UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

**Relação entre índices de gordura corporal e
massa óssea em adultos e idosos: estudo ISA -
Capital (2015)**

Patricia Couceiro Santos

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Nutrição em Saúde
Pública da Faculdade de Saúde Pública da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Nutrição em Saúde
Pública

Orientadora: Profa. Dra. Barbara Santarosa
Emo Peters

São Paulo
2018

Relação entre índices de gordura corporal e massa óssea em adultos e idosos: Estudo ISA – Capital (2015)

Patricia Couceiro Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Nutrição em Saúde Pública

Orientadora: Profa. Dra. Barbara Santarosa Emo Peters

Versão original

São Paulo

2018

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da tese/dissertação.

Catálogo da Publicação

Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecária da FSP/USP: Maria do Carmo Alvarez - CRB-8/4359

Couceiro Santos, Patricia

Relação entre índices de gordura corporal e massa óssea em adultos e idosos: estudo ISA - Capital (2015) / Patricia Couceiro Santos; orientadora Profa. Dra. Barbara Santarosa Emo Peters. -- São Paulo, 2018.
158 p.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2018.

1. composição corporal. 2. massa óssea. 3. gordura corporal. 4. índices antropométricos. I. Santarosa Emo Peters, Profa. Dra. Barbara , orient. II. Título.

Á Deus, pelas oportunidades de conquistar conhecimento e seu imenso cuidado e amor.

Á minha família, especialmente meu esposo, pelo incentivo e amor incondicional!

AGRADECIMENTOS

O mestrado foi resultado de uma longa trajetória e fruto de muita dedicação, mas também da participação de diversas pessoas queridas. Registro aqui meus agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, me apoiaram nessa fase e contribuíram para o desenvolvimento da dissertação de mestrado.

Aos meus pais, Maria Iva de Oliveira e Angelo Couceiro, por todo carinho e suporte, conselhos e incentivo nas escolhas profissionais e na paixão pelos estudos. Ao meu irmão Leonardo Couceiro, por ouvir atentamente as dificuldades que se apresentam no caminho daquele que decide estudar e aperfeiçoar-se profissionalmente.

Ao Elinaldo C. Santos, meu querido esposo, companheiro, confidente, por compartilhar momentos alegres e de tensão, pela compreensão nas horas mais difíceis e pela paciência nesse período de longo período, fins de semana dedicados a pesquisa em meio a artigos e computadores. Obrigado pelo suporte de informática, instalações e consultoria!

Aos meus avós, a avó materna Maria Alves e os paternos Harley e Maria pelo carinho e apoio. Aos tios, especialmente minha tia Aparecida Zanardi e minha tia Dirce que sempre tiveram palavras de motivação e são exemplos de dedicação e motivação em meio as dificuldades.

Aos sogros Eliana Valeriana de Brito e Ademir Paixão Santos, bem como, ao cunhado Eliel Brito, cunhada Sandra, Nilton e as gêmeas, bem como, os tios e primos pelo incentivo e momentos descontraídos.

A vó do meu esposo Marina Magalhães é uma inspiração aos seus 99 anos de vida, com sabedoria, compreensão e exemplo de vida.

A toda a minha família, que sempre me incentivou e compreendeu minha ausência em encontros, especialmente na fase final.

À Lígia A. Martini, professora, supervisora, agradeço pela motivação, por ser um exemplo de superação de limites, pela oportunidade fornecida de fazer parte do grupo de pesquisa e iniciar o Mestrado conciliando a área de docência. Obrigada pelos ensinamentos, por guiar com propostas.

À Prof^{as} Regina Mara Fisberg por autorizar o uso dos dados do estudo ISA – Capital para este estudo, e envolvimento na coleta de dados. Agradeço pelo convívio e aprendizado durante os anos de pós-graduação.

À Bárbara Santarosa Emo Peters, orientadora, pelas correções, propostas e sugestão de tema de pesquisa. Tornou-se amiga, companheira e parceira nesta empreitada. Por ter acreditado no meu potencial, por me acalmar em cada fase e contribuir para me tornar uma pesquisadora melhor. Obrigada pelas conversas e ensinamentos.

Às alunas da Prof^a Lígia e amigas: Natasha A. G. França, Elisabete A. Santos, Kelly Giudici, Mariana A. P. Lopes, Elena Curatella e Marcela Menah S. Lima, pelos momentos compartilhados na coleta de dados e elaboração do trabalho, pelo companheirismo, dedicação e profissionalismo da equipe!

