UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

FRANCIANE GÓES BORGES

**Classificação do estado nutricional de adultos jovens mediante o índice de massa gorda:
uma comparação entre instrumentos.**

RIBEIRÃO PRETO

2021

FRANCIANE GÓES BORGES

**Classificação do estado nutricional de adultos jovens mediante o índice de massa gorda:
uma comparação entre instrumentos.**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Atividade Física e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Dalmo Roberto Lopes Machado

RIBEIRÃO PRETO

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Borges, Franciane Góes

Classificação do estado nutricional de adultos jovens mediante o índice de massa gorda: uma comparação entre instrumentos. Ribeirão Preto, 2021.

101 p. : il.; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Educação Física de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Atividade Física e Esporte.

Orientador: Machado, Dalmo Roberto Lopes.

1. Absorciometria de Raios X. 2. Antropometria. 3. Impedância Bioelétrica. 4. Índice de Massa Corporal. 5. Índice de Massa Isenta de Gordura.

BORGES, F. G. Classificação do estado nutricional de adultos jovens mediante o índice de massa gorda: uma comparação entre instrumentos. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.	Camila de Moraes
Instituição:	Universidade de São Paulo
Julgamento	
Prof. Dr.	Francisco José Gondim Pitanga
Instituição:	Universidade Federal da Bahia
Julgamento:	
Profa. Dr.	Ricardo Alexandre Arcêncio
Instituição:	Universidade de São Paulo
Julgamento:	

Dedico este trabalho aos meus pais, Francisco de Assis e Elza, e aos meus irmãos, Chico e Nathy, que sempre acreditaram no meu potencial e me apoiaram em todos os meus desígnios.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pela vida, por me conceder saúde e sabedoria para trilhar meu caminho nesta existência. Ao seu infinito amor e amparo.

À minha família, sem eles, nada eu seria.

Aos meus grandes amigos por todo apoio, incentivo e carinho, sempre.

Aos professores da Universidade de São Paulo pelos conhecimentos compartilhados, essenciais para minha formação.

Em especial, ao meu orientador prof. Dr. Dalmo Roberto Lopes Machado por toda dedicação, entusiasmo e competência em seu propósito de ensinar. Pela oportunidade de desenvolver este projeto, pela confiança depositada em mim. Por sua paciência e serenidade para me orientar neste estudo.

Aos meus amigos do GEPEATE (Grupo de Estudos e Pesquisa em Antropometria, Treinamento e Esporte) por todas as contribuições valiosas durante toda a minha jornada no programa de mestrado.

Aos membros efetivos e suplentes da banca avaliadora desta dissertação: Profa. Dra. Camila de Moraes, Prof. Dr. Francisco José Gondim Pitanga, e Prof. Dr. Ricardo Alexandre Arcêncio, Prof. Dr. Anderson Marliere Navarro; Prof. Dr. André Pereira dos Santos; e Prof. Dr. Thiago Cândido Alves, que tão gentilmente aceitaram participar e contribuir com este trabalho.

Aos participantes da pesquisa. Sem eles, esta obra não seria possível.

A todos aqueles, que direta ou indiretamente colaboraram em algum momento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 3300229053P1.

RESUMO

BORGES, F. G. **Classificação do estado nutricional de adultos jovens mediante o índice de massa gorda: uma comparação entre instrumentos.** 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

A avaliação do Estado Nutricional (EN) é um recurso importante para a triagem de casos de obesidade ou subnutrição, condições estas associadas ao risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), responsáveis pelas principais causas de mortes no mundo. O índice de massa gorda (IMG) relativiza a gordura pela estatura, corrigindo a confusão do excesso de peso muscular ou de gordura. Como indicador do EN, apresenta vantagens em relação ao índice de massa corporal (IMC) e à porcentagem de massa gorda (%MG), tradicionalmente mais utilizados. Porém as propostas para avaliação do EN segundo o IMG, na sua maioria definem os percentis ou apenas o intervalo de normalidade, sem discriminar casos extremos de sobrepeso, nem diferentes graus de obesidade ou severidade da magreza. Logo, não auxiliam para uma efetiva triagem na prevenção de DCNT. Há somente uma proposta que determina até oito categorias do EN a partir dos dados de NHANES derivados por densitometria de corpo total (DXA). Contudo, o instrumento utilizado (DXA) é dispendioso e nem sempre disponível. Além do mais sua aplicabilidade substitutiva por outros instrumentos ainda não foi testada. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a viabilidade de uso de diferentes instrumentos na classificação de categorias do EN segundo o IMG referenciado na DXA, em adultos jovens brasileiros. O IMG de 69 mulheres e 66 homens universitários (18 a 30 anos) foi determinado a partir da DXA, bioimpedância elétrica (BIA) e dobras cutâneas (DOC). Houve diferenças da CC entre sexos ($p < 0,001$) em todas as comparações. A concordância entre os instrumentos foi testada (Bland Altman) para valores absolutos de IMG e sua capacidade de classificação do EN (teste Qui-quadrado e índice Kappa). Os resultados mostraram que a DOC subestimou o IMG dado por DXA em $1,9 \text{ kg/m}^2$ para ambos os sexos, com diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,001$). Para BIA, a discordância da DXA foi ainda maior nas mulheres (2 kg/m^2); mas inversamente superestimou o IMG em homens ($1,4 \text{ kg/m}^2$), com vieses mais reduzidos. Também não houve concordância entre as classificações de EN (NHANES) entre DXA e BIA, ou DXA e DOC. A exceção ocorreu entre DXA e BIA para homens, embora com concordância "razoável" ($k = 0,214$; $p = 0,001$). Assim, a classificação

do EN por pontos de corte de IMG dados por DXA não se aplicam para BIA e DOC. Os índices corporais (IMG, %MG e IMC) classificam o EN de forma distinta, valendo ressaltar certa interdependência entre os índices capazes de bem distinguir MG de MIG. A definição dos limiares de classificação do EN deve, portanto, ser de acordo com o instrumento empregado na sua proposição. Dessa forma, permanece o desafio de que propostas determinantes das categorias do EN sejam geradas por DOC ou BIA.

Palavras-Chaves: Absorciometria de Raios X; Antropometria; Impedância Bioelétrica; Índice de Massa Corporal; Índice de Massa Isenta de Gordura.

ABSTRACT

BORGES, F. G. **Classification of the nutritional status of young adults using the fat mass index: a comparison between instruments.** 2021. Dissertation (Master in Sciences) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

The assessment of the Nutritional Status (NS) is an important resource for screening cases of obesity or malnutrition, conditions associated with the risk of developing chronic non-communicable diseases (NCDs), responsible for the main causes of deaths in the world. The index of fat mass (FMI) relativizes fat by height, correcting the confusion of excess muscular weight or fat. As an indicator of NS, it has advantages in relation to the index of body mass (BMI) and the percentage of fat mass (%FM), traditionally more used. However, the proposals for the assessment of NS according to the FMI, mostly define the percentiles or just the normal range, without discriminating extreme cases of overweight, nor different degrees of obesity or severity of thinness. Therefore, they do not help for an effective screening in the prevention of NCDs. There is only one proposal that determines up to eight NS categories from NHANES data derived by total body densitometry (DXA). However, the instrument used (DXA) is expensive and not always available. Furthermore, has not been tested substitutability for other instruments yet. Thus, the objective of this study was to investigate the feasibility of using different instruments in the classification of NS categories according to the FMI referenced in DXA, in young Brazilian adults. The FMI of 69 women and 66 university men (18 to 30 years old) was determined from DXA, electrical bioimpedance (BIA) and skinfolds thickness (ST). There were differences in body composition between genders ($p < 0.001$) in all comparisons. The agreement between the instruments was tested (Bland Altman) for absolute values of FMI and its ability to classify the NS (Chi-square test and Kappa index). The results showed that ST underestimated the FMI given by DXA by 1.9 kg/m^2 for both sexes, with statistically significant differences ($p < 0.001$). For BIA, the DXA disagreement was even greater in women (2 kg/m^2); but inversely overestimated the FMI in men (1.4 kg/m^2), with more reduced bias. There was also no agreement between the classifications of NS (NHANES) between DXA and BIA, or DXA and ST. The exception occurred between DXA and BIA for men, although with fair agreement ($k = 0.214$; $p = 0.001$). Thus, the classification of NS by FMI cut-off points given by DXA does not apply to BIA and ST. The body indexes (FMI, %FM and BMI) classify the

NS differently, and it is worth highlighting a certain interdependence between the indices capable of distinguishing FM from FFM. The definition of the classification thresholds of the NS must be in accordance with the instrument used in its proposal. Thus, the challenge remains that proposals that determine the NS categories are generated by ST or BIA.

Keywords: Anthropometry; Bioelectrical Impedance; Body Mass Index; Fat Free Mass Index; X-ray Absorptiometry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da seleção de artigos com a temática do índice de massa gorda	22
Figura 2 - Mudanças pertinentes à idade na relação entre IMIG (eixo X) e IMG (eixo Y) de meninos (•) e meninas (◦) chinesas com idades entre 5 e 18 anos.	27
Figura 3 - Modelo de cinco níveis de composição corporal em humanos	34
Figura 4 - Modelo de composição corporal no nível molecular (II)	39
Figura 5 - Descrição da classificação do estado nutricional de adultos jovens segundo o IMC, %MG _{DXA} e IMG _{DXA} para os sexos feminino (a) e masculino (b).....	58
Figura 6 - Análise de Bland-Altman do nível de concordância entre IMG _{BIA} , e IMG _{DOC} em relação ao IMG _{DXA}	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos de corte do índice de massa corporal (IMC) para a classificação do estado nutricional estabelecidos para adultos (20 a 60 anos) não asiáticos.....	53
Tabela 2 - Pontos de corte da porcentagem de massa gorda (%MG) para a classificação do estado nutricional estabelecidos para adultos jovens brancos (18 a 29,9 anos)	53
Tabela 3 - Pontos de corte do índice de massa gorda (IMG) para a classificação do Estado Nutricional estabelecidos para adultos e idosos	54
Tabela 4 - Descrição étnica e estilo de vida de adultos jovens de ambos os sexos.....	56
Tabela 5 - Comparação das variáveis antropométricas e indicadores da composição corporal entre os sexos.....	56
Tabela 6 - Descrição da classificação do estado nutricional segundo o IMG agrupados por sexo e pelos instrumentos métodos de medida: DXA, BIA e DOC.	61
Tabela 7 - Tabulação cruzada das classificações do estado nutricional segundo o IMG _{DXA} e o IMG _{BIA} e entre IMG _{DXA} e IMG _{DOC} do sexo feminino.	61
Tabela 8 - Tabulação cruzada das classificações do estado nutricional segundo o IMG _{DXA} e IMG _{BIA} ; IMG _{DXA} e entre o IMG _{DOC} do sexo masculino.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Referenciais de classificação do estado nutricional segundo o IMG e o IMIG.	30
Quadro 2 - A relação entre as medidas de composição corporal diretas e indiretas organizadas pelo modelo de cinco níveis.	37
Quadro 3 - Descrição dos principais tipos de Bioimpedância Elétrica	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	Água Corporal Total
AF	Ângulo de Fase
BIA	Bioimpedância Elétrica
BIS	Espectroscopia de Bioimpedância
BIVA	Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica
CC	Composição Corporal
CDC	Center for Disease Control and Prevention
EN	Estado Nutricional
Est	Estatura
DC	Densidade Corporal
DCNT	Doença Crônica Não Transmissível
DOC	Dobras Cutâneas
DMO	Densidade Mineral Óssea
DXA	Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia
FM	Fat Mass
FFM	Fat Free Body Mass ou Fat Free Mass
HCFMRP-USP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMC	Índice de Massa Corporal
IMG	Índice de Massa Gorda
IMIG	Índice de Massa Livre de Gordura
IOFT	International Obesity Task Force
LBM	Lean Body Mass
LFM	Lipid-free Body Mass
MC	Massa Corporal
MG	Massa Gorda
MGRS	The WHO Multicentre Growth Reference Study
MIG	Massa Isenta de Gordura
MIGO	Massa Isenta de Gordura e Osso
MLG	Massa Livre de Gordura

MLL	Massa Livre de Lipídios ou Massa Corporal Livre de Lipídios
MMO	Massa Mineral Óssea
MS	Ministério da Saúde
NCHS	National Center for Health Statistics
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Pressão Arterial
PDA	Pletismografia de Deslocamento de Ar
PH	Pesagem Hidrostática
R	Razão de atenuação
Res	Resistência
SM	Síndrome Metabólica
TA	Tecido Adiposo
TBCa	Cálcio Corporal Total
TBK	Potássio Corporal Total
TM	Tecido Muscular
TME	Tecido Muscular Esquelético
TO	Tecido Ósseo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
V	Volume
VC	Volume Corporal
Xc	Reatância
Z	Impedância
%MG	Porcentagem de Massa Gorda

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.2 HIPÓTESES	18
2. OBJETIVO GERAL.....	20
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 PREÂMBULO	21
3.2 ÍNDICES CORPORAIS E O ESTADO NUTRICIONAL	22
3.3 PORCENTAGEM DE MASSA GORDA.....	24
3.4 ÍNDICES CORPORAIS	25
3.5 NÍVEIS DA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	33
3.5.1 Absorciometria Radiológica de Dupla Energia (DXA).....	41
3.5.2 Bioimpedância Elétrica (BIA)	42
3.5.3 Dobras Cutâneas (DOC)	46
4. MÉTODOS	48
4.1 TIPO DE ESTUDO	48
4.2 COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA	48
4.3 PROCEDIMENTOS DO ESTUDO ORIGINAL	48
4.3.1 Medidas antropométricas	49
4.5.2 Absorciometria de Raios-X por Dupla Energia (DXA): método de referência	50
4.5.3 Medidas por Bioimpedância Elétrica (BIA).....	50
4.5.4 Medidas por Dobras Cutâneas (DOC)	51
4.5.5 Determinação dos índices corporais	52
4.5.6 Classificação do Estado Nutricional	53
4.5.7 Comparação entre indicadores da classificação do estado nutricional	54
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	54
5. RESULTADOS	56
6. DISCUSSÃO.....	64
7. CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICES	89
ANEXOS	99

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem acontecido um aumento alarmante nas taxas de sobrepeso e obesidade em todo o planeta. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) a prevalência de obesidade quase triplicou nos últimos 40 anos. Em 2016, 39% e 13% da população adulta mundial tinha sobrepeso e obesidade respectivamente (WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2018a). No Brasil, mais da metade da população tem sobrepeso (FELISBINO-MENDES et al., 2020; FLORES-ORTIZ et al., 2019). Em 2016, 57,7% dos homens e 48,2% das mulheres tinham sobrepeso e 18,1% dos homens e 18,8% das mulheres tinham obesidade (FLORES-ORTIZ et al., 2019). Esse panorama tem impactado diretamente a saúde pública de diversas localidades, pois existe uma associação entre excesso de peso e risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Dentre elas, doenças cardiovasculares, câncer e diabetes mellitus, são as principais causas de mortes no mundo (BARROSO et al., 2018; DIAS et al., 2017; FELISBINO-MENDES et al., 2020; SRINIVASAN et al., 2017; WHO, 2018a, WHO, 2018b).

Diante desse cenário, grandes esforços no sentido de implementação de programas para controle de peso existem mundialmente (DIAS et al., 2017; WHO, 2018b). A avaliação do estado nutricional (EN) é uma ferramenta relevante para isso. A análise do EN das populações permite o mapeamento de casos de subnutrição e obesidade, servindo como base para o desenvolvimento de políticas públicas de intervenção e controle (DIAS et al., 2017; LEÃO; CASTRO, 2007; SRINIVASAN et al., 2017). Atualmente existem inúmeros métodos para a avaliação do EN. Em larga escala, os índices antropométricos são bastante convenientes, pois são de baixo custo e de simples aplicação (RIBEIRO, SARTOELLI, 2011; SRINIVASAN et al., 2017). Os índices são resultados da razão entre duas ou mais medidas corporais, combinadas com dados sócio demográficos, como idade e sexo. Para avaliar o EN é preciso comparar os valores medidos com alguma referência. As referências de classificação do EN delimitam o intervalo de normalidade e os desvios nutricionais, normalmente expressos em percentis ou z-escores. Assim, as referências de classificação do EN devem ser obtidas de amostras representativas de uma dada população, cujos indivíduos tiveram condições similares de crescimento e desenvolvimento (ARAÚJO, 2007; RIBEIRO; SARTOELLI, 2011).

O índice de massa corporal (IMC) é o índice mais popularmente utilizado no mundo (ANJOS, 1992; WHO, 2018b). A partir do IMC é possível determinar diversas categorias do EN (i. e. baixo peso [severo, moderado e suave], eutrofia, sobrepeso, obesidade [classe I, II,

III]) (WHO, 1995). No entanto, o IMC deve ser utilizado com cautela, pois não é capaz de distinguir a massa gorda (MG) da massa isenta de gordura (MIG). Esse índice não é, portanto, sensível em detectar se o desvio de peso é por excesso ou déficit de MG ou de MIG. Por consequência, o IMC pode subestimar ou superestimar a classificação do EN (JIN et al., 2019).

Outra medida bastante utilizada para a avaliação do EN é a porcentagem de gordura corporal, ou porcentagem de massa gorda (%MG). A %MG também é capaz de determinar em diversas categorias o EN, facilitando um diagnóstico mais claro e fácil de ser interpretado. Ademais, a %MG pode ser obtida por instrumentos de simples medidas de aplicação de baixo custo, como as dobras cutâneas (DOC) (PITANGA, 2010). No entanto, a avaliação do EN segundo a %MG também pode apresentar vieses na interpretação. Como exemplo, indivíduos com valores iguais de massa corporal (MC) mas com diferentes estaturas (Est), podem apresentar classificação diferente do EN, mesmo com %MG similar. Assim, o ideal seria antes normatizar a MG pela Est² (WANG et al., 2009).

Dessa maneira, o índice de massa gorda (IMG; kg/m²) surge como alternativa ao IMC e à %MG. Ao contrário do IMC, o IMG consegue distinguir se a alteração da MC se deve a uma mudança da MG ou da MIG (JIN et al., 2019). Ao contrário da %MG, o IMG é sensível a distribuição da quantidade de gordura em relação a Est (PELTZ et al., 2010). Para o cálculo desse índice, é necessário realizar previamente a medida da MG. Essa medida pode ser obtida por instrumentos mais sofisticados, como a Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia (DXA), ou por instrumentos mais acessíveis, como DOC ou bioimpedância elétrica (BIA). Para as propostas de pontos de corte de IMG na classificação do EN, as medidas devem ser estabelecidas a partir de instrumentos mais precisos de composição corporal (CC), como DXA. Além disso, é importante que sejam validados para servirem de referência a outras populações, com valores de IMG obtidos por meios mais acessíveis (KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009).

É importante que a proposta de referência de classificação do EN seja de fácil interpretação. Contudo a maioria das propostas existentes define a forma de classificação do IMG em valores relativos (percentis) sem ou com determinação dos intervalos de normalidade, ou valores esperados para normalidade. Quando definem tão somente o intervalo de normalidade, não é possível discriminar outras classificações mais extremas como sobrepeso, obesidade ou graus de severidade da obesidade ou magreza.

No entanto, existe uma proposta norte-americana, que determina intervalos para IMG, análogas às oito categorias de classificação do EN por IMC. Esta proposta foi apoiada pela Hologic, Inc. e pela *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) em

colaboração com o *Center for Disease Control* (CDC) e o *National Center for Health Statistics* (NCHS). O NHANES é um programa desenvolvido para avaliar a saúde e o EN dos Estados Unidos da América a nível nacional. O NHANES começou a realizar medidas com a DXA em 1999. Assim, esta proposta utilizou dados de 20553 americanos acima de 8 anos de idade, dos dados NHANES coletados de 1999 a 2004. Essa proposta apresenta valores de referência da CC (incluindo o IMG) medidos por DXA, específico para cada idade e gênero, comum para três derivações étnicas (KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009).

Essa proposta de classificação do EN pelos pontos de corte do IMG foi validada para um levantamento semelhante feito em coreanos (KNHANES IV) (HONG et al., 2011), para dados derivados também da DXA. Até o momento, não foi encontrado nenhum outro estudo que propusesse aplicação desse modelo em população brasileira. Além do mais, os pontos de corte de IMG derivados da DXA não foram validados para instrumentos mais simples e de baixo custo como BIA e DOC. São recursos empregados com maior frequência na prática clínica, mais acessíveis e viáveis, com reconhecida validade (COUTINHO, POMPEU, 2015; GUEDES, 2013; KYLE et al., 2004a).

Portanto, a questão de investigação não respondida é: a proposta de classificação do EN por IMG derivado da DXA, poderia ser aplicada com outros instrumentos, como BIA e DOC?

Sabe-se que a classificação do EN segundo o IMG é mais vantajosa do que os conhecidos IMC e %MG. Notadamente porque o IMG é capaz de distinguir se a alteração da MC se deve a mudanças na MG ou na MIG. Além disso, o IMG é sensível à distribuição da quantidade de gordura em relação à Est. No entanto, apenas a proposta do NHANES, que apresenta categorias do EN a partir do IMG, permite uma classificação mais ampla, nas oito categorias análogas ao IMC (KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009). Este referencial foi gerado a partir de dados determinados por DXA. Ainda não é conhecida a aplicabilidade deste referencial para instrumentos mais simples e de baixo custo, como DOC e BIA. BIA e DOC são empregados com maior frequência na prática clínica, ou em estudos científicos de comparação metodológica em relação à DXA, portanto, mais viáveis e com reconhecida validade.

1.2 HIPÓTESES

Diante desses pressupostos, a hipótese a ser testada neste estudo é: não há diferenças significativas na classificação de categorias do EN segundo o IMG obtido por diferentes

instrumentos de CC. Ainda que os valores absolutos do IMG resultante de cada instrumento não sejam idênticos, os resultados correspondem a um mesmo intervalo do EN.

2. OBJETIVO GERAL

Investigar diferentes instrumentos na classificação de categorias do estado nutricional segundo o índice de massa gorda, referenciados na Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia em uma amostra brasileira de adultos jovens de ambos os sexos.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar os índices corporais derivados por Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia, Bioimpedância elétrica e Dobras Cutâneas, considerando as diferenças entre sexos;
- b) Comparar os referenciais de classificação do estado nutricional (índice de massa corporal, índice de massa gorda e porcentagem de massa gorda) a partir dos valores obtidos por Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia;
- c) Verificar a concordância entre os instrumentos (Bioimpedância elétrica e Dobras Cutâneas) de medida dos valores absolutos de índice de massa gorda, referenciados na Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia;
- d) Averiguar a contingência da classificação do estado nutricional pelo índice de massa gorda da referência (Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia) do *National Health and Nutrition Examination Survey* com os índices estimados por Bioimpedância elétrica e Dobras Cutâneas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PREÂMBULO

O intuito desta revisão é contextualizar o leitor a respeito de outros métodos tradicionais de avaliação do EN (IMC e %MG), evidenciando suas vantagens e desvantagens (seções 3.2. e 3.3). Informar sobre os principais instrumentos de medida da MG, incluindo uma breve explicação do modelo de CC (Modelo de cinco níveis) adotado como referencial teórico neste estudo (seção 3.5). Ademais, buscou-se aprofundar o conhecimento do leitor acerca do IMG. Para isto, foi realizada uma seleção de artigos com a esta temática em uma base de dados de livre acesso bastante relevante na área da saúde. A base de dados escolhida foi a PubMed da *US National Library of Medicine - National Institutes of Health* e do *National Center for Biotechnology Information (NCBI)*. Esta base foi desenvolvida em 1996, a partir do banco de dados MEDLINE (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*) o qual foi criado em 1964, entre outras fontes. (NCBI, 2020).

A busca inicial foi realizada no dia 18/06/2020, as seguintes palavras chaves foram utilizadas: “*fat free mass index*” OR “*fat mass index*” OR *FFMI* OR *FMI*. O índice de massa isenta de gordura (IMIG) também foi considerado, pois os dois índices são complementares e foram criados juntos. A base de dados retornou 2281 artigos. Após a aplicação do filtro “*humans*” restaram 1338 artigos. Como critério de inclusão, foram selecionados apenas os estudos em que o foco principal era voltado ao IMG e ao IMIG. Foram excluídos, portanto, artigos que utilizaram os índices apenas para descrição amostral, artigos que não eram sobre o IMG ou IMIG, mas sobre outros índices antropométricos. Também foram excluídas revisões e cartas ao editor. A seleção foi realizada por etapas, primeiramente foram selecionados artigos com base na leitura dos títulos, desta forma, 296 artigos foram selecionados. Depois da leitura dos resumos, foram excluídos 105, restando 191 artigos. Um alerta foi criado para receber novos artigos por e-mail, então até o dia 08/11/2020 foram incluídos mais 25 artigos (Figura 1). As informações mais relevantes dos 216 artigos selecionados estão descritas na seção 3.4.

Figura 1- Fluxograma da seleção de artigos com a temática do índice de massa gorda

Fonte: Próprio autor.

3.2 ÍNDICES CORPORAIS E O ESTADO NUTRICIONAL

As companhias de seguro de vida foram as primeiras interessadas em criar valores de referências para avaliar o EN em adultos e riscos de morte associados. A *Metropolitan Life Insurance Company* desenvolveu pioneiramente tabelas-padrão de MC desejáveis para dada Est, ao constatar que havia um risco aumentado de morte em pessoas obesas. Essas tabelas foram publicadas posteriormente pela *Association of Life Insurance Medical Directors* em 1912. Mas o primeiro a explorar cientificamente a relação entre a MC e a Est foi Adolphe Quételet (1796 – 1874), o pai da Antropometria moderna. Em suas análises Quételet descreveu que a MC dividida pela Est ao quadrado (Est^2) era constante em indivíduos com CC normal. Seus resultados foram publicados em um artigo intitulado “*Recherches sur le poids de l’homme aux different ages*” em 1832 e mais tarde (1835), replicadas em seu livro “*Treatise on Man and the Development os his Faculties*” (ANJOS, 1992; EKNOYAN, 2008; KEYS et al., 2014).

O índice de Quetelet passou a ganhar mais importância nos estudos clínico-epidemiológicos após a segunda guerra mundial. Um dos primeiros autores a resgatá-lo foi Florey (1970¹ apud EKNOYAN, 2008, p. 48), utilizando dados do estudo de coorte americano *Framingham Heart Study*. Logo depois, Keys et al. (1972) confirmou a validade do índice de Quételet, ao verificar que a melhor relação da MC com a Est para avaliação do EN é a MC/Est^2

¹ FLOREY, C. V. The use and interpretation of ponderal index and other weight-height ratios in epidemiological studies. **Journal of Chronic Diseases**, v. 23, p. 93–103, 1970.

(ou ainda, kg/m^2). Assim, o índice de Quetelét também foi denominado de "índice de massa corporal" (IMC) (ANJOS, 1992; EKNOYAN, 2008; KEYS et al., 2014).

