuracy of octa-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in children and adolescents with HIV: comparison with dual energy X-ray absorptiometry and air displacement plethysmography. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 31, n. 2, p. 276–285, 1 abr. 2018.

FOGELHOLM, M.; VAN MARKEN LICHTENBELT, W. **Comparison of body composition methods: A literature analysis** **European Journal of Clinical Nutrition** Nature Publishing Group, , 1997. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11248873/>>. Acesso em: 1 jun. 2021

GOMEZ, T. D. et al. by using predicted and measured thoracic gas volumes. p. 1475–1479, 2019.

GRAYBEAL, A. J. et al. Body Composition Assessment in Male and Female Bodybuilders: A 4-Compartment Model Comparison of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Impedance-Based Devices. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 6, p. 1676–1689, 1 jun. 2020.

HILLIER, S. E.; PETROPOULOU, L. B. A.; CLEGG, M. E. RESEARCH PAPER A comparison of body composition measurement techniques. 2014.

HOPKINS, W. G. **Measures of reliability in sports medicine and science** **Sports Medicine** Adis International Ltd, , 2000. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10907753/>>. Acesso em: 1 jun. 2021

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155–163, 1 jun. 2016.

LEE, S. Y.; GALLAGHER, D. **Assessment methods in human body composition** **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care** Curr Opin Clin Nutr Metab Care, , set. 2008. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18685451/>>. Acesso em: 1 jun. 2021

LOHMAN, T. **Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review** — **University of Arizona**. Disponível em: <<https://arizona.pure.elsevier.com/en/publications/skinfolds-and-body-density-and->

their-relation-to-body-fatness-a-r>. Acesso em: 26 jun. 2021.

MARTINS, P. C. et al. Fluid distribution and cell integrity indicators evaluated by bioelectrical impedance in university athletes: Comparison between team sports and individual sports. **Physiological Measurement**, v. 40, n. 1, 22 jan. 2019.

MCLESTER, C. N. et al. An investigation of the accuracy and reliability of body composition assessed with a handheld electrical impedance myography device. **European Journal of Sport Science**, v. 0, n. 0, p. 1–9, 2018a.

MCLESTER, C. N. et al. An investigation of the accuracy and reliability of body composition assessed with a handheld electrical impedance myography device. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 6, p. 763–771, 3 jul. 2018b.

MUNDI, M. S.; PATEL, J. J.; MARTINDALE, R. **Body Composition Technology: Implications for the ICUNutrition in Clinical Practice** John Wiley and Sons Inc., , 1 fev. 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30586471/>>. Acesso em: 1 jun. 2021

NG, B. K. et al. Validation of rapid 4-component body composition assessment with the use of dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 108, n. 4, p. 708–715, 1 out. 2018.

PRICE, K. L.; EARTHMAN, C. P. **Update on body composition tools in clinical settings: computed tomography, ultrasound, and bioimpedance applications for assessment and monitoring** **European Journal of Clinical Nutrition** Nature Publishing Group, , 1 fev. 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30377307/>>. Acesso em: 1 jun. 2021

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 9, n. 5, p. 480–91; discussion 480, 492, 1961.

SMITH-RYAN, A. E. et al. Reproducibility and validity of A-mode ultrasound for body composition measurement and classification in overweight and obese men and women. **PLoS ONE**, v. 9, n. 3, 2014.

VASOLD, K. L. et al. Reliability and validity of commercially available low-cost bioelectrical impedance analysis. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 29, n. 4, p. 406–410, 2019.

VISTA, P. D. E.; MEDICINA, I. E. M.; FOCO, D. E. M. Original article Validity of the methods to assess body fat in children and adolescents using multi-compartment models as the reference method : a systematic review q. v. 59, n. 5, p. 475–486, 2013.

VON HURST, P. R. et al. Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis to estimate body fat percentage against air displacement plethysmography and dual-energy X-ray absorptiometry. **Nutrition and Dietetics**, v. 73, n. 2, p. 197–204, 1 abr. 2016.

VUCENIK, I.; STAINS, J. P. Obesity and cancer risk: Evidence, mechanisms, and

recommendations. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1271, n. 1, p. 37–43, 2012.

WELLS, J. C. K.; FEWTRELL, M. S. **Measuring body composition** **Archives of Disease in Childhood** Arch Dis Child, , jul. 2006. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16790722/>>. Acesso em: 1 jun. 2021

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity and overweight**. [s.l.: s.n.].

ARTIGO 2

Concordância entre diferentes equações antropométricas e a pletismografia por deslocamento de ar para predição da gordura corporal em adultos com sobrepeso e obesidade.

Agreement between different anthropometric equations and Air Displacement Plethysmography for predicting body fat in adults with Overweight or Obesity

Josiel Gomes Ribeiro^{1, 2}, Cassiano Ricardo Rech³, Ewertton de Souza Bezerra^{1,2}

1. Programa de Pós Graduação Strictu Sensu em Ciências da Saúde, FM, UFAM.
2. Laboratório de Estudo do Desempenho Humano, UFAM
3. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.

Resumo

O objetivo desse estudo foi comparar a concordância entre diferentes equações antropométricas para a estimativa da gordura corporal de indivíduos com sobrepeso e obesidade, residentes na região urbana da cidade de Manaus, tendo como método de referência a pletismografia por deslocamento de ar (ADP). Para participarem do estudo, foram selecionados 451 adultos com sobrepeso e obesidade (mulheres, $n=357$, $41,4 \pm 8,91$ e $40,3 \pm 10,1$ anos; $27,9 \pm 1,35$ e $34,0 \pm 2,52$ kg/m²; e homens, $n=94$, $42,1 \pm 11,3$ e $42,1 \pm 10,5$ anos; $28,4 \pm 1,43$ e $35,4 \pm 2,26$ kg/m², respectivamente). O %GC foi verificado pelo ADP (método de referência) e pelas equações de Tran & Weltman (1989); Visser, et al. (1994), Deurenberg, et al. (1991) Lean et al (1996) Gallagher et al (2000) Gómez-Ambrosi et al. (2012). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e para a acuracidade dos resultados o Teste t pareado, correlação de Pearson e a análise de Bland & Altman. A equação Deurenberg, et al. (1991) para homens com sobrepeso não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p=0,186$) em relação ao valor de referência (ADP), além de fortes valores correlacionais ($r = 0,98$; $p<0,01$, assim como análise de Bland-Altman apresentou um viés de 2.6% (IC95% = -16.1; 10.9%). Já para as mulheres com sobrepeso as equações de Deurenberg et al. (1991), Lean et al. (1996) e Gallagher et al. (2000) não diferiram da média de gordura corporal da ADP ($p>0,05$), mostrando erros médios de -0.4% (IC95% = -11.5; 10.7%), -0.1% (IC95% = -11.3; 11.2%) e -0.7% (IC95% = -11.3; 10.0%), respectivamente. Entre as mulheres obesas verificou-se que a equação de Deurenberg et al. (1991) e Lean et al. (1996) não diferiram significativamente da medida de ADP ($P>0,05$) as análise de Bland-Altman mostraram erros médios de -0.2% (IC95% = -10.3; 9.8%) e 0.1% (IC95% = -10.2; 10.4%). Conclui-se que as equações antropométricas propostas na literatura diferem em relação à capacidade preditiva do %GC. Logo, é necessário um cuidado na sua aplicabilidade para a estimativa do %GC em adultos com sobrepeso e obesos em residentes na cidade de Manaus.

Palavras Chaves: Antropometria, Índice de Massa corporal, sobrepeso e obesos

Abstract

The objective of this study is a method of comparison between obesity and body obesity, having as a reference obesity and body obesity as a reference to an urban diversity, having as a reference obesity and body obesity. To participate in the study, 451 overweight and obese adults were selected (women, $n=357$, 41.4 ± 8.91 and 40.3 ± 10.1 years; 2.9 ± 1.35 and 34.0 ± 2.52 kg/m²; and men, $n=94$, 42.1 ± 11.3 and 42.1 ± 10.5 years; 28.4 ± 1.43 and 35.4 ± 2.26 kg/m², respectively). The % BF selected by the reference ADP and by us man was from Tran & Weltman (1989); Visser, et al. (1994), Deurenberg, et al. (1991) Lean et al (1996) Gallagher et al (2000) Gómez-Ambrosi et al. (2012). The normality of the results was verified by the Shapiro-Wilk test and for the accuracy of the results of all Pearson results and the Bland & Altman analysis. al. (1991) for overweight men not statistically significant ($p=0.186$) in relation to the reference value (ADP), in addition to correlational values ($r = 0.98$; $p<0.01$, as well as Bland analysis) - Alt. of 26% = -1.5% = -1.10.10.% % .) did not differ from the mean ADP fat ($p> 0.05$), 4% fat mean errors. 4% (95%CI = -11.5; 10.1% (95%CI = -11.3; 1.2%) and -0.7% (11.95%CI; 10.0%), respectively. $P>0.05$) as Bland-Altman analysis. 2 technical errors of methods of -0.0% (95%CI = -0.8% 0.1% (95%CI = anthropometric 10.2 ; 10.4%) proposed in the literature differ in relation to the predictive capacity of the % BF sary in their applicability for a prognosis of the % BF in overweight and obese adults.

Keywords: Anthropometry, Body Mass Index, overweight and obese

9.0 INTRODUÇÃO

A prevalência de indivíduos classificados com sobrepeso ou obesidade está aumentando em todo o mundo, representando uma preocupação primária de saúde devido à relação entre a obesidade e uma série de doenças, deficiências, comorbidades e mortalidade (DONINI et al., 2013). A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera a obesidade como uma epidemia mundial condicionada principalmente pelo perfil alimentar e de atividade física e a define como um acúmulo anormal ou excessivo de gordura corporal que pode atingir graus capazes de afetar a saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018). Especificamente, no Brasil, o sobrepeso e a obesidade vêm aumentando em todas as faixas etárias, em ambos os sexos, e em todos os níveis de renda. Em adultos brasileiros, o excesso de peso e a obesidade atingiram 56,9% e 20,8% da população em 2013, respectivamente (DIAS et al., 2017). Entretanto essa doença crônica aumentou 72% nos últimos anos, no conjunto das 27 cidades brasileiras, a frequência de excesso de peso foi de 57,5%, enquanto a obesidade teve frequência de 21,5 % (VIGITEL, 2020).