As atuais e ex-alunas da Prof^a Regina: Mariane M. Fontanelli, Diva Aliete S. Vieira, Jaqueline L. Pereira, pela amizade, empenho e trabalho conjunto.

Ao Prof^{or} Wolney Conde e Prof^a Marle dos Santos Alvarenga pelos esclarecimentos após aulas, artigos e seus conselhos.

A Prof^a Sandra Ribeiro e ao Prof^{or} Sergio Maeda, por aceitarem participarem na banca, leitura cuidadosa do trabalho e orientações durante o processo de qualificação e finalização.

À Profa Viviana Giampaoli e alunas Bruna Bronhara e Tamires V. Nakamura, por aceitarem a temática e contribuir com o a análise no

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) pelo Departamento do Instituto de Matemática e Estatística (IME) com sugestões de análises estatísticas.

Ao Prof. Wilson Jacob Filho, professor de geriatria da Faculdade de Medicina da USP, pelas aulas e por apresentar o encanto da docência com qualidade de apresentação e aperfeiçoamento na comunicação.

À Profa Maria de Fátima Nunes Marucci, desde a especialização em Saúde Pública na USP com a participação na equipe do estudo SABE – saúde bem-estar e envelhecimento, dispôs em aconselhar projetos de pesquisa.

Aos funcionários do Departamento de Nutrição da pós-graduação, especialmente a Alessandra, com seu bom humor, ao Diego e ao Jonathan que atenderam em todos os momentos para que os prazos e materiais fossem entregues.

A gestora do Curso de Nutrição da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS), Prof^a Rita M. M. Goulart que acreditou nessa conquista e me motivou para realizar o processo seletivo. Às Prof^{as} Marcela Previato, Taíse Martinoff, Fernanda G. Magalhães, Paula Morcelli de Castro, Elaine Guaraldo e Pauliana C. Noronha, pelas experiências compartilhadas, apoio e motivação em cada etapa.

Aos alunos, funcionários e colegas de trabalho pela união, colaboração e amizade.

Aos professores, colegas de disciplinas e aos funcionários da Faculdade de Saúde Pública nos diversos departamentos.

A rede Novo Tempo, com os apresentadores e programas que inspiram, fortalecem princípios e valores. Foi minha companheira em momentos de relaxamento com mensagens e músicas inspiradoras.

Ao Pr. Chaguri e amigos da comunidade cristã que por meio de mensagens incríveis fui capaz de descobrir áreas tão essenciais na vida e desfrutar de projetos e experiências incríveis!

A amiga Yrma, com sua maneira especial de viver, ao seu esposo Carlinhos e filhos. Aos amigos Eliane e Marcos e suas filhas queridas, confidentes e próximos na jornada da vida. A amigos que apesar do contato *online*, são próximos no coração e tenho certeza que pela oração e incentivo acreditaram nessa conquista. Obrigado pelos likes!

As Professoras Mariane, Patricia e Janaina com muito ânimo nas aulas de pilates e ginástica. Acredito que por meio dos exercícios fui capaz enfrentar as dificuldades com sorriso do rosto.

E a todos àqueles que, de alguma forma, participaram dos momentos importantes em toda minha trajetória de pós-graduação.

À Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, a qual me permitiu o aprendizado e oportunidades na área de pesquisa e ensino. Por meio dos seus ensinamentos tenho o propósito de divulgar e continuar os princípios de qualidade científica em minha profissão!

O mundo tem tido seus grandes ensinadores, homens de poderoso intelecto e vasto poder investigativo, homens cujas palavras têm estimulado o pensamento e revelado extensos campos ao saber; tais homens têm sido honrados como guias e benfeitores do gênero humano; há, porém, Alguém que Se acha acima deles.

Podemos delinear a série dos ensinadores do mundo, no passado, até ao ponto a que atingem os registros da História; a Luz, porém, existiu antes deles. Assim como a Lua e as estrelas do nosso sistema planetário resplandecem pela luz refletida do Sol, assim também os grandes pensadores do mundo, tanto quanto são verdadeiros os seus ensinamentos, refletem os raios do Sol da Justiça. Cada raio de pensamento, cada lampejo do intelecto, procede da Luz do mundo.

E. G. W (1827-1915)

RESUMO

SANTOS, P. C. **Relação entre índices de gordura corporal e massa óssea em adultos e idosos: Estudo ISA – Capital (2015)**. Dissertação - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2017.