As primeiras propostas para a classificação do EN a partir do IMC surgiram em populações anglo-saxônicas, nomeadamente norte-americanos. Posteriormente foram generalizados a países em desenvolvimento, que não tinham referenciais próprios (ANJOS, 1992; EKNOYAN, 2008). As propostas mais conhecidas eram: as curvas do NCHS, criadas a partir dos dados do Estudo Longitudinal de Fels (ELF) e do NHANES I, adotadas pela OMS de 1978 a 1993; e as curvas do CDC a partir dos estudos NHANES I, II e III (ANJOS; WAHRLICH, 2011; LEÃO; CASTRO, 2007). No entanto, estas propostas eram questionadas diante da sua fraca representatividade global (ANJOS, 1992; ANJOS; WAHRLICH, 2011; LEÃO; CASTRO, 2007; EKNOYAN, 2008). Assim, surgiram novas propostas para avaliar principalmente crianças e adolescentes, a partir de estudos multicêntricos envolvendo as principais regiões geográficas do planeta. Em 2000, ficou bastante conhecida as curvas de referência de IMC/idade do IOFT (*International Obesity Task Force*) a partir de dados do estudo de Cole et al. (2000). Esse estudo envolveu dados de seis nações (Brasil, Grã-Bretanha, Hong Kong, Holanda, Cingapura e EUA) com boa representatividade nacional. Concomitantemente era realizado o *The WHO Multicentre Growth Reference Study* (MGRS) (ONIS et al., 2004) para proposição de novas curvas envolvendo seis países das principais regiões geográficas do planeta: Brasil (América do Sul), Gana (África) Índia (Ásia), Noruega (Europa) OMAN (Oriente Médio) e Estados Unidos (América do Norte). Teve duração de 1997 a 2003, resultando nas curvas de crescimento adotadas pela OMS, publicadas em 2006 e 2007 (ANJOS; WAHRLICH, 2011; LEÃO; CASTRO, 2007).

No Brasil, poucos estudos mostram a distribuição em percentis ou pontos de corte para avaliação do EN para toda a população. Isso ocorre em virtude da dificuldade de um levantamento nacional com boa representatividade populacional, (ANJOS; VEIGA; CASTRO, 1998; CONDE; MONTEIRO, 2006). Por isso, o Ministério da Saúde (MS) recomenda a utilização dos referenciais da OMS tanto para crianças e adolescentes, como para adultos e idosos (MS, 2008).

A classificação do EN em populações asiáticas é diferente, uma vez que apresentam valores menores de %MG em relação a ocidentais com mesmo IMC, idade e sexo (WHO, 2004). Assim, os pontos de corte para asiáticos são menores do que para ocidentais. Em adultos ocidentais, são assim classificados: abaixo de $18,5 \text{ kg/m}^2$: baixo peso; entre $18,5$ e 23 kg/m^2 : normal; de 23 a $27,5 \text{ kg/m}^2$: sobrepeso; e acima de $27,5 \text{ kg/m}^2$: obesidade (WHO, 2004). Enquanto para ocidentais, os valores de classificação do EN são: abaixo de $18,5 \text{ kg/m}^2$: baixo

peso; entre 18,5 e 25 kg/m²: normal; 25 a 30 kg/m²: sobrepeso; e acima de 30 kg/m²: obesidade (WHO, 2004).

Apesar de ser mundialmente utilizado para avaliação do EN, o IMC não reflete adequadamente a CC com a esperada distinção de seus componentes. Pode subestimar ou superestimar o EN de indivíduos por considerar a MC total, sem distinguir MG e MIG. Por exemplo, O IMC não é capaz de apontar se altos valores ($> 30 \text{ kg/m}^2$) estariam relacionados ao excesso de MG ou de MIG. O IMC, portanto, assume de forma arbitrária que valores elevados representam excesso de gordura, logo classifica o indivíduo como sobrepesado ou obeso (JIN et al., 2019). Também pode ocorrer de o IMC superestimar o EN de indivíduos com Est muito elevada e baixa MC. Assim, a magreza é compensada pela Est elevada nessa relação. Nesse caso, embora esses indivíduos estejam abaixo do peso saudável, são classificados como IMC "normal".

3.3 PORCENTAGEM DE MASSA GORDA

A %MG também é bastante utilizada para avaliação do EN. Uma vez que é considerada apenas uma componente da CC, não está suscetível aos mesmos erros de interpretação do IMC (PITANGA, 2010). Além disso, a %MG pode ser estimada por instrumentos de medida de fácil aplicação e baixo custo. Os instrumentos mais utilizados são o compasso de DOC e BIA, que serão discutidos mais adiante.

Existem diversas equações preditivas para o cálculo da %MG para cada ferramenta utilizada (KYLE et al., 2004a; COUTINHO, POMPEU, 2015). As equações devem considerar ainda a faixa etária, o sexo, a etnia, o nível de atividade física e o estado de saúde de seus avaliados. Mas cabe considerar a validade de cada proposta antes de ser adotada. Nesse sentido, características como a população de origem dos dados, tipo de instrumento adotado na proposição, validação das propostas e amplitude amostral, devem ser observados a fim de minimizar erros de interpretação (COUTINHO, POMPEU, 2015).

Apesar da vantagem que a %MG apresenta em relação ao IMC na avaliação do EN, de forma alguma estaria livre do risco de vieses na interpretação. Indivíduos de mesma MC, mas com Est diferentes podem apresentar %MG similares e serem classificados na mesma categoria de EN, segundo a %MG. Contudo, se os indivíduos apresentarem uma diferença acentuada de Est, será possível observar, que o alto parecerá mais magro, do que o baixo. Para comparar esses indivíduos, o ideal seria normalizar a MG pela Est (VANITALLIE et al., 1990). Dessa

forma, o estabelecimento de índices para os componentes corporais poderia corrigir vieses na interpretação dos diferentes componentes corporais.

3.4 ÍNDICES CORPORAIS

Na década de 90, Vanitallie et al. (1990) propôs pela primeira vez a normalização da MG e da MIG pela Est² (kg/m²). Foram assim criados dois índices: o índice de massa gorda (IMG), e o índice de massa isenta de gordura (IMIG), cuja soma é igual ao IMC. Estes índices podem ser calculados pelas equações 1 e 2 respectivamente.

$$\text{IMG (kg/m}^2\text{)} = \text{MG (kg)} / \text{Est (m)}^2 \quad (1)$$

$$\text{IMIG (kg/m}^2\text{)} = \text{MIG (kg)} / \text{Est (m)}^2 \quad (2)$$

Vanitallie et al. (1990) estavam preocupados em diagnosticar subnutrição a partir desses índices. Para isso, estimaram a MG e MIG por Condutibilidade Elétrica Total do Corpo (TOBEC) em uma amostra de 192 homens saudáveis de 20 a 59 anos. Calcularam os índices referentes (IMG e IMIG) e determinaram os valores percentis para a classificação do EN. Para verificar a efetividade da proposta, utilizaram dados secundários de Keys et al.² (1950 apud VANITALLIE et al., 1990, p. 953-954). Esse experimento de Keys e colaboradores envolveu 32 homens de 20 a 33 anos. Foi um dos únicos experimentos com humanos de restrição realimentar até aquele momento. Nesse estudo, os indivíduos passaram por um longo período (24 semanas) de restrição calórica severa (50% das necessidades diárias), seguido por menor período (12 semanas) de realimentação. Assim, esse trabalho tinha valores da CC tanto em estado sadio quanto em estado de subnutrição. A partir destes dados Vanitallie et al. (1990) verificaram a eficácia dos índices (IMG e IMIG) para diagnosticar subnutrição.

A aplicação desses índices também foi testada em diferentes grupos etários envolvendo mulheres, crianças, adolescentes, idosos e atletas. Os resultados mostram que independente da faixa etária e etnia, geralmente havia diferenças entre os gêneros. Mulheres têm maior IMG, enquanto homens apresentam maior IMIG (FREEDMAN et al., 2005; HULL et al., 2011; KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009; LU et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2016; PELTZ et

² KEYS, A.; BROZEK, J.; HENSCHER, A.; MICKELSEN, O.; TAYLOR, H.L. **The biology of human starvation**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1950.

al. 2010; RAO et al., 2012; RUSH et al., 2009). Na infância essas diferenças são menores entre os sexos, mas na adolescência se acentuam (EISSA et al., 2009; FREEDMAN et al., 2005; GUO et al., 2017; HATTORI et al., 2004; XIONG et al., 2012). As diferenças sexuais ocorrem mesmo quando IMC são semelhantes entre ambos (GUO et al., 2017; HATTORI et al., 2004; LU et al., 2012; PARK et al., 2011; XIONG et al., 2012). A medida que o IMC aumenta, conforme a evolução dos estágios maturacionais, as meninas apresentam aumentos proporcionalmente mais elevados de IMG enquanto os meninos ganham mais IMIG (CASTILHO; COCETTI; BARROS-FILHO, 2008; MARSHALL et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2016) e perdas mais acentuadas de IMG (CASTILHO; COCETTI; BARROS-FILHO, 2008; MARSHALL et al., 2020). Meninas e meninos que entram em puberdade precoce, exibem maiores valores de IMG e IMIG (BUYKEN et al., 2011; LABAYEN et al., 2009). A partir da adolescência, o IMG de ambos os sexos tende a aumentar com a idade (BYAMBASUKH et al., 2015; GUO et al., 2017; HATTORI et al., 2004; KYLE et al., 2004b). Por outro lado, o comportamento do IMIG ainda não está bem definido na literatura (SCHAUTZ et al., 2012). Existe uma tendência do IMIG aumentar até a idade jovem adulta e a partir desse ponto manter-se relativamente estável até a fase idosa (GUO et al., 2017; KUDSK et al., 2017), na qual ocorre um declínio (BAHADORI et al., 2006; HATTORI et al., 2004; HULL et al., 2011; KYLE et al., 2004b; SCHAUTZ et al., 2012).

Estas diferenças podem ser observadas em um gráfico comparativo entre índices e outros indicadores corporais, do tipo “*Hattori Chart*” (HATTORI et al., 1997). O gráfico mostra a relação entre o IMG, o IMIG, a %MG e o IMC tanto em valores absolutos quanto em classificação do EN. Quando plotadas a médias desses indicadores para cada idade, o gráfico possibilita visualizar o comportamento dos indicadores nas diferentes faixas etárias. Também é possível plotar valores para gráficos específicos por sexo e visualizar as diferenças. A Figura 2 do estudo de Guo et al. (2017) ilustra uma comparação entre crianças chinesas de ambos os sexos em diferentes idades.

Figura 2 - Mudanças pertinentes à idade na relação entre IMIG (eixo X) e IMG (eixo Y) de meninos (●) e meninas (○) chinesas com idades entre 5 e 18 anos.

Legenda: B: menino; FFMI: índice de massa isenta de gordura; FMI: índice de massa gorda; G: menina.

Nota: as linhas ligam os pontos representativos das idades à medida que avançam.

Fonte: Guo et al. (2017).

Na Figura 2, o eixo X (IMIG) o eixo Y (IMG) indicam os índices. As linhas diagonais crescentes delineiam os valores de %MG e as linhas diagonais decrescentes, os valores de IMC. Pode-se ter uma ideia de como os indicadores avançam com a idade. Nesse estudo, o gráfico mostra que as meninas e os meninos apresentam um aumento similar no IMG e no IMIG entre 5 e 10 anos. Em meninos, a partir dos 12 anos os valores médios se movem para a direita. Isto indica um aumento no IMIG, com pouca variação no IMG. Assim, o aumento do IMC entre 12 e 19 anos é em grande parte consequência do aumento do IMIG. Em meninas, a partir dos 12 anos os valores médios se movem um pouco para o lado direito e muito para cima. Isto indica um aumento acentuado no IMG com alteração relativamente pequena no IMIG. Assim, o aumento do IMC entre 12 e 19 anos é quase inteiramente devido ao aumento relativo em ambos os índices. Em todas as idades, os meninos mostram maiores valores de IMC e IMIG do que as meninas. Entre 12 e 19 anos, as meninas apresentam maiores valores de IMG do que meninos. Assim é perceptível compreender como o IMIG (meninos) e IMG (meninas) impactaram na composição do IMC de cada sexo.

O nível de atividade física ou de exercício físico também impacta nos valores dos índices corporais, variando também segundo a modalidade. Atletas geralmente apresentam maiores

valores de IMIG (DAVIES et al., 2015; TREXLER et al., 2017) e menor IMG do que a população em geral, mesmo com valores de IMC semelhantes (DAVIES et al., 2015). Em esportes coletivos em que os jogadores assumem posições e funções distintas, o IMIG varia consideravelmente. Posições de jogo em modalidades de esporte coletivo que requerem maior força e tamanho corporal (defensores) tendem a apresentar maior IMIG do que posições (atacantes) que exigem maior velocidade (TREXLER et al., 2017). Entre velocistas, atletas de melhor desempenho apresentam valores mais elevados tanto de IMIG como de IMC (BARBIERI et al., 2017). Em estudo longitudinal foi verificado que a velocidade de corrida melhorou com uma redução do IMG (GENTON et al., 2019), confirmando uma relação inversa entre esse índice e o desempenho de corrida.

3.4.1 Associação dos índices corporais com indicadores de saúde e hábitos de vida

Vários estudos mostram estreita associação entre IMG e IMIG com indicadores de saúde e hábitos de vida, como atividade física (DOWDA et al., 2017; GRIFFITHS et al., 2016; JONES, et al 2019; KYLE et al., 2004a; LEPPÄNEN et al., 2019; RAMIRES et al., 2016; SCHWARZFISCHE et al., 2018; TALARICO; JANSSEN, 2018), sono (CHEN et al., 2019; DIETHELM et., 2011; KIM et al., 2017; SCHÄFER et al 2016; STONER et al., 2018) e alimentação (ANYZEWSKA et al., 2020; BUCKLEY et al., 2019; COSTA et al., 2020; COULSON et al., 2013; JEN et al., 2018; HOOTMAN; GUERTIN; CASSANO, 2018; MATHIEU et al.; 2018; WEISE et al 2014; YU et al., 2018).

A literatura evidencia que a atividade física moderada a vigorosa está inversamente associada ao IMG de crianças (DOWDA et al., 2017; GRIFFITHS et al., 2016; JONES, et al 2019; LEPPÄNEN et al., 2019; SCHWARZFISCHE et al., 2018), adolescentes (RAMIRES et al., 2016; TALARICO; JANSSEN, 2018;), adultos e idosos (KYLE et al., 2004a). Em crianças o IMG também está inversamente associado aos equivalentes metabólicos (MET) no limiar anaeróbio (TUAN et al., 2018), a piores condicionamentos cardiorrespiratório e motor (HENRIKSSON et al., 2016; JOENSUU et al., 2018), mas positivamente associado ao tempo de tela (HEILMANN et., 2017; NIGHTINGALE et al., 2017), que bem tipifica a atividade sedentária (BOSCH et al., 2019; COLLINGS et al., 2017; GRIFFITHS et al., 2016; SCHWARZFISCHE et al., 2018). Adultos e idosos fisicamente ativos tendem a apresentar maiores valores de IMIG (KYLE et al., 2004a), que por sua vez estão associados a melhor condicionamento físico (HENRIKSSON et al., 2016; JOENSUU et al., 2018; LEPPÄNEN et al., 2016) e maior tempo dedicado a atividade física vigorosa (LEPPÄNEN et al., 2016).

Outros indicadores de saúde como horas insuficientes de sono estão associados aos aumentos de IMG em crianças (DIETHELM et al., 2011; STONER et al., 2018), adolescentes (SCHÄFER et al 2016), adultos (CHEN et al., 2019; KIM et al., 2017) ou idosos (KIM et al., 2017). Falta de equilíbrio nos hábitos alimentares de adultos, quando há tendência de comer em excesso como resposta a sinais e emoções externas também impactam em maiores aumentos de IMG (HOOTMAN; GUERTIN; CASSANO, 2018). O IMG também está positivamente associado a ingestão de alimentos à base de carboidratos, gorduras e ao consumo de álcool (ANYZEWSKA et al., 2020; WEISE et al 2014); mas negativamente associado ao consumo preferencial de frutas, vegetais (YU et al., 2018) e alimentos ricos em proteínas (WEISE et., 2014). Em idosos, também é observado uma relação positiva entre o consumo de álcool e o IMG (COULSON et al., 2013). Mas relação inversa do IMG é observada com maiores valores séricos de Vitamina D (MATHIEU et al., 2018). Em crianças, a ingestão de alimentos ultra processados e proteínas animais estão positivamente associados aos aumentos do IMG (COSTA et al., 2020). Para esta fase de vida o consumo de proteínas vegetais é responsável por menores valores de IMG. Em relação ao IMIG, tanto as proteínas vegetais como animais têm relação positiva com o IMIG (JEN et al., 2018). Mesmo para idosos o maior consumo de alimentos proteicos impacta positivamente no aumento do IMIG (BUCKLEY et al., 2019).

Com relação a outros indicadores de redução de risco do desenvolvimento de doenças, o IMIG apresenta relação favorável de maior peso ao nascer (CHOMTHO et al., 2008; EVENSEN et al., 2019; LINDBERG et al., 2015; RØNN et al., 2014). Em contrapartida, o IMG apresenta associações positivas com uma série de doenças na vida adulta como hipertensão (RAO et al., 2012), aumento de risco cardiometabólico (CORREA-RODRÍGUEZ et al., 2018; ORTEGA et al., 2016; POURSHAHIDI et al., 2016), síndrome metabólica (GUTIÉRREZ-ROJAS, 2020; LIU et al., 2013; RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2017) e índice de resistência à insulina (GHACHEM et al., 2018) em adultos. Em idosos o IMG também mostra relações positivas com síndrome metabólica (WANG et al., 2009) índice de resistência à insulina (GHACHEM et al., 2018). Os efeitos nocivos à saúde da criança podem envolver pressão arterial aumentada (ZHANG; WANG, 2011; 2012), níveis séricos de triglicerídeos elevados (OLIVEIRA et al., 2016), circunferência aumentada da cintura (MIGUEL-ETAYO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016), síndrome metabólica (KHADILKAR et al., 2013) e índice de resistência à insulina (RIVERA et al., 2015).

Quanto aos limiares de risco dos índices corporais, fatores culturais, de hábitos de vida, sexo e idade dentre outros, podem variar para cada população. Como exemplo, podem ser citados os pontos de corte de IMG para síndrome metabólica. Ramírez-Vélez et al. (2017)

propuseram limiares de 6,97 kg/m² para homens e 11,86 kg/m² para mulheres da Colômbia; Liu et al. (2013) estabeleceram 7,00 kg/m² para homens e 7,90 kg/m² para mulheres chinesas; e mais tarde, valores de 7,2 kg/m² para mulheres após a menopausa (LIU et al., 2014). Para outros indicadores de saúde, como o índice de resistência à insulina, foram estabelecidos pontos de corte para IMIG para canadenses de 8,96 e 8,39 kg/m² em homens, 7,22 kg/m² para mulheres adultas e 6,64 kg/m² em idosas (GHACHEM et al., 2018). Assim, os índices corporais podem apresentar respostas distintas do impacto à saúde para cada população.

3.4.2 Referenciais de classificação do estado nutricional por IMG e IMIG

Desde a criação dos índices corporais por Vanitallie et al. (1990), surgiram mais de 30 propostas para se estabelecer valores normativos para classificação do EN a partir do IMG e IMIG, quer de forma conjunta ou isolada (Quadro 1).

Os instrumentos de CC utilizados para gerar as propostas de classificação do EN a partir dos valores de IMG e/ou IMIG, envolvem em grande parte DXA como instrumento, seguidos de BIA, DOC e Pletismografia de Deslocamento de Ar (PDA). O Quadro 1 apresenta estudos que realizaram proposição de valores de referência para classificação do EN mediante IMG e IMIG).

Quadro 1 - Referenciais de classificação do estado nutricional segundo o IMG e o IMIG.

Autor (Ano)	País/ Grupo	Faixa etária (anos)	N. / %Sexo	Equip.	Escala de referência	Categorias
Schutz, Kyle, Pichard, (2002)	Suíça	24 a 98	5635/ 47% F	BIA	Tabela de percentis por faixa etária e sexo / IMG, IMIG.	Classificação normal de p25 a p75
Nakao; Komiya, (2003)	Japão	3 a 11	1171/ 55% F	BIA	Tabela de percentis por sexo e faixa etária/ IMG, IMIG	Classificação normal de p25 a p75
Coin et al. (2008)	Itália	20 e 80	1866/ 77% F	DXA	Tabela de percentis por sexo e faixa etária /IMG e IMIG	Classificação normal de p25 a p75
Kelly, Wilson e Heymsfield, (2009)	EUA	8 a 85	5856/ 47% F	DXA	Tabela de classificação em categorias/ IMG	Classificação por 8 categorias
Zhang e Wang, (2011)	China	7 e 12	4326/ 50% F	DOC	Tabela de percentis por sexo e idades/ IMG e IMIG	
Hong et al. (2011)	Coreia	20 e 85	10456/ 57% F	DXA	Curva de percentis por sexo. / IMG	Classificação Kelly, Wilson e Heymsfield, (2009)

(continua)

(continuação)

Autor (Ano)	País/ Grupo	Faixa etária (anos)	N. / %Sexo	Equip.	Escala de referência	Categorias
Kim et al. (2011)	Coreia	18 a 89	1275/ 60% F	DXA	Tabela de percentis por sexo e faixa etária/IMG.	Classificação categorias de obesidade conforme %MG e IMIG
Rao et al. (2012)	Índia	20 a 60	1034/ 58% F	DOC	Tabela de percentis por sexo e faixa etária/ IMG e IMIG.	Classificação dicotômica para obesidade conforme ponto de corte
Lu et al. (2012)	China	18 a 92	61382/ 45% F	BIA	Tabela de percentis por sexo e faixa etária/ IMG e IMIG	Classificação Normal de p5 a p95
Wells et al. (2012)	Inglaterra	5 a 20	533/ 51% F	4C	Tabela de z score/ percentis por sexo, idades/ IMG e IMIG	
Andersen et al. (2013)	Etiópia	0 a 6 m	378/ 52% F	PDA	Tabela de z score por sexo e meses/ IMG e IMIG	
Khadilkar et al. (2013)	Índia	5 a 18	888/ 48% F	DXA	Tabela de percentis por sexo e idades/ IMG	
Fan et al. (2014)	EUA	8 a 85	20426/ 47% F	DXA	Tabela de percentis por sexo etnia e faixa etária/ IMG	
Nagy et al. (2014)	8 Países Europeus	2 a 10	18745/ 51% F	DOC	Tabela de percentis por sexo e faixa etária/ IMG	
Jeddi et al. (2014)	Irã	9 a 18	472/ 50% F	DXA	Tabela de percentis por sexo e idades/ IMG	
Franssen et al. (2014)	Reino Unido	45 a 69	186975 /54% F	BIA	Tabela de percentis por sexo; faixa etária e por IMC/IMG e IMIG.	
Santos et al. (2014)	Portugal/ Atletas	16 a 50	481/ 30% F	DXA	Tabela de percentis por sexo e esporte/ IMG e IMIG	
Park et al. (2015)	Coreia	10 a 19	2123/ 48% F	DXA	Tabela de percentis por sexo e idades/ IMG e IMIG	
Seino et al. (2015)	Japão	65 a 94	4478/ 52% F	BIA	Tabela de percentis por sexo e faixa etária/ IMG e IMIG	
Goswami et al. (2016)	Alemanha e Suíça	0 a 1	521	DXA	Curva de percentis por sexo, sem. de gestação/ IMG, IMIG	
Hinton et al. (2017)	EUA	8 a 85	15908/ 55% F	DXA	Tabela de percentis por sexo, faixa etária e etnia/ IMG	
Kudsk et al. (2017)	EUA	12 a 90	16907/ 51% F	BIA	Tabela de percentis por sexo/ IMIG	
Imboden et al. (2017)	EUA	20 a 79	3327/ 62% F	DXA	Tabela de percentis por sexo e faixa etária. / IMG	Classificação Kelly, Wilson e Heymsfield, (2009)

(continua)

(conclusão)

Autor (Ano)	País/ Grupo	Faixa etária (anos)	N. / %Sexo	Equip.	Escala de referência	Categorias
Alpizar et al. (2017)	México	6 a 12	3514/4 2% F	DOC	Curva percentis por sexo e idade para/ IMG, IMIG	
Jin et al. (2019)	China	18 a 80	8959/ 60% F	BIA	Tabela de percentis por sexo, fases, povo/ IMG, IMIG	
Kuriyan et al. (2018)	Índia	6 a 15	9702/ 52% F	PDA	Curva de percentis por sexo e idade /IMG	
Harty et al. (2019)	EUA/ atletas	18 a 21	372/ F	DXA	Tabela de percentis por esporte / IMIG	
Blue et al. (2019)	EUA/ atletas	18 a 21	266/ F	DXA	Tabela de percentis por tipo de esporte / IMIG	
Duran et al. (2019)	EUA	8 a 20	7006/ 41% F	DXA	Curva percentis por etnia, sexo e idade/ IMG	
Schimidt et al. (2019)	Alemanha	4 a 24	3593/ 50% F	BIA	Curva percentis por sexo e idade/ IMG e IMIG	
Shypailo; Wong, (2020)	EUA	2 a 21	1079/ 52% F	4C	tabelas - função LMS por idade, etnia/ IMG, IMIG	
Ofenheimer et al. (2020)	Áustria	18 a 81	10894/ 53% F	DXA	Curva de percentis por sexo e faixa etária./ IMG	Classificação normal de p25 a p75
Durá-Travé et al. (2020)	Espanha	10 a 14	1040/ 55% F	DOC	Tabela de percentis por sexo e idades/ IMG; IMIG	
Lee et al. (2020)	Reino Unido	40 a 69	375512 / 54% F	BIA	Tabela e curvas de percentis por sexo e idades / IMG	
Dong et al. (2020)	China	3 a 18	1279/ 49% F	DXA	Curvas percentis por sexo e idade/ IMG	

Legenda: N.: Número de pessoas; Equip.: Equipamento; p: percentil; F: Feminino IMG: índice de massa gorda; IMIG: índice de massa corporal; BIA: Bioimpedância elétrica; DOC: Dobras cutâneas; PDA: Pletismografia de deslocamento de ar; 4C: modelo de quatro componentes.

Fonte: Próprio Autor.

É importante observar que a maioria dos estudos apresenta valores normativos em intervalos de percentis (p3 a p97 ou p5 a p95). O intervalo de normalidade entre p25 e p75 parece consensual, apenas Lu et al. (2012) descreve a normalidade entre p5 e p95. Outros não apontam uma classificação qualitativa para o EN (i.e., baixo peso, normal, sobrepeso, obeso). Os poucos estudos que o fazem, geralmente discriminam apenas o intervalo de valores para a normalidade, resultando numa inferência de três categorias (abaixo, normal, elevado). Os intervalos de classificação percentil ou apenas identificação da faixa de normalidade esperada são métodos limitados, uma vez que o diagnóstico do EN apresenta possibilidade de classificar o avaliado numa das várias categorias.