O sobrepeso e a obesidade apresentam causas multifatoriais e resultam em interações de fatores genéticos, metabólicos, sociais, comportamentais e culturais. Na maioria dos casos, associa-se ao sedentarismo e ao abuso da ingestão calórica, desta forma a quantidade de energia adquirida para a realização das funções vitais é maior do que a gasta e este excesso se armazena como tecido adiposo, gerando o balanço energético positivo (TAVARES et al., 2011). Devido ao acúmulo excessivo de gordura corporal acarretar prejuízos à saúde das pessoas, torna-se importante a verificação da quantidade e distribuição da gordura corporal por meio da avaliação da composição corporal, através da qual é possível se identificar a proporção relativa de gordura e de massa corporal magra (MARTINS et al., 2015).

A importância em determinar os componentes corporais reside na estreita relação do aumento da gordura corporal (GC), assim como da sua distribuição, com a incidência de doenças cardiovasculares e metabólicas, como diabetes, hipercolesterolemia, hipertensão, entre outras (ALLISON et al., 1999). As estimativas dos componentes corporais representam um importante indicador do estado de saúde geral, assim como permitem inferir sobre o estado nutricional de indivíduos e populações (RECH et al., 2010).

O índice de massa corporal (IMC) tem sido amplamente aplicado para identificar e classificar o sobrepeso e a obesidade (BELARMINO et al., 2018). O IMC pode ser calculado dividindo o peso (kg) e a altura (m^2), uma vez realizado esse cálculo, ele pode receber uma classificação, aqueles com IMC entre 25,0 - 29,9 kg/ m^2 são considerados com sobrepeso, enquanto os com IMC maior ou igual a 30,0 kg / m^2 são considerados obesos (SHANNON; BROWN; DEL POZZI, 2019). No entanto, o IMC não pode refletir totalmente a quantidade e distribuição de gordura corporal ou distinguir claramente os compartimentos de massa livre de gordura dos compartimentos de massa gorda, por exemplo, levando a superestimções na gordura corporal total de um atleta musculoso, bem como à incapacidade de avaliar adequadamente a gordura corporal total de um indivíduo obeso (BELARMINO et al., 2018). Além disso o IMC também não leva em consideração o sexo, com isso, as mulheres tendem a armazenar mais massa gorda, enquanto os homens costumam ter mais massa magra, mas ambos podem ter a mesma estimativa de gordura corporal ao usar este instrumento de avaliação (JACKSON et al., 2009). Particularmente, o desempenho do IMC em pacientes gravemente obesos é prejudicado pela grande quantidade de tecido adiposo subcutâneo e edema. (BELARMINO et al., 2018)

A medição da gordura corporal é necessária para uma avaliação mais precisa do sobrepeso e da obesidade, mas essa avaliação requer instrumentos e técnicas como a ressonância magnética (RM), pletismografia por deslocamento de ar (ADP), tomografia computadorizada (TC) e absorciometria de raio-x de dupla energia (DEXA), que dispõem de altos custos, necessidades de técnicos treinados e possuem aplicação limitada em condições de campo (GARCIA et al., 2005; RAMIREZ-ZEA et al., 2006). Por esta razão, a estimativa de gordura corporal sem essas técnicas está se tornando cada vez mais desafiadora, e o desenvolvimento e validação de métodos mais simples, baratos e não invasivos, como equações preditivas para estimar o % GC, com base em medidas antropométricas (ou seja, peso corporal, altura, idade e sexo) está se tornando uma necessidade, uma vez que podem ser facilmente usados em um ambiente clínico (JAAFAR et al., 2021).

Deste modo, o propósito deste estudo é comparar diferentes equações para a estimativa da gordura corporal de indivíduos com sobrepeso e obesidade, residentes na região urbana da cidade de Manaus, tendo como método de referência a ADP.

10.0 MATERIAIS E MÉTODOS

10.1 Abordagem Experimental para o Problema.

Trata-se de um estudo de acurácia e retrospectivo. Os dados utilizados no estudo foram extraídos do banco de dados do Laboratório de Estudo do Desempenho Humano (LEDEHU) da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FEFF) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) com anuência do responsável pelo laboratório (ANEXO 3) conforme a resolução 510/2018- CNS, em seu artigo 1º, que ressalta que no uso de bancos de dados, cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual, não há necessidade de autorização do sistema CEP/CONEP.

10.2 Participantes

Foram selecionados 451 adultos com sobrepeso e obesidade, sendo 357 mulheres e 94 homens, residentes da zona urbana da cidade de Manaus. As variáveis analisadas neste estudo foram: idade cronológica, massa corporal (MC), estatura (EST), IMC, %GC obtido pelo ADP, %GC obtido pelas equações de Tran & Weltman (1989); Visser, et al. (1994), Deurenberg, et al. (1991), Lean et al (1996), Gallagher et al (2000), e Gómez-Ambrosi et al. (2012). Os participantes possuíam entre 18 a 75 anos de idade e foram categorizados como sobrepeso (25,0 a 29,9 Kg/m²) e obesidade (>30 Kg/m²), conforme classificação do IMC sugerida pela OMS (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018).

10.3 Procedimentos

Pletismógrafo de deslocamento de ar- Conforme descrito anteriormente no item 6.3 Procedimentos do estudo 1.

Antropometria: Todas as medições seguiram os procedimentos descritos pela Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK) (Norton & Olds 2005). A altura dos participantes foi medida com fita métrica fixada na parede (com precisão de 0,1 cm), e o peso foi verificado em balanças com precisão de 0,001 kg, ligadas ao sistema PDA. O índice de massa corporal (IMC) foi determinado por meio

da equação: $IMC = \text{peso} / \text{altura}^2$ (kg / m²). As circunferências dos braços direito e esquerdo, tórax, cintura, abdômen, quadril, coxa direita e coxa esquerda foram medidas com fita flexível (CESCORF, São Paulo, Brasil) com precisão de 0,1 mm, de acordo com o protocolo proposto por SILVA et al. (2020) e Vargas (2010). Detalhes do protocolo no ANEXO (4).

Após a coleta dos dados antropométricos, a densidade corporal e o percentual de gordura para ambos os sexos foram estimados pelas equações antropométricas selecionadas (Tabela 2) e os resultados do % GC do método de referência, foram calculados pela equação de Siri (Siri 1961). Os critérios de escolha das equações preditivas para análise foram os seguintes: Equações descritas e validadas na literatura que avaliem densidade e percentual de gordura corporal apenas por meio de medidas antropométricas e que abranjam as variáveis no banco de dados do estudo.

Tabela 2 - Equações preditivas para estimativa da densidade (DC) e gordura corporal (%GC), propostas por diversos autores e utilizadas no presente estudo.

Gênero	Autor	Equação	Idade
Mulheres (n=482)	Tran & Weltman /1989	$D = 1,168297 - 10,002824 (PABD) + 0,0000122098 (PABD)^2 - 0,000733128 (PQU) + 10,000510477 (EST) - 0,000216161 (ID)$	15 a 79 anos
Homens e Mulheres idosos (n=204)	Visser, et al. (1994)	$D = 0,0226 \times (F) - 0,0022(IMC) + 1,0605$	60 a 87 anos
Homens e Mulheres (n=1229)	Deurenberg, et al. (1991)	$\%G = 1,2(IMC) + 0,23(ID) - 10,8(F) - 5,4$	07 a 83 anos
Mulheres (n=84)	Lean et al 1996	$\%G = 1,21 \times IMC + 0,262 \times idade - 6,7$	18 a 64 anos
Homens (n=63)	Lean et al 1996	$\%GC = (1,33 \times IMC) + (0,236 \times idade) - 20,2$	18 a 64 anos
Homens e Mulheres (n=1626)	Gallagher et al 2000	$\%G = 76 - 1097,8 \times (1/IMC) - 20,6 \times sexo + 0,053 \times idade \text{ em anos} + 95$	20 a 94 anos
Homens e Mulheres (n=6510)	Gómez-Ambrosi et al, CUN-BAE 2012	$\%GC = - 44.988 + (0,503 \times idade) + (10,689 \times sexo) + (3.172 \times IMC) - (0,026 \times IMC^2) + (0,181 \times IMC \times sexo) - (0,02 \times IMC \times idade) - (0,005 \times IMC^2 \times sexo) + (0,00021 \times IMC^2 \times idade)$	18 a 80 anos

%GC (percentual de gordura corporal) D (densidade) (PABD=perímetro abdômen) (PQU= perímetro do quadril) (PIL=perímetro do íliaco) (MC= massa corporal) EST= estatura, ID= Idade PANT= perímetro do antebraço IMC= Índice de Massa Corporal, F=a constante para o sexo (feminino=0 e masculino= 1)

10.4 Análise Estatística

Os valores foram apresentados como média e desvio padrão (DP). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk ($p>0,05$). A diferença entre as médias foi verificada através do Teste t pareado. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), para determinar o grau de associação entre os métodos avaliativos da composição corporal, bem como, a análise de Bland-Altman (BLAND; ALTMAN, 1986) para verificar a concordância dos resultados, com intervalos de confiança de 95% adotando um nível de significância de 5%. Os dados foram analisados no SPSS statistics versão 26.0 (Statistical Package for the Social Science, IBM, Chicago, Ill, EUA).