Introdução - Nos últimos anos diversas hipóteses foram investigadas sobre a relação entre gordura corporal e a massa óssea. **Objetivo** - O presente estudo visa avaliar a associação de índices de gordura corporal e massa óssea em adultos e idosos.

Metodologia - O estudo foi desenvolvido com os dados obtidos do estudo transversal de base populacional intitulado Inquérito Domiciliar de Saúde no Município de São Paulo (ISA Capital – 2015), realizada de janeiro de 2015 a maio de 2016. A amostra foi composta por 296 indivíduos, sendo 129 adultos (18 a 59 anos) e 167 idosos (60 anos ou mais), de ambos os sexos. Utilizando os dados antropométricos, foram calculados os índices: Índice de Massa Corpórea (IMC), Índice de Conicidade (IC), Índice de Circularidade Corporal (ICC), Índice de Formato Corporal (IFC), Índice de Adiposidade Corporal (IAC), Índice de Gordura Corporal (IGC) e Índice de Adiposidade Visceral (IAV). Além disso, foram avaliados os dados de gordura corporal (GC) em kg, gordura visceral (GV em gramas), porcentagem de gordura corporal (%GC) e densidade mineral óssea de corpo total (DMO CT), coluna lombar (DMO L1-L4) e do colo do fêmur (DMO femoral), obtidos pelo DXA (modelo Lunar iDXA Advance, GE Healthcare, Madison, WI, USA). Foram calculadas estatísticas descritivas (média, desvio-padrão, percentis); a normalidade foi testada por Anderson-Darling, foi aplicado o teste Mann-Whitney e a correlações de Spearman. A GC (kg) foi ajustada por sexo e idade e a DMO CT, L-L4 e femoral foram ajustadas por gênero, classe etária, atividade física, ingestão de álcool e tabagismo com o uso de Modelos Lineares Generalizados. Uma vez identificado o modelo mais adequado a uma variável resposta, procurou-se reduzir o número de parâmetros com uso do Critério de Informação Akaike (AIC). Para realizar essas análises foi utilizado o software SPSS, 23.0 (SPSS Inc, Chicago IL, USA) e R (Projeto para estatística em sistema computacional) for Windows, versão 3.4.1. O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados - No artigo 1 é apresentado uma revisão sobre a relação entre os índices antropométricos e de gordura corporal com Doenças Crônicas Não-Transmissíveis

(DCNT) como diabetes mellitus, hipertensão arterial sistêmica, síndrome metabólica entre outras. No artigo 2, foi observado baixa proporção de osteoporose nos participantes. Na relação entre os índices antropométricos com a GC (kg), verificamos que com exceção do IFC e IAV, os demais índices apresentaram correlação positiva e significativa com a GC em kg ($p < 0,001$). Entretanto, o modelo que apresentou o melhor ajuste e associação para a GC foi o IGC (89,97%), seguido do IMC (83,93%). Na associação dos índices com a DMO nos 3 sítios (DMO CT, L-L4 e femoral), observamos baixos valores de predição dos modelos avaliados, sendo que o modelo que apresentou melhor associação foi o IMC para DMO femoral. **Conclusão** – O índice antropométrico que mais se aproximou da GC (kg) foi o IMC, como observado na análise de correlação e confirmado na análise inferencial, uma vez que as fórmulas para obtenção de ambos os índices são muito semelhantes. Na relação com a DMO, nenhum índice antropométrico é capaz de predizer a DMO nos 3 sítios avaliados na amostra estudada.

Descritores: composição corporal, massa óssea, gordura corporal, índices antropométricos

ABSTRACT

SANTOS, P. C. **Relationship between body fat indexes and bone mass in adults and the elderly: ISA Capital Study (2015)**. Dissertation - Faculty of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, 2017. Portuguese.