Somente o estudo com dados da DXA do NHANES de 1994 a 2004 conduzido por Kelly, Wilson e Heymsfield (2009) delimita oito categorias de classificação do EN (Déficit de

gordura [severo; moderado; pequeno]; Normal; Excesso de Gordura; Obesidade [Classe I, II, III]). Esse tipo de classificação é mais atraente para a prática clínica, pois permite uma triagem mais acurada. Além disso, envolveu grande número amostral ($n = 20553$) e ampla faixa etária (8 a 85 anos) e mais de uma etnia (brancos, pretos e hispânicos) oriundos de 15 condados americanos (KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009).

3.5 NÍVEIS DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para calcular o IMG ou o IMIG é necessário antes medir outros componentes da CC, notadamente a MG e/ou MIG. Segundo Wang, Pierson e Heymsfield (1992), as formas de medida da CC são classificadas em métodos diretos *in vitro*, diretos *in vivo* e métodos indiretos. Contudo, o conceito de três classificações é mais amplamente difundido e assim denominado: métodos diretos, indiretos e duplamente indiretos. Métodos diretos medem os elementos químicos corporais de forma direta *in vitro*, mediante biópsias ou dissecação macroscópica de cadáveres (tradicionalmente considerado como "padrão-ouro"). Portanto, são considerados de alta complexidade, sendo pouco comuns. Os métodos indiretos são estimativas realizadas *in vivo*, por tecnologias de alta precisão (instrumentos de análise por imagem, técnicas densitométricas e físico-químicas), com base nas relações estáveis entre os elementos corporais. Geralmente são validados pelos métodos diretos, porém são de certa forma complexos e requerem equipamentos de alto custo. Os métodos duplamente indiretos também são realizados *in vivo*, geralmente validados por métodos diretos ou indiretos; sendo os mais usuais DOC, perimetria, diâmetros ósseos, condutividade elétrica, bioimpedância e interatância de raios infravermelhos) (MARTIN; DRINKWATER, 1991; MONTEIRO; FERNANDES-FILHO, 2002; WANG 1995)

Entretanto, a partir da busca de elaboração de uma proposta para organização os estudos da CC que fosse internacionalmente reconhecida, o modelo de cinco níveis foi concebido (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992). Esse modelo conceitual traz uma visão mais avançada sobre os métodos diretos (*in vitro* e *in vivo*) ou indiretos, segundo a concepção de Wang, Pierson e Heymsfield (1992) (WHO, 1995). Os métodos diretos *in vivo* e indiretos são descritos de acordo com o nível organizacional dos elementos organizados em níveis da CC (Figura 3) (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992; WANG, 1995).

Figura 3-Modelo de cinco níveis de composição corporal em humanos

Legenda: Tec: Tecido

Fonte: Adaptado de Wang, Pierson e Heymsfield, (1992).

O Nível I (Atômico) abrange seis elementos principais (oxigênio, carbono, hidrogênio, nitrogênio, cálcio e fósforo) que correspondem a 98% da MC total. Os dois por cento da MC restante é composto por outros 44 elementos. As técnicas diretas *in vivo* para mensurar a CC no nível atômico são: contagem de potássio corporal total (TBK), ativação tardia de nêutrons (para sódio, cloro, fósforo e cálcio), ativação imediata de nêutrons (para nitrogênio corporal total) e espalhamento inelástico de nêutrons (para carbono total do corpo) (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992).

O Nível II (Molecular) é composto por diferentes moléculas agrupados em: água, proteínas, glicogênio, minerais e lipídios. As técnicas diretas *in vivo* para o nível molecular são: técnica de diluição de isótopos para água corporal total (ACT), e DXA (para composição mineral óssea). Os outros componentes (proteínas, glicogênio e lipídios) ainda não são possíveis de medir diretamente *in vivo*, devem ser estimados indiretamente por técnicas de medidas incluídas nos demais níveis. As proteínas podem ser estimadas pela contagem de nitrogênio (Nível I) considerando que todo nitrogênio do corpo corresponde a 16% de proteínas. O Glicogênio não é relevante para mensuração, pois está distribuído principalmente no músculo esquelético e fígado, que correspondem somente de 1% e 2,2% do seu peso seco. A gordura pode ser estimada indiretamente por meio da densidade corporal (DC) derivada do volume

corporal (VC) (Nível V). Pode ser determinada por pesagem hidrostática (PH), ou por adipômetros (compassos) de DOC (WANG; PIERSON; HEYMSFILELD, 1992).

O Nível III (Celular) é dividido em três componentes: Fluidos extracelulares (composto por plasma e fluidos intersticiais); sólidos extracelulares (composto por fibras, oxigênio, cálcio, fósforo, dentre outros); massa celular total (composta por quatro categorias: 1. conectivas [adipócitos, osteoblastos, hemácias e outras]; 2. epiteliais; 3. nervosas e 4. musculares [esqueléticas, lisas e cardíacas]). As técnicas diretas *in vivo* para medidas da CC no nível celular envolvem diluição de isótopos para identificação de fluido extracelular. Não há técnicas diretas para estimar a massa celular total e sólidos extracelulares. A massa celular pode ser estimada indiretamente por contagem de potássio corporal total (Nível I) (considerando que o potássio se encontra em maior parte no espaço intracelular (cerca de 95%), enquanto os sólidos extracelulares podem ser estimados por ativação tardia de nêutrons, considerando o conteúdo corporal de cálcio (Nível I) (WANG; PIERSON; HEYMSFILELD, 1992).

O Nível IV (Sistema tecidual) é composto por diferentes tecidos, que podem constituir órgãos, que por sua vez constituem os sistemas. No entanto maior ênfase é dada aos tecidos: muscular (TM), adiposo (TA) e ósseo (TO) que correspondem a 75% da MC total. As técnicas diretas *in vivo* para medidas da CC nesse nível envolvem tomografia computadorizada e ressonância magnética na identificação do volume do TA subcutâneo e visceral. Outros tecidos ainda não podem ser estimados diretamente *in vivo*. O tecido muscular esquelético (TME) pode ser estimado pela excreção de creatina de 24 horas ou por métodos incluídos no Nível I, que medem potássio ou nitrogênio total (WANG; PIERSON; HEYMSFILELD, 1992).

O Nível V (Corpo total/inteiro) considera o corpo como um todo, segundo as suas características morfológicas. As 10 principais dimensões sugeridas pelos autores são: Est; comprimento de segmentos; diâmetros ósseos; circunferências; DOC; área da superfície corporal; VC; MC; IMC e DC. Segundo os autores, no Nível V é possível obter medidas corporais de forma direta *in vivo*: MC (balança), Est (estadiômetro), VC (PH, PDA), circunferências (fita antropométrica) e DOC (adipômetros) (WANG; PIERSON; HEYMSFILELD, 1992).

As relações entre os elementos relativamente estáveis em um mesmo nível, trouxeram importantes implicações para a estruturação conceitual na área de estudos da CC. Por exemplo, no nível molecular, a taxa média de ACT para MIG em adultos saudáveis é constante ($ACT/MIG = 0,732$). No nível atômico, a correlação entre TBK e cálcio corporal total (TBCa) é reprodutível ($TBK (g) = 0,1383 \times TBCa (g) - 17,1$). Por conta dessa relação estável, apesar de serem muitos os componentes corporais e todas as relações diferirem umas das outras, são

bem organizados segundo as relações quantitativas e bem estabelecidas em cada nível (WANG, PIERSON, HEYMSFIELD, 1992). Com o avanço metodológico para medições dos principais elementos corporais, assim como ocorreu com os índices antropométricos, muitos deles podem ser medidos diretamente.

Como já mencionado anteriormente, muitos métodos indiretos foram desenvolvidos (e validados) a partir dos métodos diretos nos níveis atômico (Nível I) e de corpo total (Nível V). O Quadro 2 traz um resumo organizado dessas relações segundo o modelo de cinco níveis, com indicação de procedimentos de medida. Logo, pode-se observar quais níveis apresentam número de métodos indiretos mais limitados (i.e., Níveis III e IV), mostrando-se como possibilidades promissoras para futuros estudos.

Quadro 2 - A relação entre as medidas de composição corporal diretas e indiretas organizadas pelo modelo de cinco níveis.

Medidas diretas		Medidas indiretas				
		Nível atômico (I)	Nível molecular (II)	Nível celular (III)	Nível tecidual (IV)	Nível corpo total (IV)
Nível atômico (I)	TBO, TBC, TBH, TBN, TBK, TBCa, TBNa, TBP, TBCI, Na _e , K _e	$TBP = (0,456 \times TBCa) + (0,555 \times TBK)$	$Pro = 6,25 \times TBN$ $MIG = TBK/68,1$		$TME = 0,0196 \times TBK - 0,0261 \times TBN$	$MC = O + C + H + N + Ca + P + K + Na + Cl + R$
Nível molecular (II)	ACT, M, Cr, 3-MH		$MIG = ACT/0,732$ $MIG = 24,1 \times Cr + 20,7$		$TME = 11,8 \times Cr + 10,1$	$MC = L + A + Pro + M + G + R$
Nível celular (III)	FEC, volume do plasma					$MC = CM + FEC + SEC$
Nível tecidual (IV)	volume do TA visceral e subcutâneo					$MC = TA + TME + TO + \text{víscera} + \text{tecido sanguíneo} + R$
Nível corpo total (V)	MC, Est, VC, Circunferência, DOC	$TBK = (27,3 \times MC) + (11,5 \times 5) - (21,9 \times \text{Idade}) + 77,8$	$\%MG = (4,95 \times VC / MC - 4,5) \times 100$	$FEC = 0,135 \times MC + 7,35$	$TME = Est (0,0553 \times CCC^2 + 0,0987 \times CAB^2 + 0,0331 \times CPC^2) - 2445$	$\text{Superfície Corporal} = 0,007184 \times Est^{0,725} \times MC^{0,425}$

Legenda: A: água (kg); ACT: água corporal total; BCM: massa celular corporal (kg); C: carbono; Ca: cálcio; CAB: circunferência do antebraço corrigida (cm); CCC: circunferência da coxa corrigida; Cl: cloro CM: massa celular; CPC: circunferência da panturrilha corrigida (cm); Cr: creatina de 24 horas (g); DOC: dobra cutânea; Est: Estatura; FEC: Fluido extracelular (kg); G: Glicogênio (kg); H: hidrogênio; K: potássio; K_e: potássio permutável; L: Lipídeo (kg); M: Mineral (g); MC: Massa corporal; MIG: massa isenta de gordura;; 3-MH: 3-methylhistidina de urina de 24 horas; N: nitrogênio; Na_e: Sódio permutável; O: oxigênio; plasma Cl: concentração de clorina no plasma (mmol/L); P: fosforo; Pro: proteína (kg); R: resíduo (kg); SEC: sólido extracelular; TA: tecido adiposo; TME: tecido muscular esquelético; TO: Tecido ósseo; TB: Elemento corporal total (kg); VC: Volume Corporal.

Fonte: Adaptada de Wang, Pierson e Heymsfield (1992).

A MG/gordura é um dos componentes mais preocupantes da CC por sua associação com as DCNT (ELLIS, 2000). Contudo, pode-se observar que há muita confusão nos termos que circundam o acúmulo ou excesso de gordura indesejada e nos conceitos relacionados a este componente na literatura (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992). Assim é muito comum confundir, por exemplo, MG com TA. O TA é um tipo de tecido conectivo constituído por células adiposas na sua maior parte, mas que contém ainda fibras elásticas, colágenos, fibroblastos e capilares. De acordo com a localização e depósito da sua distribuição, pode ser classificada em quatro tipos: TA visceral; TA subcutâneo; TA intersticial, e medula amarela. Do ponto de vista conceitual do modelo de cinco níveis, o TA é um componente do Nível IV (Sistema tecidual), enquanto a MG é um componente do Nível II (Sistema molecular) (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992). Vale lembrar que as propostas consolidadas para o estabelecimento de valores normativos no diagnóstico do EN foram construídas a partir de estimativas da MG (Nível II), e não de estimativas do TA (Nível IV). Isto reporta ao modelo clássico de dois compartimentos (2C) da CC que divide o corpo meramente em: MG e MIG³. O modelo 2C se enquadra no Nível II do Modelo de cinco níveis. Esse define os componentes de resíduos, mineral, proteínas e água, agrupados em MIG e MG (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992; WANG, 1995). Portanto, o Nível II (molecular) é a base conceitual para os níveis superiores que se seguem. Além disso, o nível molecular conecta o estudo da CC a outras áreas de pesquisa, notadamente a bioquímica.

Outra confusão conceitual ocorre entre gordura/MG e lipídeos, muitas vezes utilizados como sinônimos. Os lipídios são moléculas orgânicas insolúveis em água (embora solúveis em certas substâncias orgânicas) podem ser divididos em cinco categorias: lipídios compostos (fosfolipídios e esfingolipídios) esteroides, ácidos graxos, terpenos e lipídios simples (incluindo triglicerídeos e ceras). Os triglicerídeos são gorduras mais abundantes no corpo; em adultos correspondem a 90% do conteúdo total de lipídios. Dessa forma o termo triglicerídeo se refere mais especificamente à gordura/MG. Os lipídios ainda podem ser classificados em lipídeos essenciais e não essenciais. Os lipídios essenciais estão presentes em menor proporção no corpo humano, mas desempenham funções importantes como a formação de membranas celulares. Os lipídios não essenciais são os que estão em maior proporção corporal, na forma de triglicerídeos/gordura/MG, com funções específicas como armazenamento de energia e

³ A saber, antes de surgir o modelo de cinco níveis, além do modelo tradicional de 2C (BEHNKE, 1942), também eram bastante conhecidos os modelos de três compartimentos (3C) (MG; ACT; MIG seca e sólida) (SIRI, 1961) e de quatro compartimentos (4C) (MG, ACT, massa mineral óssea, e resíduo) (SELINGER, 1977) (WITHERS; LAFORGIA; HEYMSFIELD, 1999).

isolamento térmico (WANG; PIERSON; HEYMSFILELD, 1992). Nesta diferenciação entre lipídios e MG, os autores mostram que o Nível II pode ser mais bem detalhado, conforme apresentado na Figura 4:

Figura 4-Modelo de composição corporal no nível molecular (II)

Legenda: MLG/MIG (FFM): Massa Livre de Gordura/Massa Isenta de Gordura (Fat Free Mass); MG (FM): Massa Gorda (Fat Mass); MLL (LFM): Massa Livre de Lipídeos (Lipid-Free Mass); Le: Lipídeo Essencial; Ln: Lipídeo não essencial.

Fonte: Adaptada de Wang, Pierson e Heymsfileld (1992).

Para maior compreensão da Figura 4, os elementos do Nível II são dispostos em diferentes formas de agrupamento:

- O bloco central do modelo é a forma básica apresentada no modelo de cinco níveis (Figura 3). É constituído pelos componentes: resíduos corporais diversos; mineral; proteína; água; lipídio essencial (Le) e lipídio não essencial (Ln). Pode ainda ser descrito nas formas apresentadas abaixo:
- O Bloco Esquerdo mostra o modelo composto pelo compartimento de MG-Massa Gorda (*FM-Fat Mass*) e MLG- Massa Livre de Gordura ou MIG-Massa Isenta de Gordura (*FFM- Fat-Free Mass*). A MG corresponde somente os lipídeos não essenciais. A MIG inclui os lipídeos essenciais, além de proteínas, água, mineral e resíduo. Os autores também salientam que o termo *Lean Body Mass-LBM* (Massa

Corporal Magra ou Massa Magra), pode ser utilizada como sinônimo de FFM (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992)

- c) O Bloco direito mostra o modelo composto pelo compartimento de Lípidios (*Lipid*) e MLL- Massa Livre de Lipídeos (*LFM-Lipid-Free body Mass*). A MLL é composta por proteínas, água, mineral e resíduo (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992).

Há autores que, ao contrário do que diz Wang, Pierson, Heymsfield (1992), definem que a “Fat Free mass-FFM” é diferente da “Lean Body Mass-LBM” (ESTON; REILLY, 2009) para eles, a FFM não inclui lipídios essenciais, enquanto a LBM os inclui. Neste trabalho será assumido a terminologia recomendada de Wang, Pierson e Heymsfield (1992).

É importante frisar que os lipídios e a MG não podem ser medidos por métodos diretos *in vivo*. No entanto, podem ser estimados com base no princípio do estado de equilíbrio relativamente constante (homeostase dinâmica) entre vários componentes bioquímicas (sódio, cloro, fósforo, cálcio, nitrogênio e carbono) da CC de outros níveis. Dessa forma, os componentes guardam uma relação estável entre si que podem ser matematicamente expressas, num mesmo nível ou em níveis diferentes (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992; WANG et al., 1995). Esses autores ainda distinguem dois tipos de funções matemáticas: funções do tipo I (equações de predição), derivadas de uma relação empírica (estatística) entre um componente e uma propriedade mensurada. Ou seja, as relações entre componentes são determinadas estatisticamente (i.e., regressão linear). Estas equações são determinadas por métodos de referência que estima (ou mede) o componente e a propriedade de um grupo de sujeitos bem definido, que seguidamente é validado (replicado) em outro grupo. São conhecidas como funções matemáticas preditivas. Por exemplo, é conhecida certa relação entre a MG e a Est + MC; logo: $MG = 0,65 \times MC - 0,21 \times Est + 14,1$. As equações do tipo II, por sua vez, consideram uma relação constante entre propriedades e componentes sob uma base biológica, consideradas como funções mecânicas. Logo, ao se medir uma delas, a outra pode ser estimada pelas relações estáveis e conhecidas que mantêm (WANG et al., 1995; HEYMSFIELD et al., 1997). Como exemplo, a relação considerada constante entre água e MIG; logo: $MIG = ACT/0,732$.

Todavia nem todas as propriedades ou componentes podem ser estimadas com base nas relações constantes biologicamente conhecidas. Por exemplo, é comum estimar a MG por meio da DC ou VC (Nível V) assumindo que a densidade da MG corporal total e da MIG é constante (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992). Não é possível, todavia, estimar lipídios totais por método *in vivo*, pois a densidade dos lipídios essenciais é variada e apesar de serem maiores

do que dos lipídios não essenciais, a quantidade é relativamente pequena (ESTON; REILLY, 2009), sem possibilidade de extração *in vivo*.

3.5.1 Absorciometria Radiológica de Dupla Energia (DXA)

A DXA é um método, que apesar de ser de alto custo, ultimamente vem sendo bastante utilizado em centros de diagnóstico e pesquisas para determinar indiretamente MG. Permite uma estimativa rápida (3 a 20 min.), não invasiva, com mínima exposição à radiação (dose efetiva entre 5–10 μSv^4), geralmente até menor do que a radiação natural diária (dose de 6,7 $\mu\text{Sv}/\text{dia}$ [2,4 mSv/ano]). O exame DXA é independente da hidratação do avaliado e não exige grande cooperação do indivíduo, o que é bastante interessante para crianças e pessoas debilitadas (BAZZOCCHI et al., 2016; FOSBØL; ZERAHN, 2014; SHEPHERD et al., 2017).

A DXA é um método de imagem, correspondente ao nível II (molecular), aplicada pela primeira vez em 1987 (HEYMSFIELD et al., 2015), a princípio com o objetivo de diagnosticar e monitorar a osteoporose, por meio da densidade mineral óssea (DMO). Consiste em uma cama na qual o sujeito fica em decúbito dorsal, enquanto um feixe de raios-x de dupla energia passa sob a cama, pelo sujeito. O feixe contém partículas de fótons transportadas por dois picos de energia eletromagnética. A atenuação do feixe de fótons ocorre durante a passagem pelos tecidos (influenciada pela intensidade da energia e pela densidade e espessura dos tecidos). A intensidade diminuída de fótons para cada um dos dois picos de energia é registrada por detectores acima dos indivíduos (braço móvel receptor do equipamento). Tanto a fonte quanto o detector se movem simultaneamente, de modo que todo o corpo ou regiões selecionadas do sujeito sejam digitalizadas de forma retilínea. Os sistemas de varredura podem ser do tipo feixe uni direcionado *pencil beam* ou em forma de leque (*fan-beam*) para uma varredura mais rápida (BAZZOCCHI et al., 2016; ESTON; REILLY, 2009; FOSBØL; ZERAHN, 2014).

Um importante fator a ser observado é o adequado posicionamento do sujeito na máquina, ou presença de adornos ou implantes metálicos, que podem ser fontes de erros (FOSBØL; ZERAHN, 2014). Quanto à limitação da área da mesa, já existem algumas soluções que podem ser adotadas: indivíduos obesos, devem ser medidos por meio de uma varredura de metade do corpo (ROTHNEY et al., 2009), caso o software não possua a função de espelhamento (*mirror*), onde o(s) membro(s) que fica(m) fora do alinhamento da mesa são

⁴ Microsievert (μSv): é a milésima fração de 1 millisievert (mSv). Sievert é a unidade derivada de uma dose de radiação ionizante.

estimados. Indivíduos muito altos podem ser medidos em duas varreduras. Uma parte que exclui a cabeça na altura do mento (mandíbula), outra do restante do corpo. Ou pela divisão em partes do corpo na altura do quadril (na linha dos ilíacos) (EVANS et al., 2005). Pode-se ainda proceder a duas varreduras da cabeça e tronco e depois dos membros inferiores (SANTOS et al., 2012), uma vez que é possível análises isoladas dos membros. Outra possibilidade envolve varredura do sujeito com flexão dos joelhos e aplicação de um fator de correção da sobreposição dos tecidos da coxa (SILVA et al., 2004). Outra limitação, é a diminuição da precisão da DXA em estimativas corporais de indivíduos muito magros ou muito obesos, com tendência de a MG ser subestimada ou superestimada, respectivamente. A precisão das estimativas tende a diminuir com o aumento da espessura dos tecidos e eixos (coronal ou sagital) corporais (ESTON; REILLY, 2009; FOSBØL; ZERAHN, 2014). Apesar das limitações, a precisão da DXA na determinação da MG é bastante aceitável (FORMICA, 2000; GALLAGHER; SHAHEEN; ZAFAR, 2008; SHEPHERD et al., 2017).

3.5.2 Bioimpedância Elétrica (BIA)

A bioimpedância elétrica (BIA) ou impedância bioelétrica é baseada na condutibilidade elétrica do corpo humano. Os aparelhos de BIA, aplicam uma corrente elétrica alternada, que passa com mais facilidade por onde a resistência é mais baixa. A resistência é mais baixa na água rica em eletrólitos e tecidos com alta concentração de água, ou seja, em fluidos intra e extracelulares. Tem sido uma alternativa atraente na avaliação da CC, pela possibilidade de se trabalhar com equipamento não invasivo, portátil, de fácil manuseio, boa reprodutibilidade, como um recurso viável para a prática clínica ou estudos epidemiológicos (EICKEMBERG et al., 2011). A BIA, originalmente proposta com uso de eletrodos superficiais surgiu em 1969 (HOFFER et al., 1969), e tem sido utilizada com bastante frequência em pesquisas nas últimas décadas, principalmente em estudos epidemiológicos.

A BIA mede a impedância (Z) (ohm), uma queda de potencial, resultante da função da resistência (Res) e da reatância (Xc) ($Z = \sqrt{Res^2 + Xc^2}$). A Z é o inverso da condutância. A Res é a oposição pura do condutor à passagem da corrente. A Xc é a oposição promovida pela capacitância (capacidade das membranas celulares de armazenar a corrente por um breve período de tempo). Assim, o valor de Z varia de acordo com o tecido que está sendo medido. Por exemplo, o tecido muscular, sangue e vísceras são bons condutores de energia, devido a sua alta concentração de água e eletrólitos, assim terá um baixo valor de Z . Por outro lado, o TA e o TO são maus condutores de energia, terão um alto valor de Z . Por conseguinte, a Z (e

seus dois componentes R_{es} e X_c), são determinados principalmente pelo volume de fluido por onde passa a corrente elétrica. A Z é diretamente proporcional a Est , e inversamente proporcional à área selecionada ($Z = Est/área$) (ALVES, 2004; ELLIS, 2000; ESTON; REILLY, 2009; FOSBØL; ZERAHN, 2014; HEYMSFIELD et al., 1997; MOUAD, 2013).

É possível estimar o volume (área x comprimento) da ACT presumindo que, o corpo assume o formato de um cilindro condutor com uma área de seção transversa uniforme e uma composição homogênea; que a Est é proporcional ao comprimento do condutor e que a Z é equivalente a R_{es} , considerando que X_c é pequena. Assim a ACT pode ser calculada da seguinte forma: Est^2/R_{es} . Esta relação é conhecida como índice de impedância. Contudo, deve-se lembrar que o corpo humano não é um condutor cilíndrico "perfeito", logo a X_c componente da impedância é diferente de zero. As relações entre Z , R_{es} e X_c são complexas. A corrente elétrica de baixa frequência não atravessa as membranas celulares. Consequentemente, a Z medida é puramente resistente e representa somente o compartimento extracelular. Se por sua vez a frequência for mais pronunciada, a corrente conseguirá finalmente penetrar as membranas celulares, aumentando a X_c . Se as frequências forem muito altas (ou infinitas) a Z será apenas resistente. Isto acontece pelo fato das membranas celulares terem perdido a capacidade de condensar a corrente elétrica. Deste modo, a resistência medida reflete-se na combinação das resistências extra e intracelulares. (ALVES, 2004; ELLIS, 2000; FOSBØL; ZERAHN, 2014; MOUAD, 2013).

É possível estimar a MIG por meio da relação que existe entre esse compartimento e a ACT. Muitas equações de regressão (tipo I) foram publicadas para prever a MIG para diferentes idades, populações e condições. Outras variáveis que foram incluídas nessas equações incluem Est , MC, sexo, idade, circunferências ou diâmetros ósseos (ESTON; REILLY, 2009; FOSBØL; ZERAHN, 2014; MOUAD, 2013). Um estudo de revisão mostrou boas associações entre diversas equações da BIA com diferentes métodos de referência (DXA, densitometria, água duplamente marcada, métodos de análise multicomponente⁵, com valores de R^2 entre 0,71 e 0,97 e baixo erro padrão da estimativa (EPE), entre 2,6 e 1,8 kg para a MIG de adultos) (ESTON; REILLY, 2009).

⁵ É possível validar ou correlacionar um método indireto para a determinação de um compartimento, com mais de uma ferramenta para cada componente, ou seja, um modelo multicomponente, por exemplo, para validar a MG dada por BIA por quatro componentes (diferente de “quatro compartimentos”) pode ser utilizada: a diluição por deutério (ACT); DXA (MO) e pletismografia (VC), com a equação: $MG = 2,747 \times VC - 0,714 \times ACT + 1,146 \times MO - 2,053 \times MC$ (NG et al., 2018). O modelo de 4 componentes atualmente é considerado padrão-ouro para medir a composição corpora no nível II (HEYMSFIELD et al., 2015).