11.0 RESULTADOS

Participaram do estudo 451 adultos com sobrepeso e obesidade (79,16% mulheres). A média de idade para os indivíduos com sobrepeso e obesidade foram de 42.1 (± 11.3) e 42.1 (± 10.5) anos para homens; e 41.4 (± 8.91) e 40.3 (± 10.1) anos para mulheres, respectivamente. No grupo de sobrepeso houve diferença estatística para as variáveis de estatura, massa corporal, perímetro da cintura e massa livre de gordura, entre homens e mulheres ($p<0,05$). No grupo de obesos apenas a idade e a % GC verificadas pelo ADP, não diferiram estatisticamente ($p>0,05$), conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Características de adultos com sobrepeso e obesidade. Manaus, Brasil 2020 (n=451)

Variáveis	Sobrepeso (n=130)			Obesos (n=321)		
	Homens	Mulheres	p-valor	Homens	Mulheres	p-valor
Idade (anos)	42.1 $\pm$ 11.3	41.4 $\pm$ 8.91	0.80	42.1 $\pm$ 10.5	40.3 $\pm$ 10.1	0.173
Altura (m)	1.73 $\pm$ 0.07	1.60 $\pm$ 0.06	0.00	1.73 $\pm$ 0.05	1.60 $\pm$ 0.06	0.00
Peso (kg)	85.7 $\pm$ 8.54	72.3 $\pm$ 7.03	0.00	106.5 $\pm$ 9.73	87.6 $\pm$ 10.7	0.00
PC (cm)	97.5 $\pm$ 6.07	84.0 $\pm$ 6.76	0.00	107.7 $\pm$ 8.47	93.0 $\pm$ 7.82	0.00
IMC (kg.m ²)	28.4 $\pm$ 1.43	27.9 $\pm$ 1.35	0.233	35.4 $\pm$ 2.26	34.0 $\pm$ 2.52	0.00
%GC _{ADP}	25.2 $\pm$ 3.90	28.1 $\pm$ 6.03	0.083	39.8 $\pm$ 7.99	39.5 $\pm$ 7.27	0.721
MLG _{ADP} (kg)	57.9 $\pm$ 8.73	46.3 $\pm$ 6.79	0.00	64.8 $\pm$ 10.8	48.6 $\pm$ 7.59	0.00

Média $\pm$ erro padrão da média. PC= Perímetro da Cintura, IMC - Índice de Massa Corporal; ADP – Pletismografia por Deslocamento de Ar; MLG – Massa livre de gordura; %GC= Percentual de gordura corporal.

A tabela 4 apresenta os valores de concordância entre as estimativas de gordura corporal obtidos pelo ADP e diferentes equações antropométricas em homens. Observou-se que entre homens com sobrepeso, apenas a equação de Deurenberg et al. (1991), não diferiu estatisticamente da ADP ($p=0,186$) e com uma forte correlação entre os métodos ($r=0,98$; $p<0,01$). Na análise de Bland & Altman (Figura 8-A), essa proposta apresentou um erro médio 2,6% (IC95% = -16,11; 10,9%), com tendência a superestimar os valores de gordura corporal quanto maior os valores de gordura. Entre os homens obesos, todas as estimativas do percentual de gordura diferiram significativamente quando comparadas ao ADP ($p<0,001$).

Tabela 4 - Concordância entre diferentes equações antropométricas e a pletismografia por deslocamento de ar para predição de gordura corporal em homens com sobrepeso ou obesidade

Estimativas	Médias	SD	DM	p	r	Bland Altman	
						EM	CI95%
Sobrepesos (n = 14)							
% MGR _{ADP}	30.1	5.4					
%MGR _{TranWel}	20.6	0.5	9.46	0.001	0.25	-9.5	(-20.0; 1.0)
% MGR _{Visser}	21.8	0.0	8.33	0.001	0.25	-8.3	(-19.1; 2.4)
%MGR _{Deurenberg}	27.5	3.6	2.57	0.186	0.98	-2.6	(-16.1; 10.9)
% MGR _{Lean}	38.7	4.0	-8.55	0.001	0.88	8.6	(-5.3; 22.4)
%MGR _{Gallagher}	43.9	7.3	-13.79	0.001	0.25	13.8	(-4.4; 32.0)
% MGR _{Gomes}	39.1	2.7	-8.98	0.001	0.17	9.0	(-3.8; 21.8)
Obesos (n = 80)							
% MGR _{ADP}	38.2	5.3					
%MGR _{TranWel}	20.8	0.6	17.45	0.001	0.088	-17.5	(-27.9; -7.0)
% MGR _{Visser}	22.1	0.1	16.12	0.001	0.436	-16.1	(-26.5; -5.7)
%MGR _{Deurenberg}	36.0	3.6	2.24	0.001	0.455	-2.2	(-11.9; 7.4)
% MGR _{Lean}	47.2	3.9	- 8.95	0.001	0.446	9.0	(-0.9; 18.8)
%MGR _{Gallagher}	49.5	6.3	- 11.29	0.001	0.301	11.3	(-2.3; 24.9)
% MGR _{Gomes}	47.8	2.6	- 9.54	0.001	0.462	9.5	(0.3; 18.8)

% MGR – Massa Gorda Relativa, SD Desvio padrão; DM –Diferenças médias, test t pareado; IC95% - media dos intervalos de confiança; r – correlações de Person. ^a diferença de $p < 0.001$. EM – erro da média;

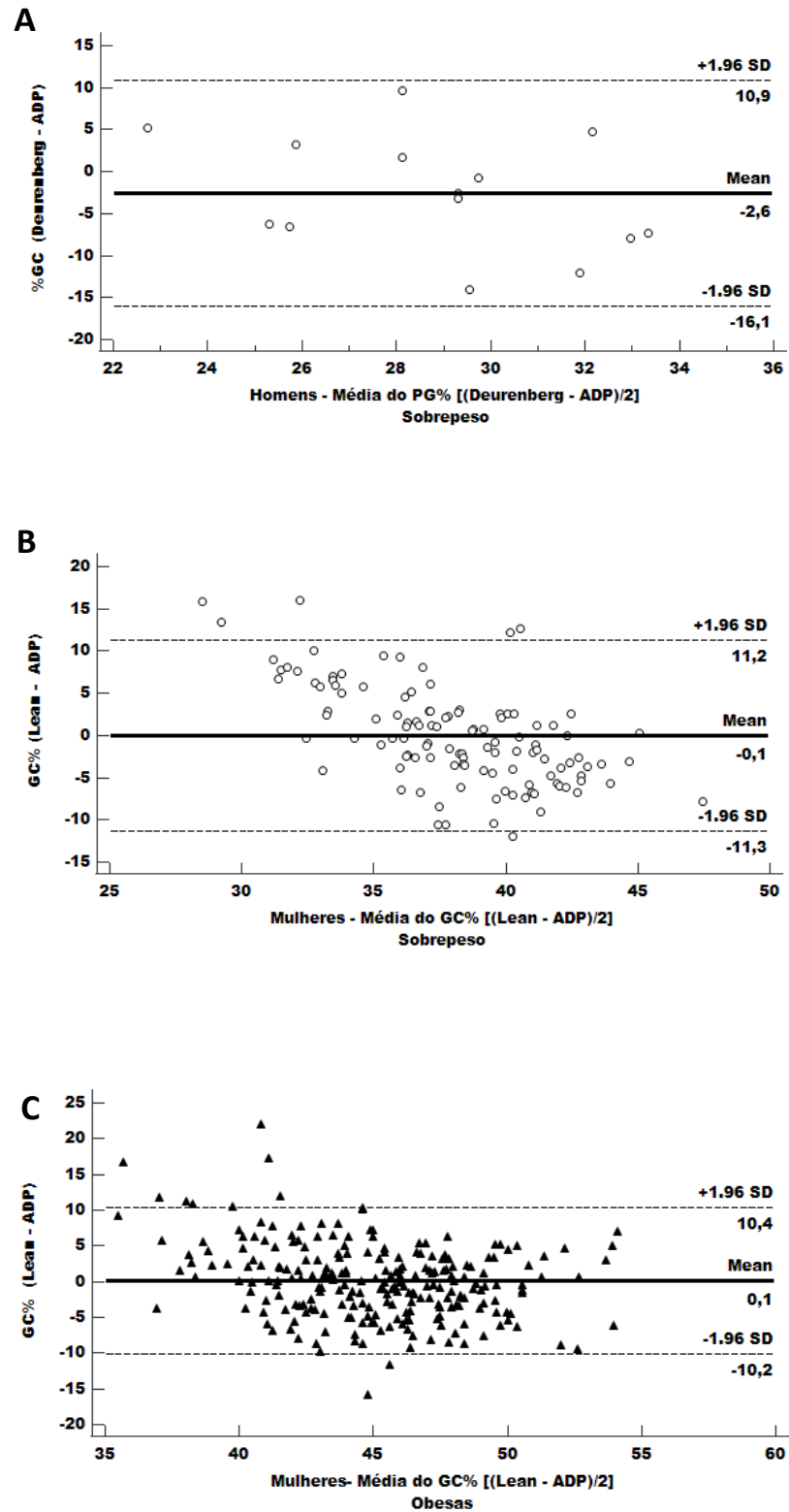
Para as mulheres com sobrepeso (tabela 5), as propostas de Deurenberg et al. (1991), Lean et al. (1996) e Gallagher et al. (2000) não diferiram da média de gordura corporal da ADP ($p > 0,05$). A figura 8-B, referente a estimativas da equação de Lean et al. (1996) para mulheres com sobrepeso, mostra o menor erro médio [-0.1% (IC95% = -11,3; 11.2%)] dentre elas. Já entre as mulheres obesas, verificou-se que a equação de Deurenberg et al. (1991) e Lean et al. (1996) não diferiram significativamente da medida do ADP ($p > 0,05$). Com isso, a equação de Lean et al. (1996) para mulheres obesas, também mostra o menor erro médio 0,1% (IC95% = -10,2; 10,4%), conforme figura 8-C.

Tabela 5 - Concordância entre diferentes equações antropométricas e a Pletismografia por Deslocamento de Ar para prever a gordura corporal em mulheres com sobrepeso ou obesidade.