Introduction - In recent years several hypotheses have been investigated on the relationship between body fat and bone mass. **Objective** - The present study aims to evaluate the association of body composition indexes and bone mass in adults and the elderly. **Methods** - The study was conducted in a subsample from the population-based cross-sectional study titled Health Study of São Paulo (ISA-Capital Study-2015), held from January 2015 to May 2016. This 396 individuals, 129 adults (18 to 59 years) and 167 elderly (60 and over), of both sexes. Data on demographic, anthropometric [weight (kg), height (m), waist circumference and hip (cm)], body composition (body fat distribution) and bone (bone mineral density and composition) analyzed. The ratios were calculated, ranked and analyzed: Body Mass Index (BMI), Body Adiposity Index (BAI), Body Roundness Index (BRI), a Body Shape Index (ABSI) and the Conicity Index (C index) and as a comparison method was the Fat Mass Index (FMI) obtained by DXA. Bone mineral density (BMD) was evaluated in the lumbar spine L1-L4 and femoral neck through energy dual beam absorptiometry technique, issued by an X-ray source - DXA (dual-energy X-ray absorptiometry) Lunar model iDXA Advance (GE Healthcare, Madison, WI, USA). Descriptive statistics (mean, standard deviation, percentiles) were calculated; the normality was tested by Anderson-Darling, thus the Mann-Whitney test and Spearman correlations were applied. The BF (kg) was adjusted by gender and age and the CT, L-L4 and femoral BMD were adjusted for gender, age group, physical activity, alcohol intake and smoking, with the use of Generalized Linear Models. Once the most appropriate model was identified for a response variable, we attempted to reduce the number of parameters using the Akaike Information Criterion (AIC). The SPSS software, 23.0 (SPSS Inc, Chicago IL, USA) and R (Computer statistical system design) for Windows, version 3.4.1 for data analysis were used. The level of significance was set at 5%. **Results** - In article 1, it

presents revision about the relationship between anthropometric and body fat indexes with chronic-degenerative diseases (CDC) such as diabetes mellitus, systemic arterial hypertension, metabolic syndrome, among others. In article 2 a low proportion of osteoporosis was observed in the participants. In the relationship between the anthropometric indices with the BF (kg), we observed that, with the exception of the IFC and VAI, the other indexes presented a positive and significant correlation with the BF in kg ($p < 0.001$). However, the model that presented the best fit and association for BF was FMI (89.97%), followed by BMI (83.93%). In the association of the indexes with BMD in the 3 sites, we observed low values of prediction of the models evaluated, and the model that presented the best association was the BMI for femoral BMD.

Conclusion - The anthropometric index that most approached the BF (kg) was BMI, as observed in the correlation analysis and confirmed in the inferential analysis, since the formulas to obtain both indices are very similar. In relation to BMD, no anthropometric index is able to predict BMD at the 3 sites evaluated in the studied sample.

Key - words: body composition, bone mass, body fat, anthropometric indexes

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	20
1. INTRODUÇÃO	21
1.1 MASSA ÓSSEA	21
1.2 PESO CORPORAL RELACIONADO A MASSA ÓSSEA.....	22
1.2.1 Peso corporal e massa óssea	22
1.2.1.1 Mecanismo da carga mecânica exercida pelo peso corporal	23
1.3 COMPOSIÇÃO CORPORAL RELACIONADO A MASSA ÓSSEA.....	25
1.3.1 Teorias de remodelação de osso com base na secreção de substâncias pelo tecido adiposo	27
1.3.1.1 Leptina e massa óssea.....	28
1.3.1.2 Adiponectina e massa óssea	30
1.3.1.3 Citocinas inflamatórias e massa óssea.....	30
1.4. ASSOCIAÇÃO ENTRE A OBESIDADE, OSTEOPOROSE E FRATURA.....	33
1.5 ESTIMATIVA DA GORDURA CORPORAL TOTAL E A MASSA ÓSSEA	35
1.5.1 Altura.....	36
1.5.2 Circunferência da Cintura (CC) e Circunferência do Quadril (CQ)	36
2. JUSTIFICATIVA.....	38
3. OBJETIVOS.....	39
3.1. Objetivo Geral.....	39
3.2. Objetivos Específicos.....	39
4. METODOLOGIA	40
4.1 DELINEAMENTO E POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	40
4.2 VARIÁVEIS DO ESTUDO.....	42
4.2.1 Avaliação antropométrica	42
4.2.2 Densitometria óssea e de corpo total.....	45
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	47
4.5.1 Análise descritiva dos dados.....	47
4.5.2 Análise inferencial dos dados.....	47
4.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5.1 Artigo de Revisão/Artigo 1	51
4.2 Artigo 2/ Artigo original.....	101
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	128

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
ANEXOS	144
ANEXO I. Protocolo de avaliação antropométrica, de força e desempenho muscular	145
ANEXO II. Protocolo de agendamento do exame de densitometria	147
ANEXO III. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	148
ANEXO IV. Solicitação de isenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	150
ANEXO V. Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da FSP/USP	152
Curriculo lattes do autor e do orientador	157
Patricia Couceiro Santos	157
Profª Drª Barbara Santarosa Emo Peters	158