A BIA é um método que possibilita estimar indiretamente outros componentes (ACT, MIG [nível II]; fluido intra e extracelular [nível III]) baseado na quantificação de uma propriedade (Z) a partir de funções matemáticas do tipo I (equações de regressão) (HEYMSFIELD et al., 1996; WANG et al., 1995). A validade e a precisão do método de BIA são influenciadas por vários fatores como o tipo de instrumento, colocação do eletrodo, nível de hidratação, alimentação, prática prévia de exercícios, ciclo menstrual, temperatura ambiente e equação de predição (HEYWARD; STOLARCZYL, 2000). Para que as medidas sejam válidas estes fatores precisam ser controlados. A validade também é dependente se o sujeito corresponde à população de referência da equação escolhida (ESTON; REILLY, 2009; FOSBØL; ZERAHN, 2014; MOUAD, 2013).

Existem diferentes tipos de aparelhos de BIA. O mais convencional é o modelo tetrapolar, onde o indivíduo deve estar em decúbito dorsal, e dois eletrodos (um emissor e outro receptor da corrente) são colocados, um na superfície dorsal da mão, próximos à articulação do terceiro metacarpo ; e o outro no punho, entre as proeminências distais do rádio e da ulna; e outros dois (um emissor e outro receptor) no pé do indivíduo, um no arco transversal da superfície superior, próximo a superfície do terceiro metatarso e outro no tornozelo, na região da articulação tibiotársica, entre os maléolos medial e lateral. Por convenção os eletrodos sempre devem ser colocados do lado direito do corpo (GUEDES; CALABRESE, 2019). Mas também há a BIA bipolar composta por duas placas metálicas que ficam em contato com os pés do indivíduo, (medindo a Z da parte inferior do corpo); e outra BIA bipolar composta por electrodos que fica em contato com as mãos do indivíduo, (medindo a Z da parte superior), fazendo depois uma estimativa da composição de todo o corpo. Os aparelhos variam também de acordo com a frequência da corrente: BIA de frequência única (monofrequência), multifrequência, segmentar e espectral (BIS) (ALVES, 2004; ESTON; REILLY, 2009; MOUAD, 2013).

Uma descrição mais detalhada dos tipos de BIA é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3-Descrição dos principais tipos de Bioimpedância Elétrica

Tipo	Descrição
BIA de frequência única	É a mais frequentemente utilizada. O valor da corrente é de 800 μ A a 50 kHz. Esta técnica não é capaz de estimar a água intracelular, pois a corrente é incapaz de penetrar a membrana, mas pode estimar a ACT devido à elevada correlação entre água intracelular e extracelular. Consequentemente também é capaz de estimar a MIG (ESTON; REILLY, 2009; FOSBØL; ZERAHN, 2014; MOUAD, 2013).
BIA de Multifrequência	Tem valores diferentes de corrente (0, 1, 5, 50, 100, 200 a 500 kHz) é capaz de diferenciar água intra e extracelular, estimar a ACT e a MIG (ALVES, 2004; ESTON; REILLY, 2009; MOUAD, 2013).

(continua)

(continuação)

Tipo	Descrição
BIA segmentar	Apresenta vários posicionamentos de eletrodos, tem como o princípio que o corpo é composto por cinco condutores cilíndricos, de composição homogênea: dois das pernas, dois dos braços e um do tronco. A Z total é dada pela soma da Z dos segmentos. Este tipo é capaz de determinar mudanças de fluido e distribuição de fluido, de grande utilidade na avaliação de doenças, contudo o protocolo ainda não é padronizado (ALVES, 2004; ESTON; REILLY, 2009).
Espectroscopia de bioimpedância (BIS)	É uma evolução mais complexa da BIA, assumindo-se que o corpo é composto por uma série de cilindros, e é utilizada ampla faixa de frequências (entre os 5 kHz e os 10000 kHz). A BIS é capaz de determinar a Res a uma frequência 0 e a frequências infinitas através de modelos matemáticos produzindo melhores resultados de água intra e extracelular, e consequentemente de ACT, que os outros tipos de BIA (ALVES, 2004; ELLIS, 2000; FOSBØL; ZERAHN, 2014; MOUAD, 2013).

Legenda: ACT: água corporal total; BIA: Bioimpedância Elétrica; MIG: massa isenta de gordura; Res: resistência; μ A: microampère; kHz: Kilo Hertz.

Fonte: Próprio autor.

Outra variável interessante que a BIA determina é o ângulo de fase (AF), representada pelo atraso da corrente aplicada dada à resistência da membrana celular, com valores que podem variar entre 0 e 90°. Portanto, o AF é um indicador da integridade das membranas celulares (ALVES, 2004; ELLIS, 2000). Assim, o AF tem sido sugerido como um indicador de saúde celular. Valores mais altos refletem melhor função celular e está positivamente associado a indicadores de EN, de capacidade funcional e mobilidade. O AF está relacionado à qualidade estrutural e força muscular. Por isso, o AF tem implicações na saúde e no esporte. Para atletas é um indicador capaz de detectar e monitorar lesões musculares (DIVINCENZO; MARRA; SCALFI, 2019; MARINI et al., 2020; NORMAN et al., 2012). É possível também realizar uma Análise Vetorial da Impedância Bioelétrica (BIVA) método gráfico de resistência e reactância corrigidos pelo comprimento corporal é baseado na análise da distribuição bivariável da impedância vetorial (MARGUTTI et al., 2012). Esta abordagem permite interpretar graficamente vetores bivariados da Res e a Xc por meio de elipses de tolerância, com probabilidades de 95%, 75% e 50%. O vetor é padronizado pela Est do indivíduo. A análise é capaz de avaliar qualitativamente a hidratação dos tecidos (a desidratação é proporcional ao aumento do vetor). Não há a necessidade de equações preditivas e não depende da assunção que o corpo humano, como condutor cilíndrico com resistência e área constantes (ALVES, 2004). A BIVA é bastante útil para a avaliação e monitorização da hidratação e do EN em diferentes condições clínicas, como doentes críticos, feridos, com doença renal, doença pulmonar, doença gastrointestinal; insuficiência cardíaca; diabetes obesidade; anorexia nervosa, caquexia e sarcopenia. A BIVA tem sido utilizada também para caracterizar a CC de atletas e indivíduos ativos. Útil para monitorar as mudanças induzidas pelo exercício ou prática

de esporte, além de ser aplicada para identificação e acompanhamento de lesão muscular e risco de desidratação (CASTIZO-OLIER et al., 2018).

No artigo que foi estabelecido o modelo de cinco níveis da CC (WANG et al., 1992), os autores não mencionam o método da BIA. Na literatura há certa divergência na classificação do método segundo o nível da CC. Qiao et al. (2012), classificam no nível III (celular); provavelmente por considerar que a BIA mede a propriedade de X_c das membranas celulares. Mattsson e Thomas (2006) e Silva (2019) classificam o método no nível V (corpo inteiro), visto que a BIA mede a Res do corpo como um todo. Contudo, os autores que definiram o modelo de cinco níveis, classificam a BIA em trabalhos posteriores como um método do nível II (molecular), baseado na constatação que a Z depende do volume de fluido por onde passa a corrente elétrica (ACT) (HEYMSFIELD et al., 1997; PIETROBELLI, HEYMSFIELD, 2002). Contudo esta explicação não parece muito convincente. Uma forma conclusiva de não transgredir o modelo de cinco níveis, seria considerar a cada caso, a classificação do componente que está sendo medido (níveis I a V), independentemente do tipo de BIA utilizado.

3.5.3 Dobras Cutâneas (DOC)

O método de DOC tem sido utilizado por muitos anos e continua sendo o mais amplamente empregado (FOSBØL; ZERAHN, 2014), por ser simples, prático, rápido, não invasivo, não exigir locais especiais, fazer uso de equipamentos portáteis, ser de baixo custo operacional, e ter boa correlação com métodos de referência (ALVES, 2004). Contudo, sofre forte influência da compressibilidade, hidratação e elasticidade da pele, que varia com o sexo e a idade (GUEDES, SAMPEDRO, 1985).

O método de DOC é classificado no nível V do modelo de cinco níveis (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992) e consiste na aplicação de um adipômetro (também conhecido como plicômetro, ou ainda compasso de dobras) em localizações anatômicas específicas sobre a superfície cutânea, exercendo uma pressão constante em todos os ângulos de abertura das hastes. A DOC destacada representa uma camada dupla de tecido adiposo subcutâneo e pele (ESTON; REILLY, 2009; COUTINHO; POMPEU, 2015). Existem diversos locais anatômicos para aplicação da medida, dentre as mais utilizadas estão as dobras tricipital, subescapular, supra ilíaca, abdominal e coxa (GUEDES; SAMPEDRO, 1985). É possível estimar a %MG por meio da somatória das DOC e a utilização de equações de regressão para o cálculo da DC, baseado na relação entre a gordura subcutânea com a gordura visceral e com a MG total (ALVES, 2004; MACHADO, 2008).

As equações para estimativa de DC podem ser classificadas como específicas, a partir de amostras homogêneas, ou generalizadas, a partir de amostras heterogêneas. Independentemente da classificação, as equações são indicadas somente para populações das amostras de origem, ou populações com características similares em que estudos foram realizados e, portanto, as equações foram devidamente validadas (COUTINHO, POMPEU, 2015). Normalmente, as equações são validadas tendo como referência na PH, mas ultimamente outros métodos referenciados na DXA e no modelo 4C têm sido propostos (REZENDE et al., 2007). São aceitáveis erros de predição de até 3,5% (0,0080 g/cm³) para equações antropométricas (MACHADO, 2008). É importante também observar em que tipo de adipômetro a equação foi validada (OKANO et al., 2008).

Entre as desvantagens do método, destaca-se o erro avaliador-dependente. O avaliador deve ser treinado no protocolo escolhido, ser capaz de distinguir os pontos de referências anatômicos e dominar adequadamente a técnica de medição. Para isso, é desejável que o erro de medição intra avaliador seja conhecido. Quando houver mais de um avaliador, é indicado comparar seus resultados pelo coeficiente de concordância de medida interavaliadores. O coeficiente de correlação entre eles deve ser de 0,62 a 0,85 para as medidas das DOC, e de 0,79 a 0,91 para a estimativa da MG (KISPERT; MERRIFIELD, 1987).

Uma das fontes de erro que não pode ser controlada pelo avaliador além do erro inerente às equações, é o erro dado pelo adipômetro. Existem variações de instrumentos de diferentes fabricantes, e de diferentes modelos que podem alterar também a estimativa da MG corporal (COUTINHO, POMPEU, 2015). Além disso, o método não é indicado para indivíduos que apresentam edema, ou que sejam muito obesos, pois a abertura das hastes dos instrumentos limita a medição de DOC muito espessas (FOSBØL; ZERAHN, 2014). Portanto, geralmente não é aconselhado seu uso em sujeitos com grandes espessuras de DOC, uma vez que tendem a aumentar os erros de medição.

4. MÉTODOS

4.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo descritivo de desenho transversal, com análise quanti-qualitativa dos dados (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). Este estudo derivou de um projeto maior intitulado: "Metabolismo energético multicompartimental: modelos preditivos derivados da DXA", que tinha por objetivo principal determinar o gasto energético de repouso em jovens universitários, referenciado por calorimetria indireta de forma multicompartimentada. Nessa investigação, de 285 sujeitos interessados em participar, 52 não atendiam aos critérios de inclusão, 78 não cumpriram uma das etapas, restando 155 indivíduos (VENTURINI, 2017). Para este estudo, os critérios adicionais exigiam que fossem excluídos os indivíduos que não tinham dados de BIA ou DOC, detalhados adiante.

A pesquisa foi autorizada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EEFERP- USP), respeitando as diretrizes presentes na Resolução CNS 466/12 (SAÚDE, 2012) com aprovação no CEP-EEFERP (CAAE 57511516.5.0000.5659). Houve dispensa de TCLE por se tratar de aproveitamento de banco de dados (ANEXO A).

4.2 COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA

A amostra foi constituída de forma não probabilística, por conveniência (MAROTTI et al., 2008), composta de 135 indivíduos, universitários de 18 a 30 anos de ambos os sexos do campus de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP), convidados a participar voluntariamente da pesquisa. O contato ocorreu de forma direta em salas de aulas nos períodos autorizados pela instituição do campus e indiretamente, por meio de anúncios nas páginas dos cursos de graduação e redes sociais.

4.3 PROCEDIMENTOS DO ESTUDO ORIGINAL

Os indivíduos deveriam a) não declarar uso de medicamentos e suplementos com ação direta ou indireta sobre o sistema nervoso simpático que possam alterar a CC ou gasto

energético de repouso como medicamentos antidepressivos tricíclicos (ex: fluoxetina, certralina, paroxetina), medicamentos estimulantes do sistema nervoso central ou que possam alterar o metabolismo; b) ser aparentemente saudáveis e indicar a condição de saudáveis através de uma anamnese do estado geral de saúde; c) não ter partes do corpo amputadas; d) não ser atletas; e) não apresentar Hipotireoidismo e Hipertireoidismo; e f) concordar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que atesta o caráter de participação voluntária na pesquisa.

Foram excluídos das análises dados dos participantes que: a) não completaram todas as etapas do estudo; b) a qualquer momento retiraram o TCLE; e d) apresentaram algum impedimento (dos critérios de inclusão) que os desqualificaram para o estudo.

As coletas dos dados foram realizadas originalmente entre outubro de 2016 a junho de 2017 no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), em dias previamente agendados, sempre no período da manhã, a fim de evitar variações circadianas. Os indivíduos eram orientados quanto às recomendações que deveriam ser observadas para os exames. Foram orientados quanto ao uso de vestimentas adequadas (shorts, camiseta, top) e a não utilizarem adornos ou deixar os cabelos soltos para a avaliação física.

Ao chegar ao local, os indivíduos preencheram um questionário de estado geral de saúde, contendo informações sobre seu estilo de vida (hábitos de atividade física; consumo de suplementos, bebidas alcóolicas e ricas em cafeína, fumo), etnia (segundo a Classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2010), doenças diagnosticadas, sintomas, alergias, uso de medicamentos e percepção de saúde. As medidas antropométricas e demais exames eram realizados a seguir, segundo as recomendações e procedimentos estabelecidos, detalhados as seguir.

4.3.1 Medidas antropométricas

A MC e a Est foram medidas conforme as recomendações de Lohman; Roche e Martorell (1988). A MC em quilogramas (kg) foi determinada com uma balança digital (Modelo ID 1500), da marca Filizola®. O indivíduo era orientado a subir no centro da plataforma da balança, distribuindo o peso corporal sobre os dois pés. O registro era feito conforme mostrado no monitor. A Est em metros (m) foi definida utilizando um estadiômetro fixo de parede.

O indivíduo subia na plataforma do estadiômetro de costas para a parede, juntava os pés, com a cabeça na posição do plano de Frankfurt, costas e os calcanhares encostados no

estadiômetro. O cursor do estadiômetro era posicionado sobre o vértice da cabeça e efetuado o registro estando o avaliado em apneia inspiratória. O valor em metros (m) correspondente na escala em centímetros.

O IMC era então determinado pela razão entre Est e MC: MC/Est^2 .

4.5.2 Absorciometria de Raios-X por Dupla Energia (DXA): instrumento de referência

A estimativa da CC foi realizada por varredura de corpo total e regional em equipamento DXA com scanner GE Medical Systems Lunar - Prodigy Advance (software encore versão 13.60) em scanner *fan-beam* linear, de imagens de alta qualidade. A estimativa dos componentes corporais foi realizada por varredura de corpo total e regional de: MC total (g); MG (g); tecido mole magro (g); conteúdo mineral ósseo (g) e área de varredura (cm²)

Todos os dias antes de iniciar as medidas, era realizada a calibração do equipamento conforme recomendação do fabricante, sempre pelo mesmo técnico. Foi realizado o teste-reteste de 11 indivíduos para verificar a confiabilidade das medidas. O coeficiente de variação para tecido mole magro, MG e conteúdo mineral ósseo foi de 0,8%, 1,6% e 1,6%, respectivamente.

Para o exame, foi solicitado ao indivíduo que retirasse artefatos metálicos, brincos e anel e, quando necessário, usava avental hospitalar. O indivíduo era posicionado pela técnica em decúbito dorsal, centralizado sobre a mesa do scanner, com os membros inferiores presos com fitas de velcro

Os componentes em kg obtidos foram: MG_{DXA} ; MIG_{DXA}

4.5.3 Medidas por Bioimpedância Elétrica (BIA)

O equipamento de BIA utilizado foi do tipo tetrapolar, da marca Biodynamics®, modelo BIA 450. Apesar do equipamento fornecer dados de MG (% , kg) e MIG (% , Kg), esses valores não foram utilizados, pois são dados calculados indiretamente pelo software (com biorritmo desconhecido) (GUEDES; CALABRESE, 2019). Assim a MIG_{BIA} (kg) foi calculada com o resultado de Res (ohms) fornecidos pela BIA conforme as equações de Sun et al. (2003) para homens e mulheres (equação 4 e 5 respectivamente). Essas equações foram escolhidas, pois derivam de grande amostra, referenciada em modelo 4C, com alta validade (mulheres $r^2 = 0,84$;

homens $r^2 = 0,79$) e baixo erro padrão da estimativa (mulheres EPE = 3,8; homens EPE = 2,6), dentro dos limites aceitáveis (GUEDES, 2013; KYLE et al., 2004a).

$$MIG_{BIA} \text{ (kg)} = -10,68 + 0,65 \times (Est^2 / Res) + 0,26 \times (MC) + 0,02 \times Res \quad (4)$$

$$MIG_{BIA} \text{ (kg)} = -9,53 + 0,69 \times (Est^2 / Res) + 0,17 \times (MC) + 0,02 \times Res \quad (5)$$

Previamente ao exame, os indivíduos foram orientados, quanto aos cuidados necessários: não fazer uso de medicamentos diuréticos nos últimos sete dias; não consumir bebidas alcoólicas nas 48 horas anteriores; e nas últimas 24 horas antes do exame, evitar substâncias diuréticas como: café, chás, mate; não praticar atividade física extenuante. Nas 12 horas anteriores não realizar banho ou sauna; não deveriam se alimentar por pelo menos quatro horas antes do teste; não realizar o exame no período pré-menstrual até o término do fluxo menstrual; urinar pelo menos 30 min. antes da medida e no momento do exame não utilizar adornos de metais (GUEDES, 2013).

Para a realização do exame BIA, o indivíduo deveria permanecer em decúbito dorsal sobre uma maca em posição confortável e relaxada por um tempo igual a 10 minutos. O indivíduo era posicionado com afastamento dos membros inferiores e apoio das palmas das mãos abertas na maca. Os eletrodos foram posicionados em pontos anatômicos específicos da mão e do pé direito. Eram inseridos dados do indivíduo no aparelho (idade, sexo, Est e MC), realizado o teste e registrados os parâmetros (Res, Xc, Capacitância, Ângulo de Fase, ACT). A duração da medida do aparelho era de aproximadamente 10 segundos.

Os componentes em kg obtidos foram: MG_{BIA} ; MIG_{BIA}

4.5.4 Medidas por Dobras Cutâneas (DOC)

O equipamento de DOC utilizado foi um adipômetro científico digital da marca PrimeMed®, modelo Prime Vision DGi.

Para determinação da DC foram empregados os protocolos de Jackson e Pollock (1978) e Jackson; Pollock e Ward (1980) para homens (equação 6) e mulheres (equação 7), respectivamente. Essas equações utilizam a somatória de três DOC: peitoral, abdômen e coxa para homens; tríceps, supra ilíaca e coxa para mulheres. Foram escolhidas por serem internacionalmente reconhecidas com boa validade (homens $r^2 = 0,91$; mulheres $r^2 = 0,84$) e baixo erro de estimativa (homens EPE = 3,4; mulheres EPE = 3,5), assim expressas:

$$DC \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1,109380 - 0,0002867 (\Sigma 3 \text{ DOC}) + 0,0000016 (\Sigma 3 \text{ DOC})^2 - 0,0002574 \times (\text{Idade}) \quad (6)$$

$$DC \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1,0994921 - 0,0009929 \times (\Sigma 3 \text{ DOC}) + 0,0000023 \times (\Sigma 3 \text{ DOC})^2 - 0,0001392 \times (\text{Idade}) \quad (7)$$

A seguir, a %MG_{DOC} foi determinada por meio da equação de Siri (1961) (equação 8):

$$\%MG_{DOC} = [(4,95/DC) - 4,50] \times 100 \quad (8)$$

O erro técnico de medidas das DOC foi observado conforme recomendados por Pedersen e Gore (2005), com valores de tolerância dentro dos limites aceitáveis para antropometristas experientes (<5%) (PEDERSEN e GORE, 2005) disponíveis em trabalho anterior do grupo de pesquisa (MACHADO, 2015).

Para iniciar as médias foram seguidos os procedimentos de Lohman; Roche e Martorell (1988). Os pontos anatômicos os pontos anatômicos dos indivíduos foram marcados com um lápis dermatográfico, sempre no hemicorpo direito do indivíduo. Um mesmo avaliador treinado realizou todas as medidas de dobras cutâneas em triplicata, quando a mediana das medidas em milímetros (mm) foi registrada.

Os componentes em kg obtidos MG_{DOC} e MIG_{DOC}

4.5.5 Determinação dos índices corporais

O IMG e o IMIG foram obtidos a partir das equações 9 e 10 respectivamente, propostas por Vanitallie et al. (1990):

$$IMG \text{ (kg/m}^2\text{)} = MG / Est^2 \quad (9)$$

$$IMIG \text{ (kg/m}^2\text{)} = MIG / Est^2 \quad (10)$$

Os índices foram determinados a partir dos valores de MIG e MG derivados de cada instrumento de medida, da DXA (IMIG_{DXA} e IMG_{DXA}), BIA (IMIG_{BIA} e IMG_{BIA}), e DOC (IMIG_{DOC} e IMG_{DOC}).

4.5.6 Classificação do Estado Nutricional

O EN segundo o IMC dos voluntários foi determinado conforme os valores de referência da OMS (WHO, 1995), nas categorias mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Pontos de corte do índice de massa corporal (IMC) para a classificação do estado nutricional estabelecidos para adultos (20 a 60 anos) não asiáticos

Classificação do Estado Nutricional	IMC (kg/m ²)
Baixo Peso	≤18,50
Magreza Severa	<16,00
Magreza Moderada	16,00 - 16,99
Magreza leve	18,00 - 18,49
Normal ou Eutrófico	18,50 - 25,99
Sobrepeso	25,00 - 29,99
Obesidade	≥30,00
Obesidade Classe I	30,00 - 34,99
Obesidade Classe II	35,00 - 35,99
Obesidade Classe III	≥40,00

Fonte: Adaptado de WHO (1995).

Os indivíduos foram também classificados segundo o EN, a partir dos valores de %MG_{DXA}, desenvolvido em modelo 4C (HEO et. al. 2012), como mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Pontos de corte da porcentagem de massa gorda (%MG) para a classificação do estado nutricional estabelecidos para adultos jovens brancos (18 a 29,9 anos)

Classificação do Estado Nutricional	%MG	
	Feminino	Masculino
Baixo Peso	<26,90	<14,5
Normal ou Eutrófico	26,90 - 36,99	14,5 - 24,89
Sobrepeso	37,00 - 41,79	24,90 - 29,79
Obesidade Classe I	41,80 - 45,19	29,80 - 33,29
Obesidade Classe II	45,20 - 47,69	33,30 - 35,89
Obesidade Classe III	>47,70	35,90

Nota: Intervalos de classificação para %MG que correspondem a classificação para IMC segundo a Organização Mundial da Saúde. Ao contrário do IMC, %MG é gênero específico

Fonte: Adaptado de Heo et. al. (2012).

O EN dos sujeitos também foi classificado segundo pontos de corte do IMG (Tabela 3), conforme os valores de referência do NHANES (KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009). Essa referência foi escolhida pois foi determinada a partir do NHANES (1994 a 2004) com um grande n amostral (20553), envolvendo indivíduos de ambos os sexos, e ampla faixa etária (8 a >85 anos) e de diferentes etnias (brancos, negros e hispânicos).

Tabela 3 - Pontos de corte do índice de massa gorda (IMG) para a classificação do Estado Nutricional estabelecidos para adultos e idosos

Classificação do Estado Nutricional	IMG (kg/m ²)	
	Feminino	Masculino
Déficit Severo de Gordura	<3,50	<2,00
Déficit Moderado de Gordura	3,50 - 3,99	2,00 - 2,29
Déficit Suave de Gordura	4,00 - 4,99	2,30 - 2,99
Normal ou Eutrófico	5,00 - 9,00	3,0 - 6,00
Excesso de Gordura	9,01 - 13,00	6,01 - 9,00
Obesidade Classe I	13,01 - 17,00	9,01 - 12,0
Obesidade Classe II	17,01 - 21,00	12,01 - 15,00
Obesidade Classe III	>21,0	>15,0

Nota: Intervalos de classificação para IMG que correspondem a classificação para IMC segundo a Organização Mundial da Saúde. Ao contrário do IMC, IMG é gênero específico.

Fonte: Adaptado de Kelly, Wilson e Heymsfield (2009).

4.5.7 Comparação entre indicadores da classificação do estado nutricional

Os valores descritivos do EN segundo as diferentes formas de classificação (IMC, %MG_{DXA} e IMG_{DXA}) foram plotados em um gráfico adaptado de CC (*Hattori Chart*) (HATTORI et al., 1997), como demonstrado anteriormente na Figura 2. Este gráfico mostra simultaneamente as relações entre o IMG, o IMIG, o IMC, e a %MG. A adaptação basicamente foi em relação ao acréscimo das categorias de classificação de cada indicador (IMC, %MG e IMG) ao gráfico. Nas propostas anteriores, embora os autores apresentassem linhas transversais no gráfico, a classificação do EN de cada índice não era feita, conforme está detalhado nos procedimentos estatísticos.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram registrados e transferidos para um banco de dados em planilha *Excel* por dupla digitação. Inicialmente o banco de dados foi submetido à análise exploratória, para detecção de erros. A seguir, foi realizada uma revisão nas fichas originais de registros para confirmação da correção dos dados. Foi realizada uma análise descritiva para caracterização da amostra, com medidas de tendência central das variáveis (média, desvio padrão, intervalo de confiança) e frequências. Considerando o tamanho amostral, foi adotado o teorema do limite central (KWAK; KIM, 2017; MORETTIN; BUSSAB, 2010), optando-se por estatísticas paramétricas nas comparações de variáveis contínuas. Assim, para checar eventuais diferenças entre os sexos, foi empregado o teste t para amostras independentes. Confirmadas as diferenças, as comparações seguintes sempre consideravam a distinção entre sexos.