Estimativa	Médias	SD	DM	p	r	Bland Altman	
						EM	CI95%
Sobrepesos (n = 116)							
% MGR _{ADP}	38.0	5.8					
%MGR _{TranWel}	21.0	0.7	17.02	0.001	0.049	-17.0	(-28.5; -5.6)
% MGR _{Visser}	22.2	0.0	15.74	0.001	0.369	-15.7	(-27.1; -4.4)
% MGR _{Deurenberg}	37.6	2.6	0.36	0.491	0.287	-0.4	(-11.5; 10.7)
% MGR _{Lean}	37.9	2.9	0.05	0.916	0.274	-0.1	(-11.3; 11.2)
% MGR _{Gallagher}	37.3	1.6	0.67	0.181	0.363	-0.7	(-11.3; 10.0)
% MGR _{Gomes}	28.9	2.0	9.09	0.001	0.356	-9.1	(-19.8; 1.6)
Obesos (n = 241)							
% MGR _{ADP}	44.9	5.0					
%MGR _{TranWel}	21.0	0.7	23.9	0.001	0.067	24.0	(14.1; 33.9)
% MGR _{Visser}	22.6	0.1	22.3	0.001	0.419	-22.4	(-32.2; -12.6)
% MGR _{Deurenberg}	44.7	3.5	0.22	0.503	0.334	-0.2	(-10.3; 9.8)
% MGR _{Lean}	45.0	3.7	- 0.10	0.747	0.316	0.1	(-10.2; 10.4)
% MGR _{Gallagher}	42.6	1.9	2.32	0.001	0.388	-2.3	(-11.4; 6.8)
% MGR _{Gomes}	35.7	2.5	9.20	0.001	0.405	-9.2	(-19.3; -0.1)

% MGR – Massa Gorda Relativa, SD Desvio padrão; DM –Diferenças médias, test t pareado; IC95% - media dos intervalos de confiança; r – correlações de Person. ^a diferença de p < 0.001. EM – erro da média;

Figura 8 - Concordância entre diferentes equações antropométricas e a Pletismografia por Deslocamento de Ar para prever a gordura corporal em homens e mulheres com sobrepeso (representado círculo) e obesidade (representado pelo triângulo). Equação Deurenberg para homens com sobrepeso (painel A); Equação Lean para mulheres com sobrepeso e obesidade (painel B e C).



12.0 DISCUSSÃO

As equações antropométricas referidas neste estudo, foram analisadas com a finalidade de serem estimadores de % GC que ao utilizarem dados antropométricos considerados acessíveis, de simples coleta e que apresentem elevada praticidade em sua utilização, tornando-se assim uma ferramenta que pode alcançar grande aplicação por parte de profissionais de saúde que necessitam entender efeitos de tratamento com foco no combate ao sobrepeso e obesidade. As equações expostas foram validadas, e também desenvolvidas com base em elevado número de sujeitos avaliados, e com ampla faixa etária, utilizando como métodos de referência a pesagem hidrostática nos estudos obtidos pelas equações de Tran e Weltman (1989), Visser et al. (1994), e Lean et al., (1996); já absorciometria de raios X de dupla energia (DXA) foi utilizada nas equações de Deurenberg, et al. (1991) e Gallagher et al. (2000), além da ADP utilizada na equação de Gómez-Ambrosi et al., (2012). O foco principal dessa investigação foi realizar uma comparação entre equações antropométricas com alto grau de praticidade e o ADP, (método de referência), em indivíduos com sobrepeso ou obesidade em um público residente na cidade de Manaus.

O estudo de Deurenberg et al. (1991) que teve por objetivo analisar a relação entre o percentual de gordura corporal (%G) determinado absorciometria de raios X de dupla energia (DXA) e o IMC, avaliou 1229 indivíduos britânicos saudáveis, sendo 521 homens e 708 mulheres. Os sujeitos apresentaram uma ampla faixa etária (7-83 anos) e o IMC variou de 13,9 a 40,9 kg/m², um dos achados de Deurenberg et al. (1991) mostra que o %GC em homens e mulheres obesos (IMC > 30 kg/m²) foi levemente superestimado pelas fórmulas de predição. Esta diferença tornou-se estatisticamente significativa nestes indivíduos, ($p < 0,05$). Tendo em vista que a equação de Deurenberg et al. (1991) não é uma equação validada para a população brasileira (VIEIRA; ROCHA, 2015) verificamos que o presente estudo diverge dos achados de Deurenberg et al. (1991) pelo fato de que para obesos homens moradores da cidade de Manaus, a equação de Deurenberg et al. (1991) subestima o %GC (tabela 4) enquanto para mulheres obesas, a equação de Deurenberg et al. (1991) não difere significativamente ($p=0.503$). Além disso, o presente estudo mostra que para homens com sobrepeso, utilizando a equação de Deurenberg et al. (1991) não houve diferença estatística da ADP ($p=0.186$) apresentando uma forte correlação entre os métodos ($r=0,98$; $p<0,01$).

No sul do Brasil, o estudo de Rech et al. (2010) analisou a validade cruzada de equações de estimativa do %GC de 180 idosos de ambos os sexos, entre os 60 e 81 anos, usando como método de referência a DXA, de forma específica a equação de Deurenberg et al. (1991) para homens idosos apresentou valores de correlação de 0,74 para homens, com concordância de 72,8%, e erro médio de 0,5% na estimativa da %GC, e uma variabilidade de -7,5% a 8,5% (intervalo de confiança de 95%), logo, estes não apresentaram diferença em relação método de referência (DXA) (RECH et al., 2010).

Em concordância com os achados de Rech et al. (2010), nosso estudo, para homens com sobrepeso, utilizando a equação de Deurenberg et al. (1991) não diferiu estatisticamente da ADP ($p=0,186$) além de apresentar uma forte correlação entre os métodos ($r=0,98$; $p<0,01$), e uma concordância através de Bland & Altman (BLAND; ALTMAN, 1986) com um erro médio 2,6% (IC95% = -16,1; 10.9%). Além disso, os achados aqui apresentados denotam forte correlação entre os métodos para homens com sobrepeso (tabela 4). Tais resultados vão em concordância com os estudos de Martins et al. (2015) que avaliou 78 indivíduos de ambos os sexos (49 mulheres e 29 homens) com sobrepeso ou obesidade e idade entre 35 e 68 anos, participantes de um programa de atividade física para pessoas com síndrome metabólica também no Sul do Brasil, os achados de Martins et al. (2015), encontraram um elevado valor de correlação ($r=0,86$) entre a equação de Deurenberg et al (1991) e o método de referência (DXA), e através do diagrama de dispersão de Bland e Altman (BLAND; ALTMAN, 1986) foi possível constatar resultados de concordância com excelentes valores de média -0,1 (IC95%= -7,8; 7,5%), (MARTINS et al., 2015).

Quando comparamos os resultados do presente estudo com o de Martins et al. (2015) é necessário notar que em seus achados não foram realizadas as estratificações por sexo, apesar de se assimilar com este estudo, em termos de categoria de IMC, e faixa etária. Aqui, foram apresentados indivíduos na mesma faixa (35 a 68 anos, $n=318$). Porém tanto o presente estudo quanto o estudo de Martins et al (2015) demonstram que a equação de Deurenberg et al. (1991) pode ter uma boa aplicabilidade para indivíduos classificados com sobrepeso tanto na região Sul do Brasil, bem como aos residentes da cidade de Manaus, Amazonas.

O estudo de Lean et al. (1996) buscou desenvolver novas equações para prever o %GC calculada a partir da densidade corporal medida por pesagem hidrostática a partir de medidas antropométricas simples, usando análise de regressão

múltipla passo a passo em 63 homens e 84 mulheres, brancos, adultos saudáveis da cidade de Glasgow no Reino Unido. Um dos achados de Lean et al., (1996) vai de encontro aos aqui apresentados, pois afirma que equações usando a medida simples da circunferência da cintura e idade apresentaram notável robustez para a predição de gordura corporal, portanto, podendo ser usadas para fins clínicos e epidemiológicos além de demonstrar que uma equação usando a circunferência da cintura ajustado para a idade, pode dar uma previsão com baixo erro e livre de viés entre a idade ou gordura, com isso se evita erros associados à distribuição de gordura (LEAN; HAN; DEURENBERG, 1996).

A equação Lean et al., (1996), no estudo, não diferiu estatisticamente do método de referência (ADP) para mulheres classificadas com sobrepeso e obesidade ($p > 0,05$). Para o grupo das mulheres classificadas com sobrepeso o presente estudo mostra que a equação de Lean et al. (1996) possui uma correlação de 0,27 e um erro médio de -0,1% (IC95% = -11,3; 11,2%), enquanto para mulheres classificada como obesas foi observada um $r=0,31$ e um erro médio de -0,1% (IC95% = -10,2; 10,4%). O estudo de Lean et al., (1996) mostra que embora os erros médios de todas as equações testadas para suas validações fossem próximos de zero, quase todas as elas tinham inclinações positivas ou negativas significativas para um gráfico de erros em relação ao %GC medido pelo método de referência (pesagem hidrostática). Isso indica erros sistemáticos ou viés na previsão de %GC em indivíduos nas extremidades do espectro de gordura corporal (LEAN; HAN; DEURENBERG, 1996).

Para a equação de Lean et al. (1996), não foram encontrados trabalhos que compararam seus resultados com o ADP, fato esse que limita a comparação dos dados obtidos neste estudo. Entretanto, os resultados do presente estudo, também corroboram com os estudos de Martins et al. (2015) que verificou, um elevado valor de correlação ($r=0,86$) entre a equação de Lean et al (1996) e o método de referência (DXA), e através da análise de Bland & Altman (BLAND; ALTMAN, 1986) foi possível constatar resultados para concordância com excelentes valores de média 0,4 (IC95%= -7,6; 8,4%). (MARTINS et al., 2015) Apesar dos métodos de referência serem diferentes (ADP e DXA), é possível notar que tanto no estudo de Martins et al. (2015) quanto nos resultados aqui apresentados, a equação de Lean et al (1996) possui serventia para predição do %GC em mulheres (específico do presente estudo) classificadas com sobrepeso e obesidade, através de medidas simples de circunferência.

Apesar das facilidades das equações antropométricas mostradas no presente estudo, deve-se ter cautela na análise dos valores de predição do % GC, pelo fato das equações do presente estudo, possuírem o fator limitante que se encontra na variabilidade entre indivíduos, com diferenças nos aspectos corporais segundo o sexo, etnia, idade e nível de atividade física, fatores contribuintes para diferenças importantes no padrão de composição corporal. Com isso, encontram-se erros sistemáticos na utilização destas equações, baseadas em medidas antropométricas. Dessa forma, para população com algumas das características apresentadas neste estudo, como em homens com obesidade, há uma necessidade, de proposta de uma equação que caracterize de forma mais direta o %GC e a %MLG, pois, nenhuma outra equação aqui observada, obteve esses resultados devido apresentarem largas margens de erros nesse público.