LISTA DE TABELAS, QUADRO E FIGURAS

DISSERTAÇÃO

MÉTODOS

Tabela 1.	Classificação do IMC para adultos segundo OMS (1995).....	43
Tabela 2.	Classificação do IMC para idosos segundo OPAS (2002).....	43
Tabela 3.	Classificação do Índice de Gordura Corporal (IGC) kg/m ²	44

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ARTIGO 1

Figura 1.	Descrição teórica do conceito do índice de conicidade (IC). IC modela o acúmulo de gordura na área abdominal representado no corpo progressivamente como um cilindro (a) para o formato biconidal (b). Figura publicada com permissão da Oxford University Press.....	82
Figura 2.	Representação dos modelos distintos desenvolvidos por THOMAS et al., (2013): uma elipse à base da cintura e uma elipse à base do quadril.....	82
Figura 3.	Representação de diferentes perfis corporais apresentando o IMC de 27kg/m ² com classificação de ICC diferentes.....	83
Tabela 1.	Classificação do Índice de Gordura Corporal (IGC).....	84
Tabela 2.	Representação das faixas de ICC e porcentagem de gordura corporal em ambos sexos segundo as classificações de IMC, banco de dados NHANES.....	85

Quadro 1.	Principais achados dos estudos avaliados sobre os índices antropométricos, São Paulo, 2018.	86
-----------	--	----

ARTIGO 2

Tabela 1.	Perfil antropométrico dos participantes da pesquisa (n=296) de 20-94 anos.....	111
Tabela 2.	Valores de AIC e porcentagem de explicação de todos os modelos testados para prever Gordura Corporal (kg) (n=296).....	113
Tabela 3.	Correlações de Spearman entre os Indicadores de composição corporal e Densidade Mineral Óssea em diferentes sítios (n=296).....	114
Tabela 4.	Correlações de Spearman entre os Indicadores de composição corporal e Densidade Mineral Óssea em diferentes sítios (n=296).....	115
Tabela 5.	Valores de AIC e porcentagem de explicação de todos os modelos testados para prever DMO total (n=296).....	116
Tabela 6.	Valores de AIC e porcentagem de explicação de todos os modelos testados para prever DMO L1-L4 (n=296).....	117
Tabela 7.	Valores de AIC e porcentagem de explicação de todos os modelos testados para prever DMO femoral.....	118

ABREVIATURAS

%	Porcentagem
1,25 (OH) ₂ D ₃	1α25 dihidroxivitamina D
AP-1	Ativador proteico 1
BF	<i>Body fat</i>
CC	Circunferência da cintura
CEM	Células estaminais mesenquimais
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
cm	Centímetro
CQ	Circunferência de quadril
Db	Mutação do gene da leptina
DCNT	Doenças Crônicas não-transmissíveis
DMO	Densidade Mineral Óssea
DP	Desvios-padrão
DXA	Absorciometria com raios-x de dupla energia / <i>Dual X-ray absorptiometry</i>
FGF-23	Fator de crescimento de fibroblastos 23 / <i>fibroblast growth factor 23</i>
FNT α	Fator de necrose tumoral alfa
FRAX	Instrumento de avaliação de risco para fratura / <i>Fracture Risk Assessment Tool</i>
GC	Gordura corporal
GH	Hormônio do crescimento / <i>Growth hormone</i>
GV	Gordura Visceral
HDL	Lipoproteína de alta densidade / <i>High Density Lipoprotein</i>
HVM	Hipotálamo ventro-medial
IAC	Índice de adiposidade corporal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de conicidade
ICC	Índice de circularidade corporal
IFC	Índice de Formato Corporal
IGC	Índice de Gordura Corporal

IGF-1	Fator de crescimento de Insulina-1 / <i>Insulin Growth Factor 1</i>
IL- 6	Interleucina 6
IL-17	Interleucina 17
IL-1 β	Interleucina 1 beta
IL-23	Interleucina 23
IL-6	Interleucina 6
IL-6sR	receptor solúvel de Interleucina-6
IOF	International Osteoporosis Foundation
ISCD	<i>The International Society for Clinical Densitometry</i>
ISA Capital	Inquérito Domiciliar de Saúde no Município de São Paulo
JAK/STAT	Via de sinalização Janus Kinase/Transdutores de Sinal e Ativadores de Transcrição
Kg	Quilos
Mabs	Anticorpos monoclonais
MG	Massa gorda
MM	Massa muscular
NAMS	Sociedade Norte-Americana de Menopausa / North American Menopause Society
NF- κ B	Fator nuclear de kappa B
OMS	Organização Mundial de Saúde / <i>World Health Organization</