A descrição da classificação dos indicadores corporais do EN (DXA) foi explanada em gráfico multidimensional, a partir de modelo desenvolvido no NCSS (versão 2020), permitindo

comparação visual entre os indicadores. Para construí-lo foi necessário criar grupos de classificação para IMC e para %MG conforme as referências escolhidas (Tabelas 2 e 3). No programa NCSS, foi criado um gráfico de dispersão do tipo *scatter plot* com dados da amostra total, plotados separadamente para cada sexo. O eixo X representou o IMIG e o eixo Y, o IMG. Foi dado destaque as linhas de grade horizontais, de acordo com os pontos de corte de classificação do EN segundo o IMG (NHANES). Na barra de ferramentas, opção extras (NCSS) foram adicionadas linhas de grade diagonais descendentes, de acordo com os pontos de corte de classificação do IMC (WHO, 1995), determinadas por coordenadas, a partir da relação pitagórica⁶ que há entre as variáveis (equação 11). O mesmo procedimento foi seguido para adicionar linhas de grade diagonais ascendentes (no sentido inverso), de acordo com os pontos de corte para classificação da %MG (HEO et al., 2012), cujas coordenadas foram determinadas conforme mostra a equação 12 (APÊNDICE A).

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \text{IMG (kg/m}^2\text{)} + \text{IMIG (kg/m}^2\text{)} \quad (11)$$

$$\%MG = (\text{IMG} / \text{IMG} + \text{IMIG}) * 100 \quad (12)$$

A concordância entre os instrumentos (DOC e BIA) e a referência (DXA) na medida dos valores absolutos do IMG foi verificada mediante plotes de Bland Altman. A relação entre a classificação do EN a partir do IMG_{DXA}, IMG_{BIA} e IMG_{DOC} foi comparada por teste Qui quadrado de comparação de proporções (tabulação cruzada) e pelo índice de concordância Kappa, segundo a classificação de Landis e Koch (1977) que considera valores <0,00 pobre; 0,00 a 0,20 leve; 0,21 a 0,40 razoável; 0,41 a 0,60 moderada; 0,61 a 0,80 substancial; 0,81 a 1,00 quase perfeita. As análises estatísticas foram realizadas com o pacote estatístico SPSS 20.0, NCSS 2020 e MedCalc 15.2, com nível de significância previamente estabelecido ($\alpha = 5\%$).

⁶ O teorema de Pitágoras é uma relação matemática existente entre os comprimentos dos lados de um triângulo retângulo, que possuem um ângulo de 90° entre seus catetos. O teorema determina que em qualquer triângulo retângulo, o quadrado do comprimento da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos comprimentos dos catetos. Este teorema foi utilizado pois, as linhas diagonais descendentes do IMC no gráfico formam um triângulo retângulo com as linhas de grade horizontais (valores de IMG) e verticais (valores de IMIG). Esta relação pode ser observada também na equação 11. Assim conhecidos os valores de IMG (eixo Y) e do IMIG (eixo X) é possível definir precisamente valores de IMC.

5. RESULTADOS

A tabela 4 apresenta a frequência de distribuição étnica e do estilo de vida dos indivíduos.

Tabela 4 - Descrição étnica e estilo de vida de adultos jovens de ambos os sexos

	Feminino (n=69) n (%)	Masculino (n=66) n (%)	Total n (%)
Etnia*			
Pardo	5 (7,2)	9 (13,6)	14 (10,4)
Preto	2 (2,9)	1 (1,5)	3 (2,2)
Amarelo	2 (2,9)	2 (3,0)	4 (3,0)
Branco	54 (78,3)	52 (78,8)	106 (78,5)
Não declarou	6 (8,7)	2 (3,0)	8 (5,9)
Estilo de vida			
Sedentários	17 (24,6)	11 (16,7)	28 (20,7)
Fumantes	4 (5,8)	5 (7,6)	9 (6,7)

Legenda: n: Frequência absoluta; %: Frequência relativa; *Classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010). Nota: não houve indivíduos que se autodeclararam indígenas.

Fonte: Próprio autor.

Participaram do estudo 69 pessoas do sexo feminino (51,1%) e 66 do sexo masculino (49,9%), a maioria (78,5%) era de etnia branca, seguidos de pardos (10,4%), amarelos (3%) e pretos (2,2%), nenhum dos indivíduos se declarou indígena e 5,9% da amostra não declarou etnia (IBGE, 2010). Em relação ao estilo de vida, apenas 20,7% do total declarou ser sedentário (17 mulheres e 11 homens) e 6,7% do total declarou ser fumante (quatro mulheres e cinco homens).

A Tabela 5 apresenta variáveis antropométricas da amostra e os índices corporais de cada instrumento, com valores de média, desvio padrão, intervalo de confiança (IC 95%) e teste de diferença por sexo.

Tabela 5-Comparação das variáveis antropométricas e indicadores da composição corporal entre os sexos

	Unidade	Feminino (n=69)			Masculino (n=66)			Teste de diferenças	
		Média	DP	IC 95% Inf. a Sup.	Média	DP	IC 95% Inf. a Sup.	t	p
Idade	Anos	23,9	3,4	23,1 a 24,8	24,5	3,6	23,6 a 25,4	-0,947	0,346
Estatura	m	1,7	0,1	1,7 a 1,7	1,8	0,1	1,8 a 1,8	-10,169	<0,001
MC	Kg	59,7	8,6	57,6 a 61,7	75,4	12,1	72,4 a 78,4	-8,671	<0,001
IMC	kg/m ²	21,7	2,8	21,0 a 22,3	23,8	3,2	23,0 a 24,6	-4,173	<0,001
<i>DXA</i>									
MG_{DXA}	Kg	20,2	6,8	18,6 a 21,9	15,3	8,5	13,2 a 17,4	3,725	<0,001
MIG_{DXA}	Kg	39,4	4,0	38,5 a 40,4	60,1	6,9	58,4 a 61,8	-21,292	<0,001
%MG_{DXA}	%	33,2	7,1	31,5 a 34,9	19,4	8,1	17,4 a 21,4	10,561	<0,001

(continua)

(continuação)

	Unidade	Feminino (n=69)			Masculino (n=66)			Teste de diferenças	
		Média	DP	IC 95% Inf. a Sup.	Média	DP	IC 95% Inf. a Sup.	t	p
IMG_{DXA}	kg/m ²	7,3	2,3	6,8 a 7,9	4,8	2,6	4,2 a 5,4	5,945	<0,001
IMIG_{DXA}	kg/m ²	14,3	1,3	14,0 a 14,6	19,0	1,7	18,6 a 19,4	-18,046	<0,001
<i>BIA</i>									
MG_{BIA}	Kg	14,6	1,5	14,3 a 15,0	19,6	2,9	18,9 a 20,4	-12,557	<0,001
MIG_{BIA}	Kg	45,0	8,0	43,1 a 47,0	55,8	9,6	53,4 a 58,1	-7,029	<0,001
%MG_{BIA}	%	24,9	3,4	24,1 a 25,7	26,2	2,0	25,7 a 26,6	-2,766	0,007
IMG_{BIA}	kg/m ²	5,3	0,5	5,2 a 5,4	6,2	0,7	6,0 a 6,4	-8,374	<0,001
IMIG_{BIA}	kg/m ²	16,3	2,7	15,7 a 17,0	17,6	2,6	17,0 a 18,3	-2,799	0,006
<i>DOC</i>									
MG_{DOC}	Kg	15,0	5,1	13,8 a 16,20	9,4	6,0	7,9 a 10,9	5,799	<0,001
MIG_{DOC}	Kg	44,7	4,9	43,5 a 45,9	66,0	8,0	64,1 a 68,0	-18,662	<0,001
%MG_{DOC}	%	24,6	5,6	23,3 a 26,0	11,8	5,8	10,4 a 13,2	13,061	<0,001
IMG_{DOC}	kg/m ²	5,4	1,8	5,0 a 5,9	3,0	1,8	2,5 a 3,4	7,967	<0,001
IMIG_{DOC}	kg/m ²	16,2	1,5	15,9 a 16,6	20,9	2,0	20,4 a 21,4	-15,746	<0,001

Legenda: BIA: bioimpedância elétrica; DOC: dobras cutâneas; DP: desvio padrão; DXA: absorciometria de raios-X de dupla energia; IMC: índice de massa corporal; IMG: índice de massa gorda; IMIG: índice de massa isenta de gordura Kg: quilogramas; kg/m²: quilograma por metro quadrado; m: metros; MC: massa corporal; MG: massa gorda; MIG: massa isenta de gordura; %MG: porcentagem de massa gorda.

Fonte: Próprio autor.

Respondendo ao primeiro objetivo específico de identificar os índices corporais derivados dos instrumentos e nas comparações entre os sexos, todas as variáveis apresentaram diferenças significativas entre os sexos, exceto para idade. Os homens apresentaram maiores valores de MIG e IMIG para os três métodos, maiores valores de IMC, MG_{BIA}; IMG_{BIA} e %MG_{BIA} do que as mulheres. Por outro lado, as mulheres apresentaram maiores valores de %MG_{DXA}; %MG_{DOC}; MG_{DXA}; MG_{DOC} e IMG_{DXA}; IMG_{DOC} do que os homens.

Respondendo ao segundo objetivo específico de comparar os indicadores nutricionais derivados da DXA, a Figura 5, mostra a comparação entre diferentes formas de classificação do EN dos indivíduos, agrupados por sexo, segundo o IMC (WHO, 1995), %MG_{DXA} (HEO et al., 2012), e o IMG_{DXA} (KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009). É possível observar que os índices corporais classificam o EN de forma distinta.

Figura 5 - Descrição da classificação do estado nutricional de adultos jovens segundo o IMC, %MG_{DXA} e IMG_{DXA} para os sexos feminino (a) e masculino (b).

a) Feminino

b) Masculino

Legenda: IMC: índice de massa corporal segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1995). IMG_{DXA}: índice de massa gorda por DXA (KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009); %MG_{DXA}: porcentagem de massa gorda por DXA (HEO et al., 2012)

Fonte: Próprio autor.

Segundo a classificação do IMC, a maioria das mulheres ($n = 53$; 76,8%) apresentou EN Normal. Oito (11,6%) mulheres estavam abaixo do peso (sete, magreza suave; uma, magreza moderada). Oito (11,6%) mulheres apresentaram sobrepeso. A maioria dos homens ($n = 44$; 66,7%) apresentou EN normal. Ainda 18 (27,3%) homens estavam com sobrepeso, enquanto três (4,5%) deles foram classificados como obesos (classe I). Apenas um caso (1,5%) apresentou magreza suave.

De acordo com a %MG_{DXA} a maioria das mulheres ($n = 37$; 53,6%) apresentou EN Normal. Houve 13 (18,8%) mulheres que apresentaram sobrepeso, 12 (17,4 %) casos apresentaram magreza e sete (10,2 %) mulheres apresentaram algum grau de obesidade (quatro, classe I; duas, classe II; uma, classe III). A maioria dos homens ($n = 25$; 37,9%) apresentou magreza. Houve 23 (34,8%) homens que apresentaram EN normal e 10 (15,2%) deles apresentaram sobrepeso. Oito (12,1%) homens apresentaram algum grau de obesidade (quatro, classe I, um, classe II, três, classe III).

Conforme o IMG_{DXA} a maioria das mulheres ($n = 44$; 63,8%) apresentou EN normal. 16 (23,2%) tinham excesso de gordura. Cinco (7,4%) apresentaram déficit pequeno de gordura e três (4,4%) déficit severo. Apenas uma (1,4%) mulher tinha obesidade classe I. A maioria dos homens ($n = 23$; 34,8%) apresentou EN normal. 16 (24,2%) apresentaram déficit pequeno de gordura, mas apenas três (4,5%) apresentaram déficit moderado, e apenas quatro (6,1%) déficit severo de gordura. 14 (21,2%) homens tinham excesso de gordura. Seis (9,1%) tinham obesidade classe I.

Respondendo ao terceiro objetivo específico de verificar quanto os instrumentos concordavam na medida do IMG, a Figura 6, mostra plotes de Bland-Altman que verificam a concordância entre os instrumentos de medida (BIA e DOC) e a referência (DXA) para os valores absolutos de IMG, para ambos os sexos.

Figura 6 - Análise de Bland-Altman do nível de concordância entre IMG_{BIA}, e IMG_{DOC} em relação ao IMG_{DXA}

Legenda: BIA: bioimpedância elétrica; DOC: dobras cutâneas; DXA: absorciometria de raios-X de dupla energia; IMG: índice de massa gorda.

Fonte: Próprio autor.

Para o sexo feminino, a IMG_{BIA} não apresentou boa concordância com IMG_{DXA}, com valores médios de viés acima do aceitável (-2 kg/m^2); da mesma forma que para IMG_{DOC}, ainda que a diferença do viés tenha sido ligeiramente menor ($-1,9 \text{ kg/m}^2$). Além disso os limites de concordância ($\pm 1,96 \text{ SD}$) entre IMG_{DXA} e IMG_{BIA} foram maiores (2 e $-6,2 \text{ kg/m}^2$) do que entre IMG_{DXA} e IMG_{DOC} (-0 e $-3,8 \text{ kg/m}^2$), referindo que a dispersão dos valores em relação à diferença média em eixo y é maior para IMG_{BIA} do que para IMG_{DOC}, ou seja, há uma maior concordância IMG_{DXA} e IMG_{DOC} do que IMG_{DXA} e IMG_{BIA}. A correlação foi alta para a IMG_{BIA} e IMG_{DXA} ($r = 0,94$; $p < 0,001$), confirmando uma maior heterocedasticidade e a falta de concordância com a referência. A correlação foi moderada entre IMG_{DXA} e IMG_{DOC} ($r = 0,449$; $p < 0,001$), sugerindo alguma possibilidade de IMG_{DOC} substituir IMG_{DXA} na classificação do EN.

Para o sexo masculino, a IMG_{BIA} superestimou o IMG_{DXA} em $1,4 \text{ kg/m}^2$; enquanto IMG_{DOC} subestimou em $-1,9 \text{ kg/m}^2$. Os limites de concordância ($\pm 1,96 \text{ SD}$) entre IMG_{DXA} e IMG_{BIA} ($5,3$ e $-2,5 \text{ kg/m}^2$) são maiores do que IMG_{DXA} e IMG_{DOC} ($-0,1$ e $-3,8 \text{ kg/m}^2$) referindo

que a dispersão dos valores em relação à diferença média em y é maior para IMG_{BIA} do que para IMG_{DOC} , ou seja, há uma maior concordância IMG_{DXA} e IMG_{DOC} do que IMG_{DXA} e IMG_{BIA} . As correlações entre IMG_{DXA} e IMG_{BIA} ($r = 0,971$ $p < 0,001$) e entre IMG_{DXA} e IMG_{DOC} ($r = 0,739$; $p < 0,001$) são altas com uma maior heterocedasticidade entre IMG_{DXA} e IMG_{BIA} confirmando a falta de concordância de IMG_{BIA} e IMG_{DOC} com a referência

A descrição da frequência absoluta e relativa (%) de classificação do EN dos indivíduos, agrupados por sexo segundo o IMG, determinado pelos diferentes instrumentos (DXA, BIA e DOC), são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6-Descrição da classificação do estado nutricional segundo o IMG agrupados por sexo e pelos instrumentos métodos de medida: DXA, BIA e DOC.

Classificação Estado Nutricional	IMG _{DXA}		IMG _{BIA}		IMG _{DOC}	
	Feminino <i>n</i> (%)	Masculino <i>n</i> (%)	Feminino <i>n</i> (%)	Masculino <i>n</i> (%)	Feminino <i>n</i> (%)	Masculino <i>n</i> (%)
Déficit Severo	3 (4,4)	4 (6,1)	-	-	8 (11,6)	28 (42,4)
Déficit Moderado	-	3 (4,5)	-	-	7 (10,1)	6 (9,1)
Déficit Pequeno	5 (7,4)	16 (24,2)	18 (26,5)	-	17 (24,6)	5 (7,6)
Normal	44 (63,8)	23 (34,8)	51 (73,9)	36 (54,5)	34 (49,3)	22 (33,3)
Excesso de Gordura	16 (23,2)	14 (21,2)	-	30 (45,5)	3 (4,3)	5 (7,6)
Obesidade Classe I	1 (1,4)	6 (9,1)	-	-	-	-
Total	69 (100)	66 (100)	69 (100)	66 (100)	69 (100)	66 (100)

Legenda: BIA: bioimpedância elétrica; DOC: dobras cutâneas; DXA: absorciometria de raios-X de dupla energia; IMG: índice de massa gorda; *n*: frequência absoluta; %: frequência relativa.

Fonte: Próprio autor.

Respondendo ao último e principal objetivo específico de averiguar a combinação da classificação do EN pelos IMG obtidos por diferentes instrumentos, as Tabelas 7 (feminino) e 8 (masculino) mostram a comparação da classificação do EN entre os pontos de corte do IMG_{DXA} (NHANES) e os demais instrumentos (BIA e DOC).

Tabela 7-Tabulação cruzada das classificações do estado nutricional segundo o IMG_{DXA} e o IMG_{BIA} e entre IMG_{DXA} e IMG_{DOC} do sexo feminino.

Classificação do estado nutricional segundo índice de massa gorda						
	Déficit Severo <i>n</i> (%)	Déficit Moderado <i>n</i> (%)	Déficit Pequeno <i>n</i> (%)	Normal <i>n</i> (%)	Excesso de Gordura <i>n</i> (%)	Total <i>n</i> (%)
IMG_{DXA}						
Déficit Severo	-	-	3 (100%)	-	-	3 (100%)
Déficit Pequeno	-	-	3 (60%)	2 (40%)	-	5 (100%)
Normal	-	-	12 (27,3%)	32 (72,7%)	-	44 (100%)
Excesso de Gordura	-	-	-	16 (100%)	-	16 (100%)
Obesidade Classe I	-	-	-	1 (100%)	-	1 (100%)
IMG_{DXA}				IMG_{DOC}		

(continua)

(continuação)

Classificação do estado nutricional segundo índice de massa gorda						
	Déficit Severo n (%)	Déficit Moderado n (%)	Déficit Pequeno n (%)	Normal n (%)	Excesso de Gordura n (%)	Total n (%)
IMG_{DXA}						
Déficit Severo	3 (100%)	-	-	-	-	3 (100%)
Déficit Pequeno	5 (100%)	-	-	-	-	5 (100%)
Normal	-	7 (15,9%)	17 (38,6%)	20 (45,5%)	-	44 (100%)
Excesso de Gordura	-	-	-	14 (87,5%)	2 (12,5%)	16 (100%)
Obesidade Classe I	-	-	-	-	1 (100%)	1 (100%)
IMG_{DOC}						

Legenda: BIA: bioimpedância elétrica; DOC: dobras cutâneas; DXA: absorciometria de raios-X de dupla energia; IMG: índice de massa gorda; n: frequência absoluta; %: frequência relativa.

Nota: Índice Kappa (k)=0,033; p=0,607 para BIA; k=0,023; p=0,696 para DOC.

Fonte: Próprio autor.

Para o sexo feminino, os valores de concordância entre as classificações determinadas por IMG_{BIA} e IMG_{DXA} (LANDIS e KOCH, 1977) foi "leve" (k = 0,033; p = 0,607), coincidindo em 50,7% das classificações (n=35). BIA não classificou casos de "déficit severo de gordura", "déficit moderado de gordura", "excesso de gordura" nem "obesidade". As mulheres classificadas com DXA com "excesso de gordura" (n = 16) e "obesidade" (n = 1), com IMG_{BIA} foram classificadas todas como "normal". 40% daquelas que apresentavam "déficit de gordura pequeno" por IMG_{DXA}, também foram classificadas por IMG_{BIA} como "normais". Nota-se então uma maior tendência de IMG_{BIA} subestimar casos em que há "excesso de gordura" ou "obesidade". A concordância entre as classificações por IMG_{DOC} e IMG_{DXA} foi "leve" (k=0,023; p=0,696), coincidindo em 36,2% (n=25) das classificações. IMG_{DOC} não discriminou casos de "obesidade". A maior parte (87,5%) dos casos que tinham "excesso de gordura" segundo o IMG_{DXA} foram classificadas como "normais" por IMG_{DOC}. Esse método ainda classificou mais da metade (55,5%) das mulheres do EN "normal" (IMG_{DXA}) com "déficit moderado" (n = 7) ou "déficit pequeno" (n = 17) de gordura.

Tabela 8-Tabulação cruzada das classificações do estado nutricional segundo o IMG_{DXA} e IMG_{BIA}; IMG_{DXA} e entre o IMG_{DOC} do sexo masculino.

Classificação do estado nutricional segundo índice de massa gorda						
	Déficit Severo n (%)	Déficit Moderado n (%)	Déficit Pequeno n (%)	Normal n (%)	Excesso de Gordura n (%)	Total n (%)
IMG_{DXA}						
Déficit Severo	-	-	-	4 (100%)	-	4 (100%)
Déficit Moderado	-	-	-	3 (100%)	-	3 (100%)
Déficit Pequeno	-	-	-	14 (87,5%)	2 (12,5%)	16 (100%)
Normal	-	-	-	15 (62,2%)	8 (34,8%)	23 (100%)

(continua)

(continuação)

Classificação do estado nutricional segundo índice de massa gorda						
	Déficit Severo n (%)	Déficit Moderado n (%)	Déficit Pequeno n (%)	Normal n (%)	Excesso de Gordura n (%)	Total n (%)
IMG_{DXA}						
Excesso de Gordura	-	-	-	-	14 (100%)	14 (100%)
Obesidade Classe I	-	-	-	-	6 (100%)	6 (100%)
IMG_{BIA}						
IMG_{DXA}						
Déficit Severo	4 (100%)	-	-	-	-	4 (100%)
Déficit Moderado	3 (100%)	-	-	-	-	3 (100%)
Déficit Pequeno	15 (93,8%)	1 (6,3%)	-	-	-	16 (100%)
Normal	6 (26,1%)	5 (21,7%)	5 (21,7%)	7(30,4%)	-	23 (100%)
Excesso de Gordura	-	-	-	13 (92,9%)	1 (7,1%)	14 (100%)
Obesidade Classe I	-	-	-	2(33,3%)	4 (66,7%)	6 (100%)
IMG_{DOC}						

Legenda: BIA: bioimpedância elétrica; DOC: dobras cutâneas; DXA: absorciometria de raios-X de dupla energia; IMG: índice de massa gorda; n: frequência absoluta; %: frequência relativa.

Nota: Índice Kappa (k) = 0,214; p = 0,001 para BIA; k = 0,002; p = 0,973 para DOC.

Fonte: Próprio autor.

Para o sexo masculino, houve uma concordância "razoável" entre as classificações de IMG_{BIA} e IMG_{DXA} (k = 0,214; p = 0,001) coincidindo em 43,9% das classificações (n=29). IMG_{BIA} classificou os homens em apenas duas categorias do EN, "normal" e "excesso de gordura". Cerca de 91% (n=21) dos casos classificados pela IMG_{DXA} com algum déficit de gordura foram classificados como "normais" pela IMG_{BIA}. Cerca de 12% dos casos com "déficit pequeno de gordura" (IMG_{DXA}), foram classificados com "excesso de gordura" por IMG_{BIA}. Os casos de "obesidade" (n = 6) por IMG_{DXA} foram classificados por IMG_{BIA} como "excesso de gordura". Houve concordância "pobre" entre as classificações de IMG_{DXA} e IMG_{DOC} (k = 0,002; p = 0,973) coincidindo em 18,8% das classificações (n=12). IMG_{DOC} classificou 69,5% dos casos "normais" (IMG_{DXA}) com algum déficit de gordura (severo, moderado ou pequeno). IMG_{DOC} ainda classificou quase 93% dos casos de "excesso de gordura" por IMG_{DXA}, como "normais". E ainda do total de casos de "obesidade" (IMG_{DXA}), classificou 33,3% como normais e 66,7% como excesso de gordura."

6. DISCUSSÃO

Os achados principais deste estudo não confirmaram a hipótese de que seria possível utilizar outros instrumentos da prática clínica como BIA e DOC para determinar os limiares de IMG do referencial de classificação do EN (NHANES) determinado por DXA. Esperava-se que por se tratar de classificação do EN em um dado intervalo, as diferenças dos valores de IMG entre cada instrumento não seriam tão grandes a ponto de extrapolar os limites de cada categoria. Assim, os sujeitos poderiam ser classificados no mesmo EN. Contudo, além de não ter concordância dos valores absolutos de IMG, também não houve concordância entre as classificações em categorias, em virtude das estimativas distintas do EN de cada instrumento.

Para valores absolutos de IMG, BIA concordou menos com a referência (DXA) do que DOC. Para a determinação da classificação do EN em categorias, DOC passou a concordar menos com a referência (DXA) do que BIA. Isto ocorreu por que BIA não classificou casos de extremos de déficit de gordura, enquanto DOC e DXA classificaram. Justamente nas categorias de déficit de gordura a amplitude do intervalo de pontos de corte é menor (Tabela 3), ou seja; muito mais suscetível a exibir divergências de classificação entre os instrumentos (DOC e DXA). Essa falta de concordância entre valores absolutos de IMG_{BIA} e IMG_{DOC} (bem identificada nos plots de Bland Altman), também foi observada em estudos com diferentes populações, faixas etárias, tanto para IMG, quanto para IMIG (complementar ao IMG). Numa avaliação de concordância entre instrumentos BIA subestimou os valores de IMG referenciada na DXA em adolescentes americanas sedentárias (MEYER et al., 2011). Outros estudos de concordância entre instrumentos, BIA também subestimou os valores de IMIG em relação à DXA em atletas universitários americanos de ambos os sexos (LOENNEKE et al., 2012), em jovens universitárias mexicanas (VELAZQUEZ-ALVA et al., 2014), mas superestimou em homens brasileiros maiores de 50 anos (FREITAS- JÚNIOR et al., 2005). DOC subestimou o IMIG em relação à DXA em homens brasileiros (FREITAS- JÚNIOR et al., 2005).

Parte dessa diferença pode ser explicada que para além de utilizar metodologias diferentes os instrumentos estimam indiretamente a MG, apoiados em diferentes pressupostos conceituais e com enquadramento distinto no modelo de cinco níveis da CC (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992; WANG, 1995). A DXA é um método de imagem e corresponde ao Nível II (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992). A DOC é um método densitométrico e corresponde ao Nível V. A BIA é um método de condutibilidade elétrica e a depender da intensidade da frequência e tecnologia pode se enquadrar no Nível II- Molecular (HEYMSFIELD et al., 1997; PIETROBELLI; HEYMSFIELD, 2002), III - Celular (QIAO et

al., 2012), ou V- Corpo Total (MATTSSON; THOMAS, 2006; SILVA, 2019). A DXA estima indiretamente a MG por meio da razão de atenuação (R) dos feixes duplos de raio-X dos elementos atômicos que a compõe. Cada elemento atômico tem um valor de R de massa característico. Os elementos de números atômicos baixos (hidrogênio e carbono) tem menor R, enquanto os elementos de número atômico alto (cálcio e fósforo) tem maior R. A MG, que contém mais carbono, apresenta R menor que a massa isenta de gordura e osso (MIGO) e massa osséa (FOSBØL; ZERAHN, 2014; HEYMSFIELD et al., 1997; WANG et al, 2010). As DOC estimam a MG por meio da DC resultante da razão entre MC e VC ($DC=MC/VC$), considerando-se valores constantes de densidade para MG ($0,900 \text{ g/cm}^3$) e MIG ($1,100 \text{ g/cm}^3$). Por meio de uma abordagem de 2C as equações de regressão consegue calcular a %MG baseado na relação que há entre a gordura subcutânea e a MG total (ESTON; REILLY, 2009; COUTINHO; POMPEU, 2015; GUEDES, SAMPEDRO, 1985). A BIA estima a MG pela relação inversa da Z com o volume da ACT por onde passa a corrente alternada. Considerando a relação estável entre MIG e a ACT, é possível calculá-la, e por uma abordagem 2C é possível estimar a MG ($MG=MC-MIG$). É importante destacar que a BIA entre estes métodos estima primeiro a MIG para depois estimar a MG, ou seja, o erro é maior para este componente. Além disso, a MIG é estimada por meio da ACT, ou seja a hidratação influencia muito mais neste método, do que em DXA ou DOC (HEYMSFIELD et al., 1997; ELLIS, 2000, ALVES, 2004; ESTON; REILLY, 2009; MOUAD, 2013; FOSBØL; ZERAHN, 2014). Mesmo seguindo as recomendações prévias, a taxa de sudorese pode ser difícil controlar. Considerando que homens tem uma taxa maior de sudorese, estão mais sujeitos a desidratação (MOREIRA, 2011), isto pode explicar os vieses positivos em relação ao IMG (e ao negativo do seu complementar, IMIG) (LOENNEKE et al., 2012).