CONCLUSÃO

Conclui-se que as equações antropométricas, que utilizam apenas perimetria para verificação do %GC são as de Deurenberg et al. (1991) podendo ser utilizada para homens com sobrepeso; bem como a equação de Lean et al (1996) que podem ser aplicadas para mulheres com sobrepeso e obesidade. Com isso recomenda-se o uso destas equações por profissionais da saúde, como método de avaliação e acompanhamento de seus clientes/pacientes no que tange a verificação do %GC. Além disso, o presente estudo, sugere-se propor uma nova equação para predição do %GC em homens com obesidade residentes em Manaus.

REFERÊNCIAS

- ABESO. **Mapa da Obesidade - Abeso.** Disponível em: <<https://abeso.org.br/obesidade-e-sindrome-metabolica/mapa-da-obesidade/>>. Acesso em: 24 jan. 2022.
- ALLISON, D. B. et al. Annual deaths attributable to obesity in the United States. **Journal of the American Medical Association**, v. 282, n. 16, p. 1530–1538, 1999.
- BELARMINO, G. et al. A new anthropometric index for body fat estimation in patients with severe obesity. **BMC Obesity**, v. 5, n. 1, p. 1–8, 2018.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, G. D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **The Lancet**, v. 8, n. 1(8476), p. 307–310, 1986.
- DEURENBERG, P.; WESTSTRATE, J.; SEIDELL, J. C. Practiceware Works. **British Journal of Nutrition**, v. 65, p. 105–114, 1991.
- DIAS, P. C. et al. Obesity and public policies: The Brazilian government's definitions and strategies. **Cadernos de Saude Publica**, v. 33, n. 7, p. 1–12, 2017.
- DONINI, L. M. et al. How to estimate fat mass in overweight and obese subjects. **International Journal of Endocrinology**, v. 2013, 2013.
- GALLAGHER, D. et al. Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 3, p. 694–701, 2000.
- GARCIA, A. L. et al. Improved prediction of body fat by measuring skinfold thickness, circumferences, and bone breadths. **Obesity Research**, v. 13, n. 3, p. 626–634, 2005.
- GÓMEZ-AMBROSI, J. et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. **Diabetes Care**, v. 35, n. 2, p. 383–388, 2012.
- GOMEZ, T. D. et al. by using predicted and measured thoracic gas volumes. p. 1475–1479, 2019.
- JAAFAR, Z. A. et al. Cross-validation of prediction equations for estimating the body fat percentage in adults with obesity. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 41, n. xxxx, p. 346–350, 2021.
- JACKSON, A. S. et al. Cross-validation of generalised body composition equations with diverse young men and women: The Training Intervention and Genetics of Exercise Response (TIGER) study. **British Journal of Nutrition**, v. 101, n. 6, p. 871–878, 2009.
- LEAN, M. E. J.; HAN, T. S.; DEURENBERG, P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 4–14, 1996.
- LOHMAN, T. **Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review** — **University of Arizona.** Disponível em:

<<https://arizona.pure.elsevier.com/en/publications/skinfolds-and-body-density-and-their-relation-to-body-fatness-a-r>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

MARTINS, G. Q. et al. Comparação de equações antropométricas para estimativa da gordura corporal em indivíduos com excesso de peso. **Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria**, v. 35, n. 3, p. 27–33, 2015.

MAURO, P.; VARGAS, H. **Perimetria e Dobras cutâneas**, 2010. Disponível em: <<https://sandrodesouza.files.wordpress.com/2010/05/perimetria-dobras-cutaneas-e-protocolos.pdf>>

NICKERSON, B. S. et al. Relative accuracy of anthropometric-based body fat equations in males and females with varying BMI classifications. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 35, n. xxxx, p. 136–140, 2020.

Norton, K. & Olds, T. *Antropometria*. Artmed: Porto Alegre, 2005.

RAMIREZ-ZEA, M. et al. Anthropometric predictors of body fat as measured by hydrostatic weighing in Guatemalan adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83, n. 4, p. 795–802, 2006.

RECH, C. R. et al. Validade de equações antropométricas para a estimativa da gordura corporal em idosos do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 12, n. 1, p. 1–7, 2010.

RECH, C. R.; DOS SANTOS, D. L.; DA SILVA, J. C. N. Development and validation of anthropometric equations for prediction of the body fat in women aged 50 to 75 years. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 8, n. 1, p. 5–13, 2006.

SHANNON, C. A.; BROWN, J. R.; DEL POZZI, A. T. Comparison of Body Composition Prediction Equations with Air Displacement Plethysmography in Overweight and Obese Caucasian Males. **International journal of exercise science**, v. 12, n. 4, p. 1034–1044, 2019.

SILVA, DIEGO AUGUSTO SANTOS; FREITAS, ALICE FRANCISCO; SILVA, E. A. **Composição corporal humana na Educação Física**. 1. ed. CURITIBA: [s.n.].

SILVA, D. R. P. et al. Validity of the methods to assess body fat in children and adolescents using multi-compartment models as the reference method: A systematic review. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 59, n. 5, p. 475–486, 2013.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 9, n. 5, p. 480–91; discussion 480, 492, 1961.

TAVARES, T. B. et al. Volume : p. 1–11, 2011.

VIEIRA, W. D. 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.

VISSER, M.; HEUVEL, E. VAN DEN; DEURENBERG, P. Prediction equations for the estimation of body composition in the elderly using anthropometric data. **British Journal of Nutrition**, v. 71, n. 6, p. 823–833, 1994.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesidade e sobrepeso**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>>. Acesso em: 1 jun. 2021.

Z.V., TRAN, WELTMAN, A. **Generalised equation for predicting body density.pdf**, 1989.

13.0 CONCLUSÃO

O estudo 1, aponta que o dispositivo de miografia por impedância elétrica, scanner SKULPT® pode ser clinicamente aplicável por ser reprodutível e de baixo custo, com isso, sugere-se que esse dispositivo portátil de MIE pode ser um equipamento aplicado para desfechos na área clínica, em nível de saúde pública e privada, e embora seus resultados para o %GC, não sejam tão consistentes como o do ADP (método de referência), ainda apresenta uma margem de erro admissível, tornando assim aceitável sua aplicação.

O estudo 2, mostra que as equações antropométricas analisadas, possuem baixo custo, simplicidade na utilização, fácil manuseio, pouca complexibilidade e não exigem privações, sendo diretamente direcionadas para moradores alocados na cidade de Manaus e demonstrando facilidade para o uso populacional, além de possuírem grande importância para os estudos de diagnósticos e epidemiológicos, bem como para aplicações em campo e clínica. Faz-se necessária uma ressalva a respeito das equações para homens com obesidade nesta população, pois as equações antropométricas aplicadas neste estudo não apresentaram ajuste confiável para aplicação, o que sugere necessidade de desenvolvimento de uma equação específica.

Assim, de forma geral foram apresentados dois métodos duplamente indiretos, confiáveis e reprodutíveis que podem ser utilizados de diversas maneiras para avaliação do %GC. Entretanto, considerando que os resultados da avaliação da composição corporal, principalmente ao que tange o %GC, podem ser influenciados por diversas condições, orienta-se aos profissionais de uma forma geral que é importante entender que independente da técnica utilizada, devem ser levado em consideração as suas limitações, assim como, conhecer o método que será utilizado e suas indicações de modo a oferecer resultados mais precisos e válidos, facilitando a análise e o controle das medidas coletadas, além de fornecer informações importantes sobre o estado de saúde dos indivíduos.

14.0 REFERÊNCIAS.

AANDSTAD, A. et al. Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis and skinfold thickness in predicting body fat in military personnel. **Military Medicine**, v. 179, n. 2, p. 208–217, 2014.

ABESO. **Mapa da Obesidade - Abeso**. Disponível em: <<https://abeso.org.br/obesidade-e-sindrome-metabolica/mapa-da-obesidade/>>. Acesso em: 24 jan. 2022.

ACKLAND, T. R. et al. Current Status of Body Composition Assessment in Sport. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 227–249, mar. 2012.

AGLAGO, K. E. et al. Development and validation of bioelectrical impedance analysis equations for predicting total body water and fat-free mass in North-African adults. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n. 10, p. 1081–1086, 2013.

ANDREOLI, A. et al. Body composition in clinical practice. **European Journal of Radiology**, v. 85, n. 8, p. 1461–1468, 2016.

BALL, S. et al. Validation of a new skinfold prediction equation based on dual-energy X-ray absorptiometry. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, v. 18, n. 3, p. 198–208, 3 jul. 2014.

BECROFT, L. et al. Validity of multi-frequency bioelectric impedance methods to measure body composition in obese patients: a systematic review. **International Journal of Obesity**, v. 43, n. 8, p. 1497–1507, 2019.

BEZERRA, E. DE S. et al. Reliability of portable electrical impedance myograph SKULPT® for morphological measures of vastus lateralis/ Confiabilidade da impedância elétrica do miógrafo portátil SKULPT® a partir de medidas morfológicas do vastus lateralis. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 33910–33923, 2021.

BILSBOROUGH, J. C. et al. The accuracy and precision of DXA for assessing body composition in team sport athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 19, p. 1821–1828, nov. 2014.

BROŽEK, J. et al. Densitometric Analysis of Body Composition: Revision of Some Quantitative Assumptions. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 110, n. 1, p. 113–140, 1963.

CARVALHO, A. et al. Composição corporal funcional: breve revisão Functional body composition: a brief review. p. 235–246, 2018.

CEBRIÁN-PONCE, Á. et al. Electrical Impedance Myography in Health and Physical Exercise: A Systematic Review and Future Perspectives. **Frontiers in Physiology**, v. 12, n. September, 2021.

COSMED USA, I. The world ' s gold standard for fast , accurate and safe body

composition assessment Numbers you can trust. 2020.

CZECK, M. A. et al. Body fat percent assessment between electrical impedance myography and dual X-ray absorptiometry. **American Journal of Human Biology**, v. 32, n. 2, p. 1–4, 2020.

DE RUI, M. et al. Validation of bioelectrical impedance analysis for estimating limb lean mass in free-living Caucasian elderly people. **Clinical Nutrition**, v. 36, n. 2, p. 577–584, abr. 2017.

DE SOUZA, R. G. M. et al. Métodos de análise da composição corporal em adultos obesos. **Revista de Nutricao**, v. 27, n. 5, p. 569–583, 2014.

DEL VELAZQUEZ-ALVA, M. C. et al. Comparación de la absorciometría de rayos x de energia dual y dos analizadores de impedancia bioeléctrica para medir el porcentaje de grasa corporal y el índice de masa libre de grasa en un grupo de mujeres jóvenes mexicanas. **Nutricion Hospitalaria**, v. 29, n. 5, p. 1038–1046, 2014.

DR, W.; VH, H. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 70, n. 2, p. 135–149, 1 jun. 1999.

DUREN, D. L. et al. Body composition methods: Comparisons and interpretation. **Journal of Diabetes Science and Technology**, v. 2, n. 6, p. 1139–1146, 2008.

EICKEMBERG, M. et al. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. **Revista de Nutricao**, v. 24, n. 6, p. 873–882, dez. 2011.

ELLIS, K. J. Human body composition: In vivo methods. **Physiological Reviews**, v. 80, n. 2, p. 649–680, 2000.

FERREIRA, A. A. Lopes AL, Ribeiro GS. Antropometria aplicada à saúde e ao desempenho esportivo: uma abordagem a partir da metodologia Isak. Rio de Janeiro: Editora Rubio; 2014. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 5, p. 1639–1640, maio 2015. FIELDS, D. A.; GORAN, M. I.; MCCRORY, M. A. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: A review. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 3, p. 453–467, 2002a.

FIELDS, D. A.; GORAN, M. I.; MCCRORY, M. A. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 3, p. 453–467, mar. 2002b.

FORNAZARI, E. et al. Bioimpedância: Introdução e utilizações de técnicas de bioimpedância SEA-Seminário de Eletrônica e Automação Ponta Grossa / 2017 Bioimpedância: Introdução e utilizações de técnicas de bioimpedância. n. November, 2017.

GOMES, F. DA S.; ANJOS, L. A. DOS; VASCONCELLOS, M. T. L. DE. Antropometria como ferramenta de avaliação do estado nutricional coletivo de adolescentes. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 591–605, jul. 2010.

GONÇALVES, F.; MOURÃO, P. A avaliação da composição corporal- a medição de

pregas adiposas como técnica para a avaliação da composição corporal. **Motricidade**, v. 4, n. 4, p. 212–223, jan. 2008.

GRAYBEAL, A. J. et al. Body Composition Assessment in Male and Female Bodybuilders: A 4-Compartment Model Comparison of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Impedance-Based Devices. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 6, p. 1676–1689, 1 jun. 2020.

HIND, K.; OLDROYD, B.; TRUSCOTT, J. G. In vivo precision of the GE Lunar iDXA densitometer for the measurement of total body composition and fat distribution in adults. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, n. 1, p. 140–142, jan. 2011.

JAAFAR, Z. A. et al. Cross-validation of prediction equations for estimating the body fat percentage in adults with obesity. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 41, n. xxxx, p. 346–350, 2021.

KASPER, A. M. et al. Come Back Skinfolds, All Is Forgiven: A Narrative Review of the Efficacy of Common Body Composition Methods in Applied Sports Practice. **Nutrients**, v. 13, n. 4, p. 1075, mar. 2021.

LEAL, L. L. A. et al. Cross-validation of prediction equations for estimating body composition in ballet dancers. **PLoS ONE**, v. 14, n. 7, p. 1–14, 2019.

LOWRY, D. W.; TOMIYAMA, A. J. Air Displacement Plethysmography versus Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Underweight, Normal-Weight, and Overweight/Obese Individuals. 2015.

LU, H. K. et al. Hand-to-hand model for bioelectrical impedance analysis to estimate fat free mass in a healthy population. **Nutrients**, v. 8, n. 10, 2016.

LUKASKI, H. C. Evolution of bioimpedance: A circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, p. S2–S9, 2013.

MARRA, M. et al. Assessment of body composition in health and disease using bioelectrical impedance analysis (bia) and dual energy x-ray absorptiometry (dxa): A critical overview. **Contrast Media and Molecular Imaging**, v. 2019, 2019.

MCCRORY, M. A. et al. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, n. 12, p. 1686–1691, 1 dez. 1995.

MCLESTER, C. N. et al. An investigation of the accuracy and reliability of body composition assessed with a handheld electrical impedance myography device. **European Journal of Sport Science**, v. 0, n. 0, p. 1–9, 2018a.

MCLESTER, C. N. et al. An investigation of the accuracy and reliability of body composition assessed with a handheld electrical impedance myography device. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 6, p. 763–771, 3 jul. 2018b.

MELLO, M. T. DE et al. Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos:

o uso de dois diferentes métodos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 5, p. 267–270, out. 2005.

NANA, A. et al. Methodology Review: Using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA) for the Assessment of Body Composition in Athletes and Active People. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 2, p. 198–215, abr. 2015.

NOREEN, E. E.; LEMON, P. W. R. Reliability of air displacement plethysmography in a large, heterogeneous sample. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 8, p. 1505–1509, ago. 2006.

NORMAN, K. et al. **Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis - Clinical relevance and applicability of impedance parameters** *Clinical Nutrition Clin Nutr*, , dez. 2012. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22698802/>>. Acesso em: 27 maio. 2021

NUNES RODRIGUES, M. et al. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. **Rev Bras Med Esporte**, v. 7, 2001.

PETROSKI, E. L.; PIRES NETO, C. S. VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA A ESTIMATIVA DA DENSIDADE CORPORAL EM HOMENS. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 1, n. 3, p. 5, 2012.

PINEDA-JUÁREZ, J. A. et al. Body composition evaluated by body mass index and bioelectrical impedance vector analysis in women with rheumatoid arthritis. **Nutrition**, v. 53, p. 49–53, 2018.

PRIOR, B. M. et al. In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. **Journal of Applied Physiology**, v. 83, n. 2, p. 623–630, ago. 1997.

RAMIREZ-ZEA, M. et al. Anthropometric predictors of body fat as measured by hydrostatic weighing in Guatemalan adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83, n. 4, p. 795–802, 2006.

RASSEL, C. R. et al. Validity of electrical impedance myography to estimate percent body fat: Comparison to bio-electrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 59, n. 4, p. 632–639, 2019.

RECH, C. R. et al. Validade de equações antropométricas para a estimativa da gordura corporal em idosos do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 12, n. 1, p. 1–7, 2010.

RECH, R. **VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS E DE IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA PARA A ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM IDOSOS**. [s.l: s.n.].

REIS FILHO, A. D. DOS et al. Comparação entre diferentes aparelhos de

bioimpedância para avaliação do percentual de gordura. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 19, n. 2, p. 5–12, 2011.

REZENDE, F. A. C. et al. Aplicabilidade de equações na avaliação da composição corporal da população Brasileira. **Revista de Nutricao**, v. 19, n. 3, p. 357–367, 2006.
 SANCHEZ, B.; RUTKOVE, S. B. Electrical Impedance Myography and Its Applications in Neuromuscular Disorders. **Neurotherapeutics**, v. 14, n. 1, p. 107–118, 2017.

SANT'ANNA, M. DE S. L.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, S. DO C. C. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 27, n. 3, p. 315–321, 2009a.

SANT'ANNA, M. DE S. L.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, S. DO C. C. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 27, n. 3, p. 315–321, set. 2009b.

SARDINHA, L. B. Functional Body Composition: Need for a New Agenda. **Archives of Exercise, Health and Disease**, v. 3, n. 3, p. 183–187, 2012.

SCHUBERT, M. M. et al. Reliability and validity of various laboratory methods of body composition assessment in young adults. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 39, n. 2, p. 150–159, 2019.

SCHWARTZ, D. P. et al. Electrical impedance myography discriminates congenital muscular dystrophy from controls. **Muscle and Nerve**, v. 53, n. 3, p. 402–406, 2016.
 SILVA, DIEGO AUGUSTO SANTOS; FREITAS, ALICE FRANCISCO; SILVA, E. A. **Composição corporal humana na Educação Física**. 1. ed. CURITIBA: [s.n.].

SILVA, D. R. P. et al. Validity of the methods to assess body fat in children and adolescents using multi-compartment models as the reference method: A systematic review. **Revista da Associacao Medica Brasileira**, v. 59, n. 5, p. 475–486, 2013.

SILVA, M. M. DA; CARVALHO, R. S. M. DE; FREITAS, M. B. DE. Bioimpedância para avaliação da composição corporal: uma proposta didático-experimental para estudantes da área da saúde. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 2, p. 2–11, 2018.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 9, n. 5, p. 480–91; discussion 480, 492, 1961.

Skulpt® - Measure Body Fat Percentage and Muscle Quality. Disponível em: <<https://www.skulpt.me/>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SMITH-RYAN, A. E. et al. Validity and reliability of a 4-compartment body composition model using dual energy x-ray absorptiometry-derived body volume. **Clinical Nutrition**, v. 36, n. 3, p. 825–830, 2017.

SOUZA, R. G. M. DE et al. Métodos de análise da composição corporal em adultos obesos. **Revista de Nutrição**, v. 27, n. 5, p. 569–583, out. 2014.

TÚLIO DE MELLO, M. et al. Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: O uso de dois diferentes métodos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 5, p. 267–270, 2005.

URLANDO, A.; DEMPSTER, P.; AITKENS, S. A new air displacement plethysmograph for the measurement of body composition in infants. **Pediatric Research**, v. 53, n. 3, p. 486–492, 2003.

VESCOVI, J. D. et al. Evaluation of the BOD POD for estimating percent fat in female college athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 16, n. 4, p. 599–605, 2002.

VIEIRA, W. D. 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. Measures of body composition in blacks and whites: a comparative review. **The American journal of clinical nutrition**, v. 71, n. 6, p. 1392–1402, 2000.