Outro achado do presente estudo mostra que a CC entre sexos difere estatisticamente em todas as comparações (Tabela 1). Os maiores valores de IMG e %MG em mulheres do que em homens da mesma faixa etária, bem como, maiores valores de IMC e IMIG em homens do que em mulheres, são também observados em outras etnias (COIN et al., 2008; KIM et al., 2011; LU et al., 2012), que confirma as diferenças corporais típicas entre sexos. Portanto, parece um erro grosseiro não considerar tais diferenças nas comparações entre adultos jovens. Os índices corporais (IMG, IMC e %MG) classificaram o EN de forma distinta, como observado na Figura 5. Os gráficos mostram que 39 (56,5%) mulheres e apenas 24 (36,4%) homens foram classificadas nas mesmas categorias correspondentes aos três índices (IMC, IMG e %MG), enquanto o restante teve o EN definido em categorias distintas. De igual modo, outras investigações que utilizaram o *Hattori Chart* também mostram divergências entre os

índices (KURIYAN et al., 2018; PRATIHAR; KUITI; BOSE, 2016; WELLS, 2000; WICKRAMASINGHE, 2012). Porém estes estudos não definem categorias de classificação do EN para cada índice nos gráficos, embora seja possível observar que indivíduos que apresentam o mesmo valor de IMC tem valores totalmente diferentes de %MG e IMG. Em seu estudo comparativo entre índices pediátricos Kuriyan et al. (2018) destaca o caso de duas crianças de 8 anos com mesmo IMC ($16 \text{ kg} / \text{m}^2$) classificadas com diferentes %MG (criança A: 35 %MG; criança B: 5 %MG). O valor do IMG da criança A é de aproximadamente $5 \text{ km} / \text{m}^2$, enquanto seu IMIG é de $10,5 \text{ km} / \text{m}^2$. O IMG da criança B, embora seja menor que $1 \text{ km} / \text{m}^2$, mostra um IMIG de aproximadamente $15 \text{ km} / \text{m}^2$. Pesquisas que avaliaram a concordância entre o IMC e o IMG também divergem entre as classificações de cada índice, seja em adultos jovens (PELTZ et al., 2010) ou idosos (ZHU et al., 2017). Peltz et al. (2010) observou que na categoria do EN de IMC “normal”, 4% dos homens eram classificados como “obesos” segundo o IMG. Na categoria de IMC “sobrepeso”, 65,5% dos homens e 71,3% das mulheres eram classificados como “obesos”, segundo o IMG. Em idosos, as classificações foram concordantes em 77,3% do sexo feminino e 71,2% do masculino (ZHU et al., 2017). Em 12,9% das mulheres e 13,2% dos homens o IMC subestimou o IMG. Enquanto em 9,8% das mulheres e 15,6% dos homens o IMC superestimou o IMG (ZHU et al., 2017).

Uma das limitações que pode ser apontada neste estudo envolve o uso de equações inespecíficas de BIA e DOC uma vez que foram geradas em outras populações. Porém, apesar de existirem equações validadas para brasileiros (GLANER, 2005; MARQUES et al., 2000; PETROSKI e PIRES-NETO, 1995, 1996) ou determinadas em amostras da população nacional (PETROSKI, 1995), são pouco representativas e, portanto, mais efetivas em suas regiões de origem (GUEDES, 2013; REZENDE et al. 2007). Além do mais, mesmo sendo estudos nacionais também careceriam de ser validadas na população da amostra deste estudo. Assim, as equações escolhidas [Sun et al. (2003) para BIA, Jackson e Pollock (1978), Jackson, Pollock e Ward (1980) para DOC] possuem boa validade, baixo erro padrão da estimativa (KYLE et al., 2003) e são aceitas internacionalmente. Outra questão a ser considerada no presente estudo envolve o fato da amostra ter sido selecionada por conveniência e por este motivo não ser representativa etnicamente, a nível municipal, estadual ou nacional. No Censo de 2010, em Ribeirão Preto, 69,8% dos habitantes se declararam brancos, 22,8% pardos, 6,4% pretos, 0,9% amarelos e 0,1% indígenas. No Estado de São Paulo, esses valores são: 63,9%; 29,1%; 5,5%; 1,4% e 0,1% respectivamente. No Brasil, esses valores são: 47,7%; 43,1%; 7,6%; 1% e 0,4% respectivamente (SEADE, 2021). Ainda que se considere a alta miscigenação brasileira (PETRUCCELLI e SABOIA, 2013), vale ressaltar que no estudo NHANES não

houve diferenças étnicas (entre pretos, brancos e hispânicos) para classificação do EN (KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009). Assim, a diferença étnica não parece influenciar os resultados uma vez que os índices tratam das relações intrapessoais das medidas corporais. Muito embora a intenção tenha sido exclusivamente inferencial na comparação entre instrumentos, sem finalidade para extrapolação populacional dos achados. Por outro lado, destaca-se como um dos pontos fortes, o uso da DXA como instrumento de referência. DXA é instrumento não invasivo, de baixa radiação, de aplicação rápida, não exigindo grande cooperação do indivíduo, têm alta validade e boa precisão de medidas (SHEPHERD et al, 2017). Além disso, outro ponto forte é a utilização do modelo adaptado do Hattori Chart. Este gráfico, permitiu visualizar facilmente as diferenças entre os indicadores de CC (HATTORI et al., 1997). Ademais, a adaptação realizada, permite também visualizar as diferenças entre as classificações do EN de cada indicador.

Classificar adequadamente o EN é importante para profissionais de saúde no diagnóstico e adequado acompanhamento de pacientes, resultando na prevenção de doenças, na melhoria da saúde, no desempenho físico e estético (BAHADORI et al., 2006; DIAS et al., 2017; SRINIVASAN et al., 2017). Quando o IMC subestima acentuadamente as classificações do IMG, de forma que o indivíduo com alta adiposidade deveria ser classificado com obesidade, mas não é classificado desta maneira, pois a quantidade de MIG está abaixo do adequado, esta situação pode sinalizar “obesidade osteosarcopênica” (perda acentuada de massa muscular esquelética e osso) (ZHU et al., 2017). A obesidade osteosarcopênica é uma condição que pode levar a consequências sérias, como o aumento do risco de fraturas e morte (ZHU et al., 2017), contudo não foram encontradas propostas de pontos de corte para identificar esta condição. No entanto existem propostas diagnósticas de obesidade sarcopênica (perda de massa muscular esquelética), uma condição bastante semelhante, com adição do IMG e do índice de massa muscular esquelética apendicular (HINTON et al., 2017; PRADO et al., 2014). Porém requer medidas de DXA, o que torna estas referências pouco práticos do ponto de vista clínico. Outros autores salientam que a obesidade sarcopênica pode ser identificada por meio da junção do IMG com o IMIG para a avaliação do EN (SCHUTZ; KYLE; PICHARD, 2002). Quanto aos limiares para classificação da obesidade sarcopênica, Schutz; Kyle e Pichard (2002) sugerem: IMIG percentil <5 e IMG percentil >95. Estes autores também sugerem limiares para outras condições, que poderiam ser identificadas com a adição dos dois índices, por exemplo: obesidade “pesada” (IMIG percentil >95 e IMG percentil >95); déficit de energia crônica (IMIG percentil <5 e IMG percentil <5); hipertrofia (IMIG percentil >95 e IMG percentil <5). Porém estes limiares não são validados (SCHUTZ; KYLE; PICHARD, 2002). Existem diversas

propostas que utilizaram conjuntamente os dois índices (IMG e IMIG) para estabelecer referenciais de classificação do EN, mas determinaram apenas os percentis para a avaliação do EN, sem categorizá-los (ALPIZAR et al., 2017; ANDERSEN et al., 2013; COIN et al., 2008; DURAN et al., 2019; DURÁ-TRAVÉ et al., 2020; FAN et al., 2014; HINTON et al., 2017; JEDDI et al., 2014; JIN et al., 2019; KHADILKAR et al., 2013; KUDSK et al., 2017; KURIYAN et al., 2018; ; LEE et al., 2020; LU et al., 2012; NAGY et al., 2014; NAKAO; KOMIYA, 2003; OFENHEIMER et al., 2020; PARK et al., 2015; SANTOS et al., 2014; SCHUTZ, KYLE, PICHARD, 2002; SEINO et al., 2015; SHYPAILO; WONG, 2020; WELLS et al., 2012; ZHANG; WANG, 2011). Portanto futuros estudos deveriam avançar no sentido de propor limiares referenciais que permitam a utilização simultânea dos dois índices (IMG e IMIG) na classificação em categorias do EN.

Outra condição que pode ser detectada pelo IMG envolve casos popularmente conhecidos de diagnósticos de “falso magro”, ou “metabolicamente obeso”. Esta condição é também caracterizada por um EN classificado pelo IMC como “normal”, mas com alta MG e baixa MIG. Neste caso, se o IMG fosse utilizado, o valor elevado de MG seria logo detectado. No campo de aplicação do desempenho físico e estético, a utilização simultânea do IMC e IMG pode detectar perda de massa muscular esquelética, com manutenção da MG, resultante de intervenções planejada para perda de peso, neste caso, o indivíduo pode atingir um EN normal segundo o IMC, porém sem alteração do IMG. Com base nessas informações, um reajuste na dieta e exercícios deveriam resultar no equilíbrio desejável entre massa muscular esquelética e MG. Pereira-da-Silva et al. (2016) avaliaram a sensibilidade do IMG, da %MG e do IMC para detectar a redução da adiposidade corporal durante um programa de controle de peso em crianças obesas. O IMG mostrou melhores resultados. Taxas de redução de apenas 5% na adiposidade foram detectadas em 33,3% das crianças usando o método IMC, 63,3% usando a %MG e 70,0% usando o IMG. Na comparação do tempo médio para detectar diferenças na adiposidade, o resultado foi similar entre IMG (71 dias) e IMC (70 dias), mas significativamente menores do que os 88 dias necessários para a %MG (PEREIRA-DA-SILVA et al., 2016).

Presume-se, portanto, que se os profissionais de saúde (como médicos, nutricionistas, profissionais de educação física) fizessem uso alternativo do IMG em vez do IMC, conseguiriam detectar mais precocemente o risco do desenvolvimento de DCNT, dada a sua alta associação com maiores níveis de adiposidade. Isso permitiria a adoção de estratégias preventivas imediatas no controle do ganho de MG indesejada (BAHADORI et al., 2006). Diante disso, são necessários maiores esforços para desenvolver referenciais das categorias do EN segundo o IMG (associado ou não ao IMIG), a partir de DOC e BIA, para diversas

populações, baseados em amostras representativas, considerando idade, sexo e etnia. Pois desta forma, seria possível aplicar este referencial na prática clínica, e em estudos que não dispõem de condições de utilizar métodos dispendiosos e complexos.

7. CONCLUSÕES

A forma distinta de classificação do EN segundo o IMG entre os instrumentos (DXA, BIA e DOC) não assegura concordância confiável para serem usados de forma intercambiária. É recomendado que a proposta de classificação do EN do NHANES seja utilizada na prática clínica ou em pesquisas, desde que os índices corporais sejam determinados exclusivamente por DXA. Além disso, conclui-se que:

- a) As diferenças corporais entre homens e mulheres jovens são evidentes, requerendo que a proposição de valores referenciais dos índices corporais deva sempre ser de forma específica para cada sexo;
- b) Os índices corporais (IMG, %MG e IMC) classificam o EN de forma distinta, indicam vantagens quando são capazes de distinguir as massas da CC. Portanto, os referenciais para os pontos de corte devem ser estabelecidos para cada indicador, valendo ressaltar certa interdependência entre aqueles índices capazes de bem distinguir MG de MIG;
- c) A falta de concordância entre os instrumentos, não confirmam que os valores absolutos de IMG são medidos da mesma maneira, indicando que o instrumento utilizado em cada situação, realmente importa;
- d) A combinação (contingência) entre as classificações do EN entre índices apresentou maior variação nos casos extremos de sobrepeso, diferentes graus de obesidade ou severidades da magreza, o que sugere cuidado na escolha do instrumento ou método utilizado. Os limiares de classificação do EN devem ser especificamente determinados para cada instrumento, respeitando as características de cada população alvo.

Dessa forma, permanece o desafio de que propostas de classificação do EN com categoriais mais detalhadas, capazes de diferenciar graus de obesidade ou severidade de magreza sejam geradas futuramente também por DOC ou BIA.

REFERÊNCIAS⁷

ALPIZAR, M.; PESCHARD, V. G.; ESCALANTE-ARAIZA, F.; ALTAMIRANO-BUSTAMANTE, N. F.; MURATA, C.; ARENAS-PÉREZ, R.; RODRIGUEZ-AYALA, E. Smoothed body composition percentiles curves for Mexican children aged 6 to 12 years. **Children**, v. 4, n. 12, p. 112, 2017.

ALVES, M. S. B. **Determinação da composição corporal por bioimpedância eléctrica: algumas considerações em idade pediátrica**. 2005. Dissertação (Mestrado) -Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, Universidade do Porto, Porto, 2004.

ANDERSEN, G. S.; GIRMA, T.; WELLS, J. C.; KÆSTEL, P.; LEVENTI, M.; HOTHER, A. L.; MICHAELSEN, K. F.; FRIIS, H. Body composition from birth to 6 months of age in Ethiopian infants: reference data obtained by air-displacement plethysmography. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 98, n. 4, p. 885-894, 2013.

ANJOS, L. A. Índice de massa corporal ($\text{massa corporal} / \text{estatura}^2$) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. **Revista de Saúde Pública**. v. 26, n. 6, p. 431-6, 1992.

ANJOS, L. A.; VEIGA, G. V.; CASTRO, I. R. R. Distribuição dos valores do índice de massa corporal da população brasileira até 25 anos. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 3, p. 164-173, 1998.

ANJOS, L. A.; WAHRLICH, V. Avaliação antropométrica. IN: TADDEI, J. Á.; LANG, R. M. F.; LONGO-SILVA, G.; TOLONI, M. H. A. (editores). **Nutrição em Saúde Pública**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2011. p.55-70.

ANYŻEWSKA, A.; ŁAKOMY, R.; LEPIONKA, T.; SZARSKA, E.; MACULEWICZ, E.; TOMCZAK, A.; BERTRANDT, J. Association Between Diet, Physical Activity and Body Mass Index, Fat Mass Index and Bone Mineral Density of Soldiers of the Polish Air Cavalry Units. **Nutrients**, v. 12, n. 1, p. 242, 2020.

ARAÚJO, C. L. P. Referências antropométricas. IN: KAC, G.; SICHIERI, R.; GIGANTE, D. P. (org). **Epidemiologia Nutricional**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Fiocruz/Atheneu; 2007. p. 65-77.

BAHADORI, B.; UITZ, E.; TONNINGER-BAHADORI, K.; PESTEMER-LACH, I.; TRUMMER, M.; THONHOFFER, R.; BRATH, H.; SCHAFLINGER, E. Body composition: the fat-free mass index (FFMI) and the body fat mass index (BFMI) distribution among the adult Austrian population-results of a cross-sectional pilot study. **International Journal of Body Composition Research**. v. 4, n. 3, p. 123–128, 2006.

BARBIERI, D.; ZACCAGNI, L.; BABIĆ, V.; RAKOVAC, M.; MIŠIGOJ-DURAKOVIĆ, M.; GUALDI-RUSSO, E. Body composition and size in sprint athletes. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 57, n. 9, p. 1142, 2017.

⁷ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 6023).

BARROSO, M.; GODAY, A.; RAMOS, R.; MARÍN-IBÁÑEZ, A.; GUEMBE, M. J.; RIGO, F.; TORMO-DÍAZ, M. J.; MORENO-IRIBAS, C.; CABRÉS, J. J.; SEGURA, A.; BAENA-DÍEZA, J. M.; LA CÁMARAO, A. G.; LAPETRAD, J.; QUESADA, M.; MEDRANO, M. J.; BERJÓNI, J.; FRONTERA, G.; GAVRILAO, D.; BARRICARTEO, A.; BASORA, J.; GARCÍA, J. M.; GARCÍA-LAREO, M.; LORA-PABLOSO, D.; MAYORALD, E.; GRAUA, M.; MARRUGATA, J. Interaction between cardiovascular risk factors and body mass index and 10-year incidence of cardiovascular disease, cancer death, and overall mortality. **Preventive Medicine**, v. 107, p. 81-89, 2018.

BAZZOCCHI, A.; PONTI, F.; ALBISINNI, U.; BATTISTA, G.; GUGLIELMI, G. DXA: technical aspects and application. **European Journal of Radiology**, v. 85, n. 8, p. 1481-1492, 2016.

BLUE, N. M.; HIRSCH, K. R.; PIHOKER, A. A.; TREXLER, E. T.; SMITH-RYAN, A. E. Normative fat-free mass index values for a diverse sample of collegiate female athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 15, p. 1741-1745, 2019.

BOSCH, L. S. M. M.; WELLS, J. C.; LUM, S.; REID, A. M. Associations of extracurricular physical activity patterns and body composition components in a multi-ethnic population of UK children (the Size and Lung Function in Children study): a multilevel modelling analysis. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 573, 2019.

BUCKLEY, C. M.; AUSTIN, S.; CORFE, B. M.; GREEN, M. A.; JOHNSTONE, A. M.; STEVENSON, E. J. E. A.; BRUNSTROM, J. M. Protein valuation in food choice is positively associated with lean mass in older adults. **The Journal of Nutrition**, v. 149, n. 11, p. 2056-2064, 2019.

BUYKEN, A. E.; BOLZENIUS, K.; KARAOLIS-DANCKERT, N.; GÜNTHER, A. L.; KROKE, A. Body composition trajectories into adolescence according to age at pubertal growth spurt. **American Journal of Human Biology**, v. 23, n. 2, p. 216-224, 2011.

BYAMBASUKH, O.; BUUKUU, G.; CHINBAT, O.; TUNGALAG, D.; TSEDENDAMBA, D.; BATBOLD, A.; TSOGTSAIKHAN, S.; SONOMTSEREN, S.; JUNAI, S. Body Composition Characteristics and Anthropometric Measurements of Older Mongolian Adults. **Central Asian Journal of Medical Sciences**, v. 1, n. 1, p. 33-40, 2015.

CASTILHO, S. D.; COCETTI, M.; BARROS-FILHO, A. A. Body mass index and body composition in relation to sexual maturation. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, v. 21, n. 2, p. 127, 2008.

CASTIZO-OLIER, J. IRURTIA, A.; JEMNI, M.; CARRASCO-MARGINET, M.; FERNANDEZ-GARCIA, R.; RODRIGUEZ, F. A. L. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) in sport and exercise: Systematic review and future perspectives. **PloS One**, v. 13, n. 6, p. e0197957, 2018.

CHOMTHO, S.; WELLS, J. C.; WILLIAMS, J. E.; LUCAS, A.; FEWTRELL, M. S. Associations between birth weight and later body composition: evidence from the 4-component model. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 88, n. 4, p. 1040-1048, 2008.

COIN, A.; SERGI, G.; MINICUCI, N.; GIANNINI, S.; BARBIERO, E.; MANZATO, E.; PEDRAZZONI, M.; MINISOLA, S.; ROSSINI, M.; DEL PUENTE, A.; ZAMBONI, M.; INELMEN, E. M.; ENZI, G. Fat-free mass and fat mass reference values by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) in a 20–80 year-old Italian population. **Clinical Nutrition**, v. 27, n. 1, p. 87-94, 2008.

COLE T. J.; BELLIZZI, M. C.; FLEGAL, K. M.; DIETZ, W. H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **BMJ**, v. 320, p.1240-3, 2000.

COLLINGS, P. J.; WESTGATE, K.; VÄISTÖ, J.; WIJNDAELE, K.; ATKIN, A. J.; HAAPALA, E. A.; NIINA-LINTUN, T.; LAITINEN, T.; EKELUND, U.; BRAGE, S.; LAKKA, T. A. Cross-sectional associations of objectively-measured physical activity and sedentary time with body composition and cardiorespiratory fitness in mid-childhood: the PANIC study. **Sports Medicine**, v. 47, n. 4, p. 769-780, 2017.

CONDE, W. L.; MONTEIRO, C. A. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. **Jornal de Pediatria**, v. 82, n. 4, p. 266-272, 2006.

CORREA-RODRÍGUEZ, M.; RAMÍREZ-VÉLEZ, R.; CORREA-BAUTISTA, J. E.; CASTELLANOS-VEGA, R. D. P.; ARIAS-CORONEL, F.; GONZÁLEZ-RUIZ, K.; CARRILLO, H. A.; VALLE, J. S. R.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. Association of Muscular Fitness and Body Fatness with Cardiometabolic Risk Factors: The FUPRECOL Study. **Nutrients**, v. 10, n. 11, p. 1742, 2018.

COSTA, C. D. S.; ASSUNÇÃO, M. C. F.; LORET DE MOLA, C.; CARDOSO, J. D. S.; MATIJASEVICH, A.; BARROS, A. J.; SANTOS, I. S. Role of ultra-processed food in fat mass index between 6 and 11 years of age: a cohort study. **International Journal of Epidemiology**, 2020.

COULSON, C. E.; WILLIAMS, L. J.; BRENNAN, S. L.; BERK, M.; KOTOWICZ, M. A.; LUBMAN, D. I.; PASCO, J. A. Alcohol consumption and body composition in a population-based sample of elderly Australian men. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 25, n. 2, p. 183-192, 2013.

COUTINHO, M. H. P.; POMPEU, F. A. M. S. **Testes, medidas e avaliação de composição e forma corporal**. In: BIESEK, S.; ALVES, L.A.; GUERRA, I. (organizadores). Estratégias de nutrição e suplementação no esporte. 3ª ed. Barueri: Manole; p. 191-215, 2015.

DAVIES, R. W.; TOOMEY, C.; MCCORMACK, W.; HUGHES, K.; CREMONA, A.; JAKEMAN, P. Body composition analysis of inter-county Gaelic athletic association players measured by dual energy X-ray absorptiometry. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 11, p. 1015-1020, 2015.

DIAS, P. C.; HENRIQUES, P.; ANJOS, L. A.; BURLANDY, L. Obesidade e políticas públicas: concepções e estratégias adotadas pelo governo brasileiro. **Caderno de Saúde Pública**. v. 33, n. 7, p. e00006016, 2017.

DIETHELM, K.; BOLZENIUSK, K.; CHENG, G.; REMER, T.; BUYKEN, A. E. Longitudinal associations between reported sleep duration in early childhood and the development of body

mass index, fat mass index and fat free mass index until age 7. **International Journal of Pediatric Obesity**. v. 6, p. e114-e123, 2011.

DIVINCENZO, O.; MARRA, M.; SCALFI, L. Bioelectrical impedance phase angle in sport: A systematic review. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2019.

DOWDA, M.; TAVERNO ROSS, S. E.; MCIVER, K. L.; DISHMAN, R. K.; PATE, R. R. Physical activity and changes in adiposity in the transition from elementary to middle school. **Childhood Obesity**, v. 13, n. 1, p. 53-62, 2017.

DURAN, I.; MARTAKIS, K.; REHBERG, M.; STARK, C.; SCHAFMEYER, L.; SCHÖNAU, E. Reference centiles for the evaluation of nutritional status in children using body fat percentage, fat mass and lean body mass index. **Journal of Clinical Densitometry**, 2019.

DURÁ-TRAVÉ, T.; GALLINAS-VICTORIANO, F.; CHUECA-GUINDULAIN, M.; BERRADE-ZUBIRI, S.; MALUMBRES-CHACÓN, M.; MORENO-GONZÁLEZ, P. Reference values of fat mass index and fat-free mass index in healthy Spanish adolescents. **Nutricion Hospitalara**. v. 37, n. 5, p.902-908. 2020.

EICKEMBERG, M.; OLIVEIRA, C. C. D.; CARNEIRO, A. K. R.; SAMPAIO, L. R. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 6, p. 873-882, 2011.

EISSA, M. A.; DAI, S.; MIHALOPOULOS, N. L.; DAY, R. S.; HARRIST, R. B.; LABARTHE, D. R. Trajectories of fat mass index, fat free-mass index, and waist circumference in children: Project HeartBeat!. **American journal of Preventive Medicine**, v. 37, n. 1, p. S34-S39, 2009.

EKNOYAN, G. Adolphe Quetelet (1796–1874- the average man and indices of obesity. **Nephrol Dial Transplant**. v. 23, p. 47–51, 2008.

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

ESTON, R.; REILLY, T. **Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data**. 3rd. Ed. Volume One: Anthropometry. Taylor & Francis, 2009.

EVANS, E. M.; PRIOR, B. M.; MODLESKY, C. M. A mathematical method to estimate body composition in tall individuals using DXA. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 7, p. 1211-1215, 2005.

EVENSEN, E.; EMAUS, N.; FURBERG, A. S.; KOKKVOLL, A.; WELLS, J.; WILSGAARD, T.; WINTHER, A.; SKEIE, G. (2019). Adolescent body composition and associations with body size and growth from birth to late adolescence. The Tromsø study: Fit Futures—A Norwegian longitudinal cohort study. **Pediatric Obesity**, v. 14, n. 5, p. e12492, 2019.

FAN, B.; SHEPHERD, J. A.; LEVINE, M. A.; STEINBERG, D.; WACKER, W.; BARDEN, H. S.; ERGUN, D.; WU, X. P. National Health and Nutrition Examination Survey whole-body

dual-energy X-ray absorptiometry reference data for GE Lunar systems. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 17, n. 3, p. 344-377, 2014.

FELISBINO-MENDES, M. S.; COUSIN, E.; MALTA, D. C.; MACHADO, Í. E.; RIBEIRO, A. L. P.; DUNCAN, B. B.; MARIA INÊS SCHMIDT, M. I.; DIEGO AUGUSTO SANTOS SILVA, D. A. S.; SCOTT GLENN, S.; ASHKAN AFSHIN, A.; VELASQUEZ-MELENDEZ, G. The burden of non-communicable diseases attributable to high BMI in Brazil, 1990–2017: findings from the Global Burden of Disease Study. **Population Health Metrics**, v. 18, n. 1, p. 1-13, 2020.

FLORES-ORTIZ, R.; MALTA, D. C.; VELASQUEZ-MELENDEZ, G. Adult body weight trends in 27 urban populations of Brazil from 2006 to 2016: A population-based study. **PLoS One**, v. 14, n. 3, p. e0213254, 2019.

FORMICA C. A. Dual X-Ray Absorptiometry for measurement of soft tissue composition and skeletal mass. In: PIERSON R.N. (eds) **Quality of the Body Cell Mass. Serono Symposia USA**. Springer, New York, NY. 2000.

FOSBØL, M. Ø.; ZERAHN, B. Contemporary methods of body composition measurement. **Clinical physiology and Functional Imaging**, v. 35, n. 2, p. 81-97, 2014.

FRANSEN, F. M.; RUTTEN, E. P.; GROENEN, M. T.; VANFLETEREN, L. E.; WOUTERS, E. F.; SPRUIT, M. A. New reference values for body composition by bioelectrical impedance analysis in the general population: results from the UK Biobank. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 15, n. 6, p. 448. e1-448. e6, 2014.

FREEDMAN, D. S.; WANG, J.; MAYNARD, L. M.; THORNTON, J. C.; MEI, Z.; PIERSON, JR. R. N.; DIETZ, W. H.; HORLICK, M. Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. **International Journal of Obesity**. v. 29, p. 1-8, 2005.

FREITAS-JÚNIOR, I. F.; PAIVA, S. A. R. D.; GODOY, I. D.; SMAILI SANTOS; S. M.; CAMPANA, Á. O. Análise comparativa de métodos de avaliação da composição corporal em homens saudáveis e em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica: antropometria, impedância bioelétrica e absorptiometria de raios-X de dupla energia. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, p. 124-131, 2005.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). Portal de estatísticas do Estado de São Paulo. **Retratos de São Paulo**. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/retratosdesp/view/index.php?temald=1&indld=5&locld=3543402&busca=>>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

GALLAGHER, D.; SHAHEEN, I.; ZAFAR, K. State-of-the-art measurements in human body composition: A moving frontier of clinical importance. **International Journal of Body Composition Research**, v. 6, n. 4, p. 141, 2008.

GENTON, L.; MARESCHAL, J.; KARSEGARD, V. L.; ACHAMRAH, N.; DELSOGLIO, M.; PICHARD, C.; GRAF, C.; HERRMANN, F. R. An Increase in Fat Mass Index Predicts a Deterioration of Running Speed. **Nutrients**, v. 11, n. 3, p. 701, 2019.

GHACHEM, A.; LAGACÉ, J. C.; BROCHU, M.; DIONNE, I. J. Fat-free mass and glucose homeostasis: is greater fat-free mass an independent predictor of insulin resistance? **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 31, n. 4, p. 447-454, 2018.

GLANER, M. F. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 1415, p. 8426, 2005.

GOSWAMI, I.; ROCHOW, N.; FUSCH, G.; LIU, K.; MARRIN, M. L.; HECKMANN, M.; NELLE, M.; FUSCH, C. Length normalized indices for fat mass and fat-free mass in preterm and term infants during the first six months of life. **Nutrients**, v. 8, n. 7, p. 417, 2016.

GRIFFITHS, L. J.; SERA, F.; CORTINA-BORJA, M.; LAW, C.; NESS, A.; DEZATEUX, C. Objectively measured physical activity and sedentary time: cross-sectional and prospective associations with adiposity in the Millennium Cohort Study. **BMJ Open**, v. 6, n. 4, 2016.

GUEDES, D. P. Clinical procedures used for the analysis of body composition. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**, v. 15, n. 1, p. 113-129, 2013.

GUEDES, D. P.; CALABRESE, J. C. Técnicas de Bioimpedância. In: GUEDES, D. P.; CALABRESE, J. C. **Protocolos clínicos para análise da composição corporal: bioimpedância elétrica e antropometria**. Londrina, Paraná: Editora UNOPAR, 2019.

GUEDES, D. P.; SAMPEDRO, R. M. F. Considerações sobre a avaliação da gordura corporal através da determinação dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas. **Semina**. v. 6, n. 3, p. 160-71, 1985.

GUO, B.; HU, L.; WU, Q.; GONG, J.; XU, H. Age-and Sex-Dependent Values of the Distribution of Body Composition Parameters Among Chinese Children Using the Hattori Chart. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 20, n. 1, p. 120-127, 2017.

HARTY, P. S.; ZABRISKIE, H. A.; STECKER, R. A.; CURRIER, B. S.; MOON, J. M.; JAGIM, A. R.; KERKSICK, C. M. Upper and lower thresholds of fat-free mass index in a large cohort of female collegiate athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 20, p. 2381-2388, 2019.

HATTORI, K.; TAHARA, Y.; MOJI, K.; AOYAGI, K.; FURUSAWA, T. Chart analysis of body composition change among pre- and postadolescent Japanese subjects assessed by underwater weighing method. **International Journal of Obesity Related Metabolic Disorder**. v. 28, n. 4, p.520-524. 2004.

HATTORI, K.; TATSUMI, N.; TANAKA, S. Assessment of body composition by using a new chart method. **American Journal of Human Biology**. v. 9, p. 573-578. 1997.

HEILMANN, A.; ROUXEL, P.; FITZSIMONS, E.; KELLY, Y.; WATT, R. G. Longitudinal associations between television in the bedroom and body fatness in a UK cohort study. **International Journal of Obesity**, v. 41, n. 10, p. 1503-1509, 2017.

HENRIKSSON, P.; CADENAS-SANCHEZ, C.; LEPPÄNEN, M. H.; NYSTRÖM, D. C.; ORTEGA, F. B.; POMEROY, J.; RUIZ, J. R.; LÖF, M. Associations of fat mass and fat-free

mass with physical fitness in 4-year-old children: results from the MINISTOP trial. **Nutrients**, v. 8, n. 8, p. 473, 2016.

HEO, M.; FAITH, M. S.; PIETROBELLI, A.; HEYMSFIELD, S. B. Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999–2004. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 95, n. 3, p. 594-602, 2012.

HEYMSFIELD, S. B.; EBBELING, C. B.; ZHENG, J.; PIETROBELLI, A.; STRAUSS, B. J.; SILVA, A. M.; LUDWIG, D. S. Multi-component molecular-level body composition reference methods: evolving concepts and future directions. **Obesity Reviews**, v. 16, n. 4, p. 282-294, 2015.

HEYMSFIELD, S. B.; WANG, Z. M.; BAUMGARTNER, R. N.; ROSS, R. Human body composition: advances in models and methods. **Annual Review of Nutrition**, v. 17, n. 1, p. 527-558, 1997

HEYMSFIELD, S. B.; WANG, Z. M.; VISSER, M.; GALLAGHER, D.; PIERSON-JÚNIOR, R. N. Techniques used in the measurement of body composition: an overview with emphasis on bioelectrical impedance analysis. **The American journal of Clinical Nutrition**, v. 64, n. 3, p. 478S-484S, 1996.

HEYWARD, V.; STOLARCZYK, L. **Avaliação da Composição Corporal Aplicada**. Editora Manole. 2000

HINTON, B. J.; FAN, B.; NG, B. K.; SHEPHERD, J. A. Dual energy X-ray absorptiometry body composition reference values of limbs and trunk from NHANES 1999–2004 with additional visualization methods. **PLoS One**, v. 12, n. 3, p. e0174180, 2017.

HOFFER, E. C.; MEADOR, C. K.; SIMPSON, D. C. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. **Journal of Applied Physiology**, v. 27, n. 4, p. 531-534, 1969.

HONG, S.; OH, H. J.; CHOI, H.; KIM, J. G.; LIM, S. K.; KIM, E. K.; PYO, E. Y.; OH, K. KIM, Y. T; WILSON, K CHOI, W. H. Characteristics of body fat, body fat percentage and other body composition for Koreans from KNHANES IV. **Journal of Korean Medical Science**, v. 26, n. 12, p. 1599-1605, 2011.

HOOTMAN, K. C.; GUERTIN, K. A.; CASSANO, P. A. Stress and psychological constructs related to eating behavior are associated with anthropometry and body composition in young adults. **Appetite**, v. 125, p. 287-294, 2018.

HULL H. R. THORNTON, J.; WANG, J.; PIERSON JUNIOR. R. N.; KALEEM, Z. X.; PI-SUNYER; HEYMSFIELD, S.; ALBU, J.; FERNANDEZ, J.R.; VANITALLIE, T. B.; GALLAGHER, D. Fat-free mass index: changes and race/ethnic differences in adulthood. **International Journal of Obesity (Lond)**. v. 35, n. 1, p. 121-127, 2011.

IMBODEN, M. T.; WELCH, W. A.; SWARTZ, A. M.; MONTTOYE, A. H.; FINCH, H. W.; HARBER, M. P.; KAMINSKY, L. A. Reference standards for body fat measures using GE dual energy x-ray absorptiometry in Caucasian adults. **PLoS One**, v. 12, n. 4, p. e0175110, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Banco de tabelas estatísticas**. Tabela 3175 - População residente, por cor ou raça, segundo a situação do domicílio, o sexo e a idade. Censo demográfico 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3175#resultado>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**. v. 40, p. 497-504, 1978.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 12, p. 175-82, 1980.

JEDDI, M.; DABBAGHMANESH, M. H.; RANJBAR, O. G.; AYATOLLAHI, S. M. T.; BAGHERI, Z.; BAKHSHAYESHKARAM, M. Body composition reference percentiles of healthy Iranian children and adolescents in southern Iran. **Archives of Iranian Medicine (AIM)**, v. 17, n. 10, 2014.

JEN, V.; KARAGOUNIS, L. G.; JADDOE, V. W.; FRANCO, O. H.; VOORTMAN, T. Dietary protein intake in school-age children and detailed measures of body composition: the Generation R Study. **International Journal of Obesity**, v. 42, n. 10, p. 1715-1723, 2018.

JIN, M. DU, H.; ZHANG, Y.; ZHU, H.; XU, K.; YUAN, X.; PAN, H.; SHAN, G. Characteristics and reference values of fat mass index and fat free mass index by bioelectrical impedance analysis in an adult population. **Clinical Nutrition**, 2019.

JOENSUU, L.; SYVÄOJA, H.; KALLIO, J.; KULMALA, J.; KUJALA, U. M.; TAMMELIN, T. H. Objectively measured physical activity, body composition and physical fitness: Cross-sectional associations in 9-to 15-year-old children. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 6, p. 882-892, 2018.

JONES, M. A.; SKIDMORE, P. M.; STONER, L.; HARREX, H.; SAEEDI, P.; BLACK, K.; BARONE G., B. Associations of accelerometer-measured sedentary time, sedentary bouts, and physical activity with adiposity and fitness in children. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 1, p. 114-120, 2019.

KELLY, T. L.; WILSON, K. E.; HEYMSFIELD, S. B. Dual Energy X-Ray Absorptiometry body composition reference values from NHANES. **PLoS One**. v. 4, n. 9, p. e7038. 2009.

KEYS, A.; FIDANZA, F.; KARVONEN, M. J.; KIMURA, N.; TAYLOR, H. L. Indices of relative weight and obesity. **International Journal of Epidemiology**. v. 43, n. 3, p. 655–65, 2014.

KHADILKAR, A. V.; SANWALKA, N. J.; CHIPLONKAR, S. A.; KHADILKAR, V. V.; PANDIT, D. Body fat reference percentiles on healthy affluent Indian children and adolescents to screen for adiposity. **International Journal of Obesity**, v. 37, n. 7, p. 947-953, 2013.

KIM, C. H.; CHUNG, S.; KIM, H.; PARK, J. H.; PARK, S. H.; JI, J. W.; HAN, S. W.; LEE, J. C.; KIM, J. H.; PARK, Y. B.; NAM, H. S.; KIM, C. Norm references of fat-free mass index and fat mass index and subtypes of obesity based on the combined FFMI—%BF indices in the

korean adults aged 18—89 yr. **Obesity Research & Clinical Practice**. v. 5, n. 3, p. e210—e219, 2011.

KIM, K.; SHIN, D.; JUNG, G. U.; LEE, D.; PARK, S. M. Association between sleep duration, fat mass, lean mass and obesity in Korean adults: the fourth and fifth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys. **Journal of Sleep Research**, v. 26, n. 4, p. 453-460, 2017.

KISPERT, C. P.; MERRIFIELD, H. H. Interrater Reliability of Skinfold Fat Measurements. **Physical Therapy**. v. 67, n. 6, p. 917-920, 1987.

KUDSK, K. A.; MUNOZ-DEL-RIO, A.; BUSCH, R. A.; KIGHT, C. E.; SCHOELLER, D. A. Stratification of fat-free mass index percentiles for body composition based on National Health and Nutrition Examination Survey III Bioelectric Impedance data. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**. v. 41, n. 2, p. 249-57, feb. 2017.

KURIYAN, R.; SELVAN, S.; THOMAS, T.; JAYAKUMAR, J.; LOKESH, D. P.; PHILLIP, M. P.; ARAVIND, J. V.; KURPAD, A. V. Body Composition Percentiles in urban south indian children and adolescents. **Obesity**, v. 26, n. 10, p. 1629-1636, 2018.

KYLE, U. G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A. D.; DEURENBERG, P.; ELIA, M.; GOMEZ, J. M.; HEITMANN, B. L.; KENT-SMITH, L.; MELCHIOR, J. C.; PIRLICH, M.; SCHARFETTER, H.; SCHOLS, A. M. W. J.; PICHARD, C. Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**. v. 23, p. 1226-43, 2004a.

KYLE, U. G. MORABIA, A.; SCHUTS, Y.; PICHARD, C. Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. **Nutrition**. v. 20, n. 3, p. 255-60, mar. 2004b.

KYLE, U. G.; NICOD, L.; RAGUSO, C.; HANS, D.; PICHARD, C. Prevalence of low fat-free mass index and high and very high body fat mass index following lung transplantation. **Acta Diabetologica**, v. 40, n. 1, p. s258-s260, 2003

KWAK, S. G.; KIM, J. H. Central limit theorem: the cornerstone of modern statistics. **Korean Journal of Anesthesiology**, v. 70, n. 2, p.144, 2017.

LABAYEN, I.; ORTEGA, F. B.; MORENO, L. A.; REDONDO-FIGUERO, C.; BUENO, G.; GÓMEZ-MARTÍNEZ, S.; BUENO, M. The effect of early menarche on later body composition and fat distribution in female adolescents: role of birth weight. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 54, n. 4, p. 313-320, 2009.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LEÃO, M. M.; CASTRO, I. R. R. Políticas públicas de alimentação e nutrição. IN: KAC, G.; SICHIERI, R.; GIGANTE, D. P. (Org). **Epidemiologia Nutricional**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Fiocruz/Atheneu; 2007.

LEE, M. M.; JEBB, S. A.; OKE, J.; PIERNAS, C. Reference values for skeletal muscle mass and fat mass measured by bioelectrical impedance in 390 565 UK adults. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 11, n. 2, p. 487-496, 2020.

LEPPÄNEN, M. H.; NYSTRÖM, C. D.; HENRIKSSON, P.; POMEROY, J.; RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; CADENAS-SÁNCHEZ, C.; LÖF, M.. Physical activity intensity, sedentary behavior, body composition and physical fitness in 4-year-old children: results from the ministop trial. **International Journal of Obesity**, v. 40, n. 7, p. 1126-1133, 2016.

LEPPÄNEN, M. H.; HENRIKSSON, P.; HENRIKSSON, H.; DELISLE NYSTRÖM, C.; LLORENTE-CANTARERO, F. J.; LÖF, M. Physical Activity Level Using Doubly-Labeled Water in Relation to Body Composition and Physical Fitness in Preschoolers. **Medicina**, v. 55, n. 1, p. 2, 2019.

LINDBERG, J.; NORMAN, M.; WESTRUP, B.; ÖHRMAN, T.; DOMELLÖF, M.; BERGLUND, S. K. Overweight, obesity, and body composition in 3.5-and 7-year-old Swedish Children born with marginally low birth weight. **The Journal of pediatrics**, v. 167, n. 6, p. 1246-1252. e3, 2015.

LIU, P.; MA, F.; LOU, H.; LIU, Y. The utility of fat mass index vs. body mass index and percentage of body fat in the screening of metabolic syndrome. **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, p. 629, 2013.

LIU, P.; MA, F.; LOU, H.; ZHU, Y. Utility of obesity indices in screening Chinese postmenopausal women for metabolic syndrome. **Menopause**, v. 21, n. 5, p. 509-514, 2014.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (Ed.). **Anthropometric Standardization Reference Manual**. 1^a ed. Champaign: Human Kinetics; 1988.

LU, Y.; SHU, H.; ZHENG, Y.; LI, C.; LIU, M.; CHEN, Z.; HE, X. Comparison of fat-free mass index and fat mass index in chinese adults. **European Journal of Clinical Nutrition**. v. 66, p. 1004-7, sep. 2012.

MACHADO, A. F. Dobras cutâneas localização e procedimentos. **Motriz**. Santa Maria da Feira, v. 4, n. 2, p. 41-45, 2008.

MACHADO, D. R. L. **Análise multivariada da composição corporal em crianças e adolescentes do sexo feminino**. 2015. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

MARGUTTI, A. V. B.; BUSTAMANTE, C. R.; SANCHES, M.; PADILHA, M.; BERALDO, R. A.; MONTEIRO, J. P.; CAMELO JR, J. S. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) in stable preterm newborns. **Jornal de Pediatria**, v. 88, n. 3, p. 253-258, 2012.

MARINI, E. CAMPA, F.; BUFFA, R.; STAGI, S.; MATIAS, C. N.; TOSELLI, S.; SARDINHA, L. B. SILVA, A. M. Phase angle and bioelectrical impedance vector analysis in the evaluation of body composition in athletes. **Clinical Nutrition**, v. 39, n. 2, p. 447-454, 2020.

MAROTTI, J.; GALHARDO, A. P. M.; FURUYAMA, R. J.; PIGOZZO, M. N.; CAMPOS, T. N. D.; LAGANÁ, D. C. Amostragem em pesquisa clínica: tamanho da amostra. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, v. 20, n. 2, p. 186-194, 2008.

MARQUES, M. B.; HEYWARD, V.; PAIVA, C. E. Validações cruzada de equações de bioimpedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 8, n. 4, p. 14-20, 2000.

MARSHALL, T. A.; CURTIS, A. M.; CAVANAUGH, J. E.; WARREN, J. J.; LEVY, S. M. Identification of and Associations among Low, Middle, and High Body Composition Trajectories from Age 5-to 17-Years. **Children**, v. 7, n. 10, p. 192, 2020.

MARTIN, A. D.; DRINKWATER, D. T. Variability in the measures of body fat. **Sports Medicine**, v. 11, n. 5, p. 277-288, 1991.

MATHIEU, S. V.; FISCHER, K.; DAWSON-HUGHES, B.; FREYSTAETTER, G.; BEUSCHLEIN, F.; SCHIETZEL, S.; EGLI, A.; BISCHOFF-FERRARI, H. A. Association between 25-hydroxyvitamin D status and components of body composition and glucose metabolism in older men and women. **Nutrients**, v. 10, n. 12, p. 1826, 2018.

MATTSSON, S.; THOMAS, B. J. Development of methods for body composition studies. **Physics in Medicine & Biology**, v. 51, n. 13, p. R203, 2006.

MEYER, K. A.; FRIEND, S.; HANNAN, P. J.; HIMES, J. H.; DEMERATH, E. W.; NEUMARK-SZTAINER, D. Ethnic variation in body composition assessment in a sample of adolescent girls. **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 6, n. 5-6, p. 481-490, 2011.

MIGUEL-ETAYO, P. MORENO, L. A.; SANTABARBARA, J.; MARTÍN-MATILLAS, M.; PIQUERAS, M. J.; ROCHA-SILVA, D.; MORAL, A. M.; CAMPOY, C.; MARCOS, A.; GARAGORRI, J. M. Anthropometric indices to assess body-fat changes during a multidisciplinary obesity treatment in adolescents: EVASYON Study. **Clinical Nutrition**. v. 34, n. 3, p. 523-8, jun. 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). Secretaria de atenção à saúde. Departamento de atenção básica. **Vigilância alimentar e nutricional – Sisvan: Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde. Norma Técnica – SISVAN**. Brasília: Ministério da Saúde. 2008.

MONTEIRO, A. B.; FERNANDES-FILHO, J. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 4, n. 1, p. 80-92, 2002.

MOREIRA, D. G. **Termografia corporal em repouso de homens e mulheres**, 2011. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Viçosa, 2011.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. 6º ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

MOUAD, M. **Validação da bioimpedância elétrica por multifrequência na determinação da massa gorda, massa isenta de gordura e osso e conteúdo mineral ósseo em atletas**. 2013. Tese (doutorado) - Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013

NAGY, P.; KOVACS, E.; MORENO, L. A.; VEIDEBAUM, T.; TORNARITIS, M.; KOURIDES, Y.; LAURIA, S. F.; SIOEN, I.; CLAESSSENS, M.; MÅRILD, S.; LISSNER, L.;

BAMMANN, K.; INTEMANN, T.; BUCK, C.; PIGEOT, I.; AHRENS, W.; MOLNÁR, D. Percentile reference values for anthropometric body composition indices in European children from the IDEFICS study. **International Journal of Obesity**, v. 38, n. 2, p. S15-S25, 2014

NAKAO, T.; KOMIYA, S. Reference norms for a fat-free mass index and fat mass index in the Japanese child population. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science** v. 22, n.6, p. 293-8, 2003.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION (NCBI), U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. PubMed Overview. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/about/>. Acesso em: 22 set. 2020.

NG, B. K.; LIU, Y. E.; WANG, W.; KELLY, T. L.; WILSON, K. E.; SCHOELLER, D. A.; HEYMSFIELD, S. B.; SHEPHERD, J. A. Validation of rapid 4-component body composition assessment with the use of dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. **The American journal of clinical nutrition**, v. 108, n. 4, p. 708-715, 2018.

NIGHTINGALE, C. M.; RUDNICKA, A. R.; DONIN, A. S.; SATTAR, N.; COOK, D. G.; WHINCUP, P. H.; OWEN, C. G. Screen time is associated with adiposity and insulin resistance in children. **Archives of Disease in Childhood**, v. 102, n. 7, p. 612-616, 2017.

NORMAN, K.; STOBÄUS, N.; PIRLICH, M.; BOSY-WESTPHAL, A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability of impedance parameters. **Clinical nutrition**, v. 31, n. 6, p. 854-861, 2012.

OFENHEIMER, A.; BREYER-KOHANSAL, R.; HARTL, S.; BURGHUBER, O. C.; KRACH, F.; SCHROTT, A.; WOUTERS, E. F. M.; FRITS, W.; FRANSSSEN, M. E.; BREYER, M. K. Reference values of body composition parameters and visceral adipose tissue (VAT) by DXA in adults aged 18–81 years—results from the LEAD cohort. **European Journal of Clinical Nutrition**, p. 1-11, 2020.

OKANO, A. H.; CARVALHO, F. O.; CYRINO, E. S.; GOBBO, L. A.; ROMANZINI, M.; GLANER, M. F.; REICHERT, F. F.; AVELAR, A. Utilização do adipômetro CESCORF para estimativa da gordura corporal relativa a partir de equações validadas com o adipômetro Lange. **Journal of Physical Education**, v. 19, n. 3, p. 431-436, 2008.

OLIVEIRA, P. M.; SILVA, F. A.; OLIVEIRA, R. M. S.; MENDES, L. L.; NETTO, M. P.; CÂNDIDO, N. P. C. Associação entre índice de massa de gordura e índice de massa livre de gordura e risco cardiovascular em adolescentes. **Revista Paulista de Pediatria**. v. 34, n.1, p. 30-37, mar. 2016.

ONIS, M.; GARZA, C.; VICTORA, C. G.; BHAN, M. K.; NORUM, K. R. (editors). WHO Multicentre Growth Reference Study (MGRS): Rationale, Planning and Implementation. **Food Nutr Bull**, v. 25, Suppl. 1, p.S1-89, 2004.

ORTEGA, F. B.; SUI, X.; LAVIE, C. J.; BLAIR, S. N. Body mass index, the most widely used but also widely criticized index: would a criterion standard measure of total body fat be a better predictor of cardiovascular disease mortality? **Mayo Clinic Proceedings**. Elsevier, 2016. p. 443-455.

PARK, H.; PARK, K.; KIM, M. H.; KIM, G. S.; CHUNG, S. Gender differences in relationship between fat-free mass index and fat mass index among Korean children using body composition chart. **Yonsei Medical Journal**, v. 52, n.6, p. 948-952, 2011.

PARK, H. W.; YOO, H. Y.; KIM, C. H.; KIM, H.; KWAK, B. O.; KIM, K. S.; CHUNG, S. Reference values of body composition indices: the Korean National Health and Nutrition Examination Surveys. **Yonsei Medical Journal**, v. 56, n. 1, p. 95-102, 2015.

PEDERSEN, D.; GORE, C. Erro em medição antropométrica. In: NORTON, K.; OLDS, T. (Ed.). **Anthropométrica: um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área da saúde**. Porto Alegre: Artimed, 2005, p.39-87

PELTZ, G.; AGUIRRE, M. T.; SANDERSON, M.; FADDEN, M. K. The role of fat mass index in determining obesity. **American Journal of Human Biology**. v. 22, n. 5, p.639–47, sep-oct. 2010.

PEREIRA-DA-SILVA, L.; DIAS, M. P. G.; DIONÍSIO, E.; VIRELLA, D.; ALVES, M.; DIAMANTINO, C.; ALONSO, A.; CORDEIRO-FERREIRA, G. Fat mass index performs best in monitoring management of obesity in prepubertal children. **Jornal de Pediatria (Versão em Português)**, v. 92, n. 4, p. 421-426, 2016.

PETROSKI, E. L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos**.1995. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

PETROSKI E. L.; PIRES-NETO C. S. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.1, n. 2, p. 65-73, 1995.

PETROSKI E. L.; PIRES-NETO C. S. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.1, n. 3, p 5-14. 1996.

PETRUCCELLI J. L.; SABOIA A. L. (organizadores). **Estudos e Análises-Informação demográfica e Socioeconomica 2. Características étnico-raciais da População-Classificações e identidades**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Rio de Janeiro. 2013

PIETROBELLI, A.; HEYMSFIELD, S. B. Establishing body composition in obesity. **Journal of Endocrinological Investigation**, v. 25, n. 10, p. 884-892, 2002.

PITANGA, F. J. G. **Epidemiologia da atividade física, do exercício físico e da saúde**. 3ª ed. São Paulo: Phorte, 2010.