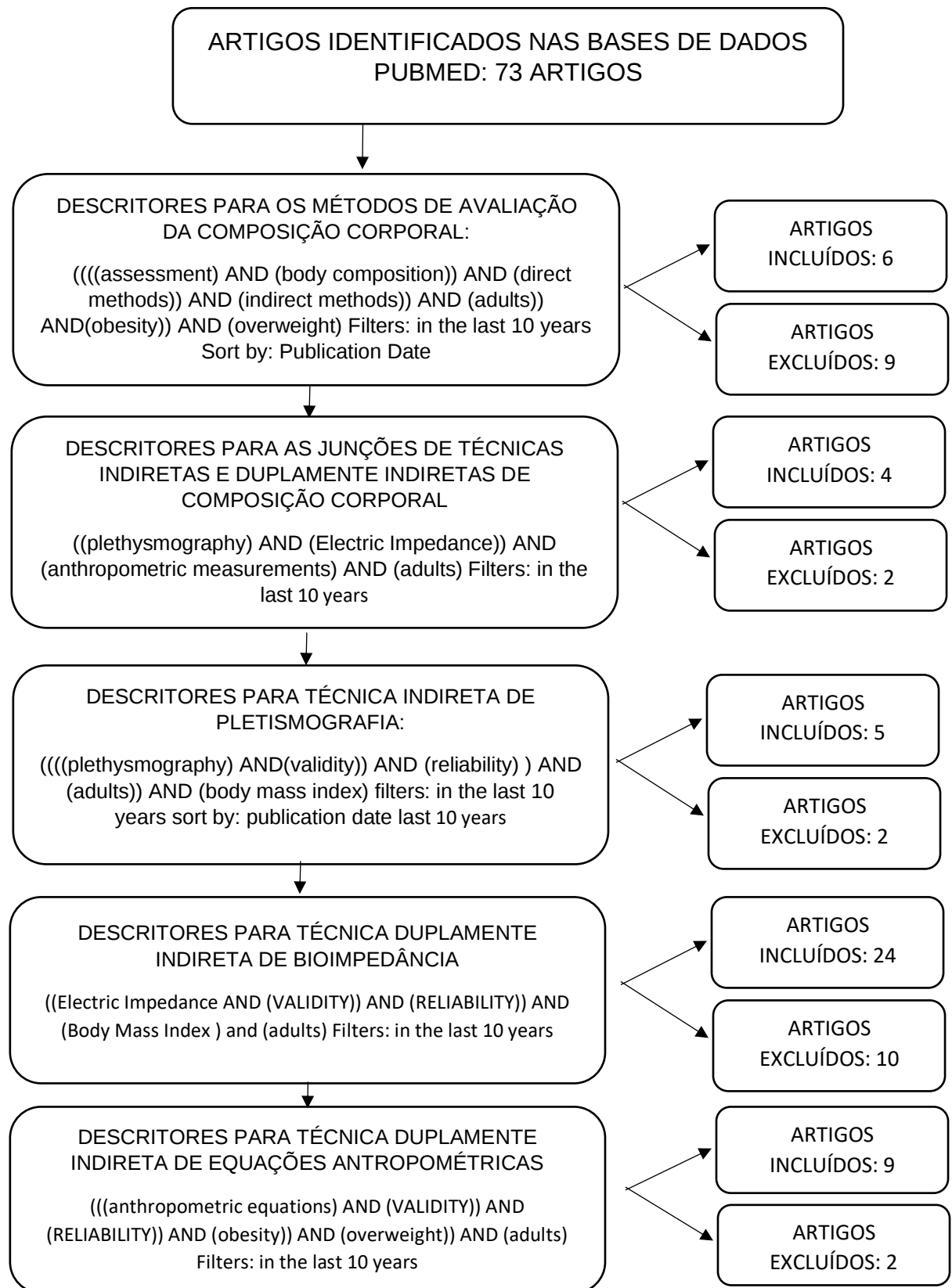
WANG, J.; DEURENBERG, P. The validity of predicted body composition in Chinese adults from anthropometry and bioelectrical impedance in comparison with densitometry. **The British journal of nutrition**, v. 76, n. 2, p. 175–182, ago. 1996.

WANG, Z. M.; PIERSON, R. N.; HEYMSFIELD, S. B. El modelo de cinco niveles: un nuevo enfoque para organizar la investigación de la composición corporal. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 56, n. 1, p. 19–28, 1992.

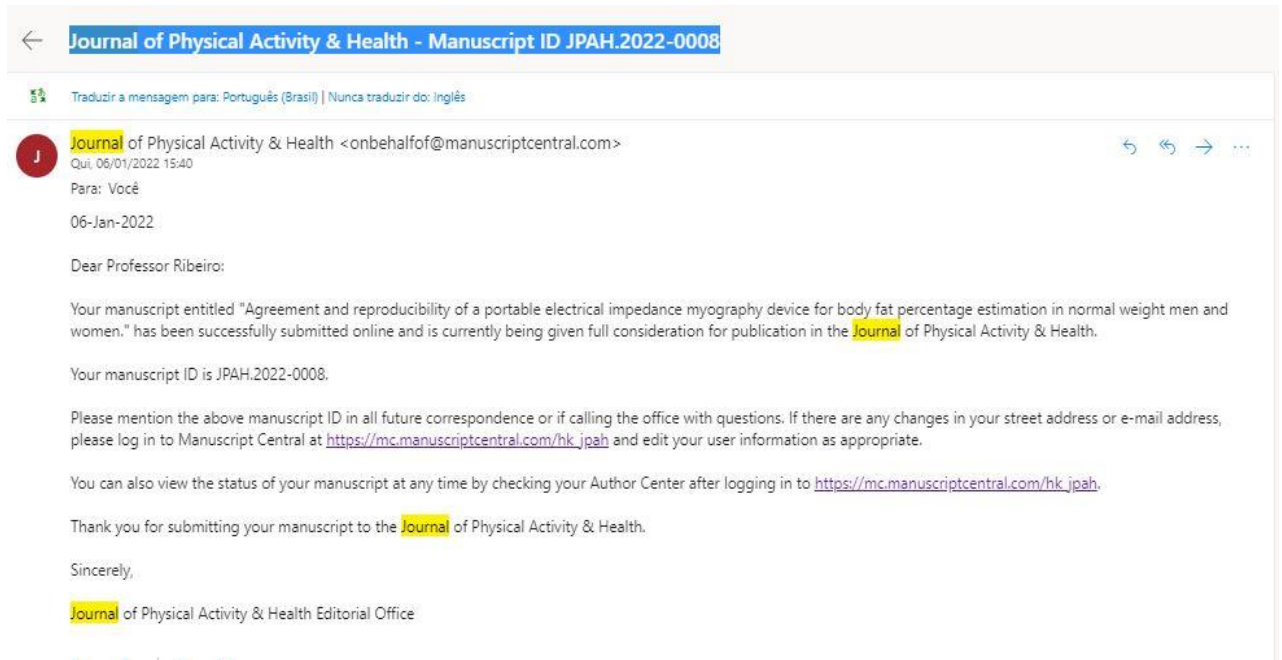
WELLS, A. D. et al. New Multisite Bioelectrical Impedance Device Compared to Hydrostatic Weighing and Skinfold Body Fat Methods. **International journal of exercise science**, v. 13, n. 4, p. 1718–1728, 2020.

YOSHIDA, D. et al. Development of an equation for estimating appendicular skeletal muscle mass in Japanese older adults using bioelectrical impedance analysis. **Geriatrics and Gerontology International**, v. 14, n. 4, p. 851–857, 2014.

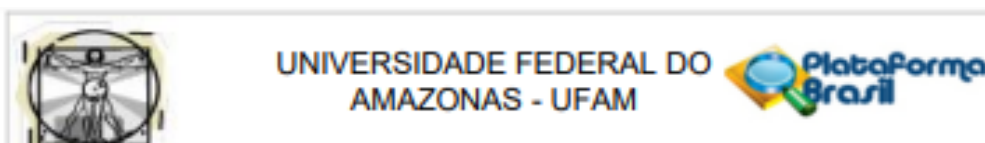
APÊNDICE A – Metodologia de buscas dos artigos científicos na base de dados científicos PUBMED:



ANEXO 1 – Confirmação da submissão artigo 1 para revista científica



ANEXO 2 - Parecer de aprovação do Comitê de Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: VALIDADE E CONFIABILIDADE DA BIOIMPEDÂNCIA (MODELO SKULPT®) PARA MEDIÇÃO DE GORDURA CORPORAL EM ADULTOS E IDOSOS

Pesquisador: Ewertton de Souza Bezerra

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 21141319.7.0000.5020

Instituição Proponente: Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.722.725

Apresentação do Projeto:

Este estudo buscará averiguar a validade e a confiabilidade do aparelho de bioimpedância (BIA) modelo SKULPT® para medição do percentual de gordura corporal em adultos e idosos. Trata-se de um estudo de acurácia, primário, analítico, clínico, transversal e aplicado. O desenho será desenvolvido em quatro etapas: seleção dos participantes, familiarização com os equipamentos, avaliação das medidas e reavaliação. A amostra será composta por 60 indivíduos (30 homens e 30 mulheres), e serão coletados dados como a idade, peso, altura e índice de massa corporal (IMC). As avaliações da composição corporal serão feitas pelos métodos de plethismografia por deslocamento de ar (PLEST) utilizando o equipamento BODPOD® e por BIA através do aparelho SKULPT. O tratamento dos dados estatísticos será utilizando o software SPSS 21 para Windows (Statistical Package for the Social Science, IBM, Chicago, Ill, USA). Os participantes serão avaliados no Laboratório de Estudo do Desempenho Humano (LEDEHU) localizado na Faculdade de Educação Física e Fisioterapia - FEFF na Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Crêterios de inclusão Participantes com idade entre 18 a 45 anos e de 60 a 80 anos e índice de massa corporal (IMC) nas seguintes faixas de 18 a 24,9 kg/m²; 25,0 a 29,9 kg/m²; 30 a 34,9 kg/m².

Crêterio de exclusão Sujeitos que apresentassem alguma doença degenerativa (i.e. câncer, osteoporose, etc), alguma limitação física ou claustrofobia.

Procedimentos experimentais O presente estudo será dividido nas seguintes etapas: Primeira etapa:

Endereço: Rua Teresina, 495

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Telefone: (92)3305-1181

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 3.722.725

Na primeira etapa ocorrerá a seleção dos participantes com faixas etárias de 18 a 45 anos e que estejam com o IMC dentro dos critérios de inclusão da pesquisa, através de divulgação em mídias sociais (Instagram e Facebook) do avaliador, e cartazes impressos distribuídos nos murais da Universidade Federal do Amazonas, contendo informações sobre as características da pesquisa. Além disso, será explanado por comunicação oral o projeto para os idosos nas faixas etárias de 60 a 80 anos e que estejam com IMC destacados dentro dos critérios de inclusão, e que fazem parte do programa "Idoso Feliz", que acontece nas dependências da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da UFAM. Após divulgado e apresentado o projeto, os participantes terão um tempo hábil para pensarem sobre a participação ou não na pesquisa, e caso a resposta dos participantes for de aceitação, será disponibilizado um número telefônico para contato, tanto nos cartazes como na explanação oral para contactar ao avaliador.

Segunda etapa: Na segunda etapa ocorrerá a familiarização com os equipamentos do estudo que inclui o Pletismógrafo (PLEST) do modelo BODPOD (COSMED®, Roma, Itália) e o aparelho de bioimpedância (BIA) da marca SKULPT® (São Francisco, Estados Unidos), figura 2. Além disso, será verificado o peso, altura e idade dos participantes, bem como o Índice de massa corporal (IMC).

Terceira etapa: Na terceira etapa os participantes serão submetidos à avaliação usando a PLEST e posteriormente a BIA (SKULPT®).

Quarta etapa: Na quarta etapa os participantes serão submetidos à reavaliação seguindo o mesmo protocolo de avaliação, usando a PLEST e posteriormente a BIA (SKULPT®), mantendo as mesmas instruções aos participantes.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO PRINCIPAL: Validar e avaliar a confiabilidade aparelho portátil de bioimpedância SKULPT® para medição de Composição Corporal em homens e mulheres com em diferentes faixas etárias. **OBJETIVO ESPECÍFICOS:** • Caracterizar a composição corporal em dois componentes (massa gorda e massa livre de gordura); • Validar as medidas dos dois componentes obtidas aparelho de Bioimpedância SKULPT® com a medida padrão ouro obtido no Pletismografia por Deslocamento de Ar. • Verificar a confiabilidade dos dados obtidos no SKULPT® e Pletismografia por Deslocamento de Ar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: De acordo com a Resolução CNS 466/12, item V, toda pesquisa com seres humano envolve riscos em tipos e graduações variadas. Ressalte-se ainda o item II.22 da mesma resolução que define como "Risco da pesquisa - possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente".

Endereço: Rua Teresina, 495

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 3.722.725

Sendo assim, o presente projeto define como risco, os desconfortos para os portadores de claustrofobia durante a realização do teste, devido ao mesmo ser fechado, o avaliado pode sinalizar ao avaliador para que o mesmo interrompa o teste, ou ainda, o avaliado pode usar um botão de pânico, que destrava a porta do equipamento pletismógrafo

Benefícios Ainda, segundo a Resolução 466/2012, entende-se como benefício da pesquisa: II.4 – proveito direto ou indireto, imediato ou posterior, auferido pelo participante e/ou sua comunidade em decorrência de sua participação na pesquisa. Sendo assim, os benefícios esperados após avaliações e análise dos resultados é resultados similares entre o aparelho de pletismografia considerado padrão ouro com o equipamento de bioimpedância modelo SKULPT®, pois, este dispositivo é acessível, de baixo custo, além de possuir facilidade no seu manuseio. Os participantes saberão a sua real porcentagem de gordura corporal e de massa magra, pois estarão sendo avaliados no equipamento padrão-ouro

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto de pesquisa coordenado pelo Professor Dr. Ewertton de Souza Bezerra. Segunda submissão

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Instituição Proponente: ADEQUADA
2. Folha de rosto: ADEQUADA
3. Riscos: ADEQUADOS
4. Benefícios: ADEQUADOS
5. Critério de Inclusão: ADEQUADOS
6. Critério de Exclusão: ADEQUADOS
7. Termos de Anuência: FOI APENSADO AO PROTOCOLO DE PESQUISA
8. Instrumentos: ESTÃO DETALHADOS NO PROJETO DE PESQUISA
9. TCLE: ADEQUADO
10. Cronograma: ADEQUADO

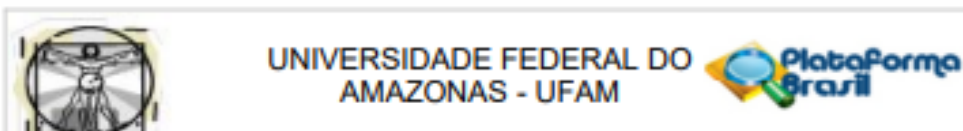
Recomendações:

Vide Pendências e Lista de Inadequações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram encontrados óbices éticos.

Endereço: Rua Teresina, 495
Bairro: Adrianópolis CEP: 69.057-070
UF: AM Município: MANAUS
Telefone: (92)3305-1181 E-mail: cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.722.725

Em razão do exposto, somos de parecer favorável a aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_P ROJETO_1387872.pdf	29/10/2019 16:19:30		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_CEP.pdf	29/10/2019 16:18:47	Ewerton de Souza Bezerra	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_geral_validacao_confabilidade_ skulpt.pdf	29/10/2019 16:07:53	Ewerton de Souza Bezerra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2018_2020_composicao_corporal .pdf	29/10/2019 16:06:24	Ewerton de Souza Bezerra	Aceito
Folha de Rosto	validade_confabilidade_bioimpedancia. pdf	04/07/2019 20:14:53	Ewerton de Souza Bezerra	Aceito
Outros	TERMO_ANUENCIA_CEP_2019_2021_ composicao_corporal.pdf	04/07/2019 11:15:42	Ewerton de Souza Bezerra	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 25 de Novembro de 2019

Assinado por:
Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Teresina, 495
Bairro: Adrianópolis
UF: AM Município: MANAUS
Telefone: (92)3305-1181
CEP: 69.057-070
E-mail: cep.ufam@gmail.com

ANEXO 3 – Termo de anuência do LEDEHU para uso do banco de dados

 UFAM	UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS <i>Faculdade de Educação Física e Fisioterapia</i> Laboratório de Estudo do Desempenho Humano	 LEDEHU
TERMO DE ANUÊNCIA		
Venho por meio deste, informar que como responsável pelo gerenciamento do banco de dados gerado pela interface instrumental do sistema BOD POD alocado no Laboratório de Estudo do Desempenho Humano – LEDEHU, da Universidade Federal do Amazonas, na unidade da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia - FEFF, previamente coletado no projeto: Manaus + Saudável. E como esclarece a resolução 510/2018- CNS, em seu artigo 1º, que o uso de bancos de dados, cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual não necessitam de autorização do sistema CEP/CONEP, e analisando o pedido do Prof. Dr. Ewertton de Souza Bezerra e do mestrando do PPGCIS- UFAM, Josiel Gomes Ribeiro, para usufruto do mesmo com fins de ampliação do conhecimento científico, resolvo autorizar o uso do referido banco de dados para os fins previamente expostos nos pedidos encaminhados pelos professores supracitados.		
Manaus, 12 de Janeiro de 2020		
 Vice-coordenador do LEDEHU		
Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário Faculdade de Educação Física e Fisioterapia Coroado I. CEP 69077-000. Manaus/AM.		

ANEXO 4 – Descrição das circunferências a partir do protocolo elaborado por SILVA et al. 2020 e VARGAS, 2010.

BRAÇOS

Definição/localização: Ao nível do local do acromial radial médio, perpendicular ao eixo longitudinal do braço. **Mensuração:** Alinhamento de forma que o ponto acromial radial médio fique situado centralmente entre as duas partes da trena, para realizar a leitura. **Posição do avaliado:** Braço em leve abdução permitindo a colocação da trena em do braço.

TÓRAX

Definição/localização: Medida realizada no plano horizontal, ao final de uma expiração normal. **Mensuração:** Pode ser realizada de três formas: A – Coloca-se a fita na altura da quarta articulação esterno costal (linha axilar) Coloca-se a fita na altura dos mamilos (Homens) coloca-se a fita na altura do apêndice xifóide do esterno. **Posição do avaliado:** Em posição ortostática, com os pés afastados à largura dos ombros, braços levemente abduzidos (permitindo a passagem da fita).

CINTURA

Definição/localização: Mensurado no ponto mais estreito entre a margem costal inferior (10º costela) e a parte superior da crista ilíaca, na região do abdômen perpendicular ao eixo longitudinal do tronco. **Mensuração:** O antropometrista posiciona-se ao lado do sujeito, que abduz levemente os braços, para a colocação da trena ao redor do abdômen. Se segura com a mão direita a ponta da trena e com a esquerda o invóluculo, ajusta-se a posição da trena na região das costas do avaliado e após usando a técnica de trena cruzada a posiciona no nível desejado. A medição é realizada ao final de uma expiração normal. **Posição do avaliado:** Fica relaxado, em pé, com os braços cruzados sobre o tórax.

ABDÔMEN

Definição/localização: Medida realizada no plano transversal. **Mensuração:** Posicionar a trena sobre a cicatriz umbilical, passando a trena em torno do avaliado de trás para frente, após o avaliado realizar uma expiração normal. **Posição do avaliado:** Em posição ortostática, o avaliador assume de frente do avaliado.

QUADRIL

Definição/localização: Mensurado no nível de maior protuberância posterior dos glúteos, perpendicular ao eixo longitudinal do tronco. **Mensuração:** Posicionado ao lado do avaliado, deve se passar a trena em torno dos quadris, seguramente com a mão direita a ponta da trena e o invóluculo. A trena deve estar no plano horizontal para que seja realizada a leitura da medida. **Posição do avaliado:** Fica relaxado, em pé, com os braços cruzados sobre o tórax.

COXA

Definição/localização: Para mensurar o perímetro médio da coxa, obtido através do ponto médio entre a prega inguinal e a borda superior da patela (ponto médio da coxa). **Mensuração:** O observador posiciona-se lateralmente em relação ao sujeito e colocou a fita métrica sobre a pele nua, ao nível do ponto mid-trocantérico-tibial lateral. Nesta posição pode-se fazer os ajustes necessários para que a fita ficasse horizontal em relação ao solo e perpendicular ao eixo longitudinal do membro inferior sem fazer muita pressão sobre os tecidos. **Posição do avaliado:** O avaliado ficou na posição bípede, relaxado, com os braços pendentes ou cruzados sobre o peito, os membros inferiores ligeiramente afastados e o peso igualmente distribuído pelos dois pés.