POURSHAHIDI, L. K.; WALLACE, J. M. W.; MULHERN, M. S.; HORIGAN, G.; STRAIN, J. J.; MCSORLEY, E. M.; BONHAM, M. M. P.; LIVINGSTONE, M. B. E. Indices of adiposity as predictors of cardiometabolic risk and inflammation in young adults. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 29, n. 1, p. 26-37, 2016.

PRADO, C. M.; SIERVO, M.; MIRE, E.; HEY; SFIELD, S. B.; STEPHAN B. C.; BROYLES, S.; STEVEN R. S.; WELLS, J. C. K.; AND KATZMARZY, P. T. A population-based approach to define body-composition phenotypes. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 99, n. 6, p. 1369-1377, 2014.

PRATIHARP, S.; KUITI, B.; BOSE, K. Assessment of body composition of Bengalee boys of Binpur, West Bengal, India, using a modified Hattori chart method. **Sri Lanka Journal of Child Health**, v. 45, n. 3, 2016.

QIAO, G.; WANG, W.; DUAN, W.; ZHENG, F.; SINCLAIR, A. J.; CHATWIN, C. R. Bioimpedance analysis for the characterization of breast cancer cells in suspension. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 59, n. 8, p. 2321-2329, 2012.

RAMIRES, V. V.; DUMITH, S. C.; WEHRMEISTER, F. C.; HALLAL, P. C.; MENEZES, A. M. B.; GONÇALVES, H. Physical activity throughout adolescence and body composition at 18 years: 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13, n. 1, p. 105, 2016.

RAMÍREZ-VÉLEZ, R.; CORREA-BAUTISTA, J. E.; SANDERS-TORDECILLA, A.; OJEDA-PARDO, M. L.; COBO-MEJÍA, E. A.; CASTELLANOS-VEGA, R. D. P.; GARCÍA-HERMOSO, A.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E.; SCHMIDT-RIOVALLE, J.; GONZÁLEZ-RUÍZ, K. Percentage of body fat and fat mass index as a screening tool for metabolic syndrome prediction in colombian university students. **Nutrients**. v. 9 n. 9, p. E1009, sep. 2017.

RAO, K. M.; ARLAPPA, N.; RADHIKA, M. S.; BALAKRISHNA, N.; LAXMAIAH, A.; BRAHMAM, G. N. V. Correlation of fat mass index and fat-free mass index with percentage body fat and their association with hypertension among urban south indian adult men and women. **Annals of Human Biology**. v. 39, n. 1, p. 154-8, jan. 2012.

REZENDE, F. ROSADO, L.; FRANCESCHINNI, S.; ROSADO, G.; RIBEIRO, R.; MARINS, J. C. B. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 57, n. 4, 2007.

RIBEIRO, L. C.; SARTOELLI, D. S. Métodos empregados em Epidemiologia Nutricional. In: FRANCO, L. J.; PASSOS, A. D. (Org). **Fundamentos de Epidemiologia**. 2ª ed. Barueri: Manole; 2011. p. 300-18.

RIVERA, J. C. A.; BARONA ACEVEDO, J.; HOYOS GÓMEZ, G. M.; RUIZ, A. M.; MARÍN ECHEVERRI, C. Association between anthropometric indices and cardiometabolic risk factors in pre-school children. **BMC pediatrics**, v. 15, n. 1, p. 170, 2015.

RØNN, P. F.; SMITH, L. S.; ANDERSEN, G. S.; CARSTENSEN, B.; BJERREGAARD, P.; JØRGENSEN, M. E. Birth weight and risk of adiposity among adult Inuit in Greenland. **PLoS One**, v. 9, n. 12, p. e115976, 2014.

ROTHNEY, M. P. BRYCHTA, R. J.; SCHAEFER, E. V.; CHEN, K. Y.; SKARULIS, M. C. Body composition measured by dual-energy X-ray absorptiometry half-body scans in obese adults. **Obesity**, v. 17, n. 6, p. 1281-1286, 2009.

RUSH, E. C.; SCRAGG, R.; SCHAAF, D.; JURANOVICH, G.; PLANK, L. D. Indices of fatness and relationships with age, ethnicity and lipids in New Zealand European, Māori and Pacific children. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, n. 5, p. 627-633, 2009.

SANTOS, D. A.; DAWSON, J. A.; MATIAS, C. N.; ROCHA, P. M.; MINDERICO, C. S.; ALLISON, D. B.; SARDINHA, L. B.; SILVA, A. M. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. **PLoS One**, v. 9, n. 5, p. e97846, 2014.

SANTOS, D. A. GOBBO, L. A.; MATIAS, C. N.; PETROSKI, E. L.; GONÇALVES, E. M.; CYRINO, E. S.; MINDERICO, C. S.; SARDINHA, L. B.; SILVA, A. M. Body composition in taller individuals using DXA: A validation study for athletic and non-athletic populations. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 4, p. 405-413, 2012.

SAÚDE.; C. N. D. RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012.

SCHÄFER, A. A.; DOMINGUES, M. R.; DAHLY, D. L.; MELLER, F. O.; GONÇALVES, H.; WEHRMEISTER, F. C.; ASSUNÇÃO, M. C. F. Sleep duration trajectories and body composition in adolescents: prospective birth cohort study. **PLoS One**, v. 11, n. 3, p. e0152348, 2016.

SCHAUTZ, B.; LATER, W.; HELLER, M.; MÜLLER, M. J.; BOSY-WESTPHAL, A. Total and regional relationship between lean and fat mass with increasing adiposity-impact for the diagnosis of sarcopenic obesity. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 66, n. 12, p. 1356, 2012.

SCHUTZ, Y.; KYLE, U. G.; PICHARD, C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in caucasians aged 18 – 98 y . **International Journal of Obesity**. v. 26, p. 953-60, Jun. 2002.

SCHWARZFISCHE, P.; GRUSZFELD, D.; SOCHA, P.; LUQUE, V.; CLOSA-MONASTEROLO, R.; ROUSSEAUX, D.; MORETTI, M.; MARIANI, B.; VERDUCI, E.; KOLETZKO, B.; GROTE, V. Longitudinal analysis of physical activity, sedentary behaviour and anthropometric measures from ages 6 to 11 years. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2018.

SEINO, S.; SHINKAI, S.; IJIMA, K.; OBUCHI, S.; FUJIWARA, Y.; YOSHIDA, H.; KAWAI, H.; NISHI, M.; MURAYAMA, H.; TANIGUCHI, Y.; AMANO, H.; TAKAHASHI, R. Reference values and age differences in body composition of community-dwelling older Japanese men and women: a pooled analysis of four cohort studies. **PLoS One**, v. 10, n. 7, p. e0131975, 2015.

SHEPHERD, J. A.; NG, B. K.; SOMMER, M. J.; HEYMSFIELD, S. B. Body composition by DXA. **Bone**, v. 104, p. 101-105, 2017.

SHYPAILO, R. J.; WONG, W. W. Fat and fat-free mass index references in children and young adults: assessments along racial and ethnic lines. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 2020.

SILVA, A. M. Structural and functional body components in athletic health and performance phenotypes. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 2, p. 215-224, 2019.

SILVA, A. M.; BAPTISTA, F.; MINDERICO, C. S.; RODRIGUES, A. R.; PIETROBELLI, A.; TEIXEIRA, P. J. Calibration models to measure body composition in taller subjects using DXA. **International Journal of Body Composition Research**, v. 2, n. 4, p. 165-173, 2004.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHL, A. (editores). **Techniques for measuring body composition**. 1a ed. Massachusetts: Headquarters Quartermaster Research and Engineering Command. 1961. v. 61, p. 223-244.

SRINIVASAN, B.; LEE, S.; ERICKSON, D.; MEHTA, S. L. Precision nutrition—Review of methods for point-of-care assessment of nutritional status. **Current Opinion in Biotechnology**. v. 44, p. 103-108, 2017.

STONER, L.; CASTRO, N.; SIGNAL, L.; SKIDMORE, P.; FAULKNER, J.; LARK, S.; MULLER, W. D.; HARREX, H. Sleep and adiposity in preadolescent children: the importance of social jetlag. **Childhood Obesity**, v. 14, n. 3, p. 158-164, 2018.

TALARICO, R.; JANSSEN, I. Compositional associations of time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity with obesity measures in children. **International Journal of Obesity**, v. 42, n. 8, p. 1508-1514, 2018.

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

TREXLER, E. T.; SMITH-RYAN, A. E.; BLUE, M. N.; SCHUMACHER, R. M.; MAYHEW, J. L.; MANN, J. B.; IVEY, P. A.; HIRSCH, K. R.; MOCK, M. G. Fat-free mass index in NCAA Division I and II collegiate American football players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 31, n. 10, p. 2719-2727, 2017.

TUAN, S.; SU, H.; CHEN, Y.; LI, M.; TSAI, Y.; YANG, C.; LIN, K. Fat mass index and body mass index affect peak metabolic equivalent negatively during exercise test among children and adolescents in Taiwan. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 2, p. 263, 2018.

VANITALLIE, T. B.; YANG, M. U.; HEYMSFIELD, S.B.; FUNK, R. C.; BOILEAU, R. A. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 52, p. 953-9, 1990.

VELAZQUEZ-ALVA, M. D. C.; IRIGOYEN-CAMACHO, M. E.; HUERTA-HUERTA, R.; DELGADILLO-VELAZQUEZ, J. A comparison of dual energy x-ray absorptiometry and two bioelectrical impedance analyzers to measure body fat percentage and fat-free mass index in a group of Mexican young women. **Nutricion Hospitalaria**, v. 29, n. 5, p. 1038-1046, 2014.

VENTURINI, A. C. R. **Metabolismo energético multicompartimental: modelos preditivos derivados da DXA**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

WANG, Z.; HESHKA, S.; PIERSON JR. R. N.; HEYMSFIELD, S. B. Systematic organization of body-composition methodology: an overview with emphasis on component-based methods. **The American journal of clinical nutrition**, v. 61, n. 3, p. 457-465, 1995.

WANG, Z.; HEYMSFIELD, S. B.; CHEN, Z.; ZHU, S.; PIERSON, R. N. Estimation of percentage body fat by dual-energy x-ray absorptiometry: evaluation by in vivo human elemental composition. **Physics in Medicine & Biology**, v. 55, n. 9, p. 2619, 2010.

WANG, J.; KIRSTEN, L.; RENNIE, K. L.; GU, W.; LI, H.; YU, Z.; LIN, X. Independent associations of body-size adjusted fat mass and fat-free mass with the metabolic syndrome in Chinese. **Annals of Human Biology**. v. 36, n. 1, p. 110-12, jan-fev. 2009.

WANG, Z. M.; PIERSON-JÚNIOR, R. N.; HEYMSFIELD, S. B. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. **The American journal of Clinical Nutrition**, v. 56, n. 1, p. 19-28, 1992.

WEISE, C. M.; HOHENADEL, M. G.; KRAKOFF, J.; VOTRUBA, S. B. Body composition and energy expenditure predict ad-libitum food and macronutrient intake in humans. **International Journal of Obesity**, v. 38, n. 2, p. 243-251, 2014.

WELLS J. C. A Hattori chart analysis of body mass index in infants and children. **International Journal of Obesity Related Metabolic Disorder**, v. 24, n. 3, p.325-329, 2000.

WELLS, J. C.; WILLIAMS, J. E.; CHOMTHO, S.; DARCH, T.; GRIJALVA-ETERNOD, C.; KENNEDY, K.; HAROUN, D.; WILSON, C.; COLE, T. J.; FEWTRELL, M. S. Body-composition reference data for simple and reference techniques and a 4-component model: a new UK reference child. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 96, n. 6, p. 1316-1326, 2012.

WICKRAMASINGHE, V. P. Hattori chart based evaluation of body composition and its relation to body mass index in a group of Sri Lankan children. **Indian Journal of Pediatrics**, v. 79, n. 5, p.632-639, 2012.

WITHERS, R. T.; LAFORGIA, J.; HEYMSFIELD, S. B. Critical appraisal of the estimation of body composition via two-, three-, and four-compartment models. **American Journal of Human Biology**, v. 11, n. 2, p. 175-185, 1999.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee**. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. **The Lancet**, p. 157-163, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity and overweight**. feb, 2018a. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global Health Estimates 2016: Deaths by cause, age, sex, by country and by region, 2000-2016. Geneva: **World Health Organization**. 2018b.

XIONG, K. Y.; HE, H.; ZHANG, Y. M.; NI, G. X. Analyses of body composition charts among younger and older Chinese children and adolescents aged 5 to 18 years. **BMC Public Health**. V. 12, p.835, 2012.

YU, Z. M.; DECLERCQ, V.; CUI, Y.; FORBES, C.; GRANDY, S.; KEATS, M.; PARKER, L.; SWEENEY, E.; DUMMER, T. J. Fruit and vegetable intake and body adiposity among populations in Eastern Canada: the Atlantic Partnership for Tomorrow's Health Study. **BMJ open**, v. 8, n. 4, p. e018060, 2018.

ZHANG, Y. X.; WANG, S. R. Relation of body mass index, fat mass index and fat-free mass index to blood pressure in children aged 7–12 in Shandong, China. **Annals of Human Biology**, v. 38, n. 3, p. 313-316, 2011.

ZHANG, Y. X.; WANG, S. R. Distribution of body composition index and the relationship with blood pressure among children aged 7 to 12 years in Shandong, China. **Asia Pac J Public Health**. V. 24, n. 6, p. 981-988 2012.

ZHU, K.; HUNTER, M.; JAMES, A.; LIM, E. M.; COOKE, B. R.; WALSH, J. P. Discordance between fat mass index and body mass index is associated with reduced bone mineral density in women but not in men: the Busselton Healthy Ageing Study. **Osteoporosis International**, v. 28, n. 1, p. 259-268, 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Construção do gráfico de composição corporal *Hattori Chart* adaptado: tutorial.

Passo 1.

No banco de dados, crie uma planilha para cada sexo. Em cada planilha realize as seguintes ações:

Organize os dados da amostra em colunas separadas de MG, MIG, MC e Est. A partir destes dados, determine valores de IMG, IMIG, IMC e %MG, conforme equações bem estabelecidas na literatura de acordo com o instrumento utilizado. Também organize estes valores em colunas separadas.

Escolha uma referência de classificação do Estado Nutricional para cada índice corporal (IMC, IMG e %MG). De acordo com os pontos de corte, classifique os indivíduos da amostra. Para a cada categoria determine um número correspondente, por exemplo:

- 1- Magreza severa
- 2- Magreza moderada
- 3- Magreza suave
- 4- Normal
- 5- Sobrepeso
- 6- Obesidade Classe I
- 7- Obesidade Classe II
- 8- Obesidade Classe III

Organize estes dados em colunas separadas, para cada índice corporal.

Passo 2.

Transfira os dados para um programa estatístico, que permita adicionar linhas adicionais aos gráficos do tipo “*Scatter Plot*”. Neste caso, foi adotado o programa NCSS 2020.

Abra o programa e realize os seguintes caminhos: na barra de menu escolha opção *File*, em seguida a opção: *Import*, e escolha o arquivo *Excel*.

Após abrir a planilha, novamente na barra de Menu, escolha a opção *Graphics*, em seguida a opção *Scatter Plot*, e novamente *Scatter Plot*:

Abrirá a seguinte janela:

Insira no primeiro campo da variável Y: IMG, e no segundo campo da variável X:IMIG
No terceiro campo da variável agrupamento: a classificação criada para %MG.

Clique em “RUN”

Aparecerá a seguinte janela:

Passo 3:

Na barra de ferramentas escolha X axis. Neste janela, configure o gráfico para aparecer as linhas de baixo e de cima do gráfico.

Na opção Y axis, faça o mesmo para aparecer as linhas do lado esquerdo e direito. Fechando o gráfico em um quadro.

Também defina o mínimo e o máximo dos eixos. Neste caso, para melhor visualização dos dados foi escolhido para o eixo X entre 10 e 25, e para o eixo Y entre 0 e 15.

As médias plotadas irão aparecer de acordo com a classificação da %MG. Cada cor correspondendo a uma categoriais, demosntradas na legenda.

Na opção *Grid Lines*, irá aparecer a seguinte janela:

Escolha a primeira opção (para apenas aparecer as linhas de grade verticais correspondentes aos valores, caso queira destacar também os valores de IMIG (opcional).

Não seleccionar nenhuma opção de eixo Y, pois a intenção é adicionar linhas horizontais de acordo com os pontos de corte do IMG. Para isto, estas linhas serão adicionadas no mesmo caminho que serão adicionadas as linhas diagonais crescentes e decrescentes vá até a opção Extras. Aparecerá a seguinte janela:

Para cada linha extra (determinada por um seguimento do ponto A a um ponto B) você deve determinar as coordenadas da linha (ponto A e Ponto B).

Passo 4:

Para criar as linhas diagonais descendentes correspondentes aos pontos de corte do IMC, precisará pensar na relação pitagórica: $IMC (kg/m^2) = IMG(kg/m^2) + IMIG(kg/m^2)$.

Por exemplo, para o ponto de corte de $18,5 kg/m^2$ (EN normal, segundo a referência escolhida): se uma pessoa tem o valor 0 de IMG (Y), precisa ter 18,5 de IMIG (X). Se uma pessoa tem valor 10 de IMIG (X) precisa ter 8,5 de IMG (Y).

Procure fazer as contas com os valores de limite do eixo, neste caso, o valor de X começava em 10. E de Y em 0. Desta forma, encontrará as coordenadas para fechar o triângulo retângulo correspondente aquele valor do ponto de corte.

Para cada ponto de corte adicione uma linha.

Passo 5

Para adicionar as linhas extras ascendentes correspondentes aos pontos de corte da %MG. Precisar pensar na seguinte equação: $\%MG = (IMG / IMG + IMIG) * 100$.

Substitua pelos eixos: $\%MG = (y / y + x) * 100$.

Para o ponto A terá que substituir X por 10.

Para o ponto B terá que substituir Y por 25.

Lembrando que 10 e 25 são os limites do eixo X, pré estabelecidos.

Para criar o segmento do ponto de corte de 26,9% (EN normal, segundo a referência escolhida) terá que desenvolver a equação conforme o exemplo:

Para o ponto A:

$$\%MG = (y / y + x) * 100$$

$$26,9 / 100 = y / y + x$$

$$0,269 = y / (y + 10)$$

$$Y = 0,269 * (y + 10)$$

$$Y = 0,269 y + 2,69$$

$$1y - 0,269 y = 2,69$$

$$0,731y = 2,69$$

$$Y = 2,69 / 0,731$$

$$y = 3,7 = IMG$$

Para o ponto B:

$$\%MG = (y / y + x) * 100$$

$$0,269 = y / y + 25$$

$$Y = 0,269 * (y + 25)$$

$$Y = 0,269 y + 6,725$$

$$1y - 0,269 y = 6,725$$

$$0,731y = 6,725$$

$$Y = 6,725 / 0,731$$

$$Y = 9,2 = IMG$$

Assim, as coordenadas são: Ponto A: (10; 3,7); Ponto B (25; 9,2).

É opcional que crie uma planilha no *Excel* para facilitar estes cálculos, pois precisará repetir os cálculos para cada categoria. Segue um exemplo de planilha abaixo:

Passo 7.

Verifique a Imagem gerada:

Certifique-se que as linhas de %MG estão separando os indivíduos de cada grupo corretamente. Caso positivo, retorne ao gráfico criado e apague o terceiro campo da variável de agrupamento. Assim, os dados não serão plotados de forma colorida para cada categoria de %MG.

Ficará apenas de uma cor:

Passo 8.

Copie a imagem do gráfico em um programa que permita adicionar caixas de texto a figura. No caso, foi escolhido o PowerPoint

Adicione os nomes das categorias a mão:

Repita para o sexo masculino.

No programa NCSS, poderá configurar cor, ou formato dos pontos para diferenciar os sexos.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer do CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Índice de massa gorda e índice de massa isenta de gordura em adultos jovens

Pesquisador: FRANCIANE GOES BORGES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 03471118.9.0000.5659

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.147.991

Apresentação do Projeto:

O Projeto intitulado Índice de massa gorda e índice de massa isenta de gordura em adultos jovens, tem como pesquisador responsável o docente Prof Dr. Dalmo Roberto Lopes Machado. Ele será o orientador da aluna Franciane Góes Borges, neste projeto de mestrado. "A necessidade de monitorar e tratar a obesidade, suas comorbidades e os riscos associados à saúde é bem reportada na literatura. O Índice de Massa Gorda (IMG) e o Índice de Massa Isenta de Gordura (IMIG) apresentam vantagens na classificação do estado nutricional em relação ao Índice de Massa Corporal e a porcentagem de gordura corporal (%GC). Os valores de classificação desses índices foram referenciados por Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia (DXA). A aplicação dessa referência gerada por DXA para métodos mais simples e de baixo custo operacional seria interessante para sua difusão na área da saúde, contudo ainda não foi testada. Assim, o objetivo desse estudo será comparar métodos antropométricos e bioimpedância elétrica para determinação do IMG e IMIG em uma amostra brasileira de adultos jovens, referenciados por técnica densitométrica. Para isso serão determinados o IMG e o IMIG de uma amostra de 121 jovens universitários (18 a 30 anos) a partir da DXA (método de referência); por bioimpedância elétrica e por dobras cutâneas. Após classificar o estado nutricional dos participantes, será testada a diferença entre os métodos e a referência."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral: "Comparar diferentes métodos na determinação de índices da composição corporal

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

CEP: 14.040-907

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3315-0494

E-mail: cep60@usp.br

USP - ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO DA USP

Continuação do Parecer: 3.147.991

referenciados na DXA em uma amostra brasileira de adultos jovens de ambos os sexos."

Objetivos Específicos: "a) Determinar MG e MIG absoluta por DXA, BIA e DOCs"; "b) Calcular IMG e IMIG e classificar o estado nutricional do IMG segundo Kelly, Wilson e Heymsfield, para os três métodos, considerando idade e sexo."; "c) Comparar os valores absolutos do IMG e IMIG, e da classificação do IMG obtidos por DOCs e BIA, identificando a concordância entre métodos referenciados na DXA. "

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: " A participação nessa pesquisa apresentou riscos considerados mínimos. O participante poderia sentir algum desconforto ou incômodo durante as medidas antropométricas por dobras cutâneas uma vez que seria utilizado um adipômetro. Os demais instrumentos não causavam desconforto. O aparelho de Bioimpedância elétrica utilizado emite intensidade da corrente elétrica de 800 A (microAmpères) e tem frequência fixa de 50 kHz (KiloHertz). Esses valores são abaixo do Limite de Segurança de Corrente Elétrica - ES1-1985. A DXA utilizada tem sistema de absorção de Raio X de dupla energia de 100 kVp/140 kVp radiação cerca de 20 vezes menor do que um raio-X de mãos. Na ocorrência de danos relacionados à sua participação nessa pesquisa era garantido o direito de indenização pelo pesquisador e instituição envolvida. As informações coletadas terão exclusividade para fins de pesquisa e divulgação no meio acadêmico, preservando o anonimato sobre a sua identificação, em conformidade com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde."

Benefícios: "Cada voluntário recebeu uma cópia de seus exames, com uma avaliação precisa e detalhada da Composição Corporal. O conhecimento desses dados poderá estimular o participante a aderir um estilo de vida saudável. Em uma perspectiva mais ampla espera-se que este estudo venha contribuir com informações relevantes em relação aos índices antropométricos, de forma que o conhecimento construído possa aprimorar e avançar ainda mais os estudos na área, uma vez que os pesquisadores se comprometeram a divulgar os resultados obtidos."

Riscos e benefícios condizentes e descritos de forma apropriada e referentes à pesquisa anterior (Protocolo CAAE 57511516.5.0000.5659), a qual coletou os dados que serão utilizados nesta pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa mostra-se clara e justificada quanto aos objetivos, procedimentos e resultados esperados, com coerente fundamentação científica.

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

CEP: 14.040-907

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3315-0494

E-mail: cep90@usp.br

Continuação do Parecer: 3.147.991

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os pesquisadores justificam a dispensa do TCLE pelo seguinte motivo:

"No projeto serão reutilizados dados antropométricos bem como medidas por Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia (DXA) e Bioimpedância elétrica já realizados em pesquisa anterior do Grupo de Estudos GEPEATE (Protocolo CAAE 57511516.5.0000.5659). Não há risco para os pacientes associados à execução deste trabalho, não serão realizados exames ou procedimentos adicionais, e seria provavelmente inexequível a tarefa de realizar a reconvocação de todos os pacientes para solicitar a assinatura do TCLE. Diante do exposto, solicitamos perante a este Comitê de Ética em Pesquisa da EEFERP/USP avalie a possibilidade de dispensa do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Chegamos a conclusão de que o projeto cumpre as exigências deste Comitê.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto encontra-se APROVADO para execução. Pedimos atenção aos seguintes itens:

- 1) De acordo com a Resolução CNS n.º 468/2012, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais (parciais e final, em função da duração da pesquisa);
- 2) Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada. Neste caso, o pesquisador deve aguardar nova aprovação do CEP para realizar os procedimentos de acordo com as mudanças solicitadas;
- 3) Sobre o TCLE: caso o termo tenha DUAS páginas ou mais, lembramos que no momento da sua assinatura, tanto o participante da pesquisa (ou seu representante legal) quanto o pesquisador responsável deverão RUBRICAR todas as folhas, colocando as assinaturas na última página;
- 4) Caso haja instituição(ões) coparticipante(s) no projeto, atender a solicitação da carta n.º 0212/CONEP/CNS, de 21 de outubro de 2010;
- 5) GARANTIR QUE NOS MOMENTOS DE ATIVIDADE FÍSICA SEMPRE HAJA PELO MENOS UM MEMBRO DA EQUIPE DE PESQUISA APTO A PRESTAR OS SOCORROS DE URGÊNCIA, INCLUSIVE MASSAGEM CARDÍACA E USO DO DEA, CASO NECESSÁRIO.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

UF: SP

Telefone: (16)3315-0494

CEP: 14.040-907

Município: RIBEIRÃO PRETO

E-mail: cep90@usp.br

USP - ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO DA USP

Continuação do Parecer: 3.147.991

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1208275.pdf	26/11/2018 16:34:34		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	20/11/2018 12:36:23	FRANCIANE GOES BORGES	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	12/11/2018 13:19:18	FRANCIANE GOES BORGES	Aceito
Declaração de Pesquisadores	oficio.pdf	21/10/2018 17:45:16	FRANCIANE GOES BORGES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	dispensatcle.pdf	21/10/2018 17:44:00	FRANCIANE GOES BORGES	Aceito
Folha de Rosto	folharosto.pdf	15/10/2018 17:49:35	FRANCIANE GOES BORGES	Aceito
Orçamento	Orçamento2.pdf	11/09/2018 15:14:26	FRANCIANE GOES BORGES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIBEIRAO PRETO, 14 de Fevereiro de 2019

Assinado por:

Carlos Roberto Bueno Júnior
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

CEP: 14.040-007

UF: SP

Município: RIBEIRAO PRETO

Telefone: (16)3315-0494

E-mail: cep90@usp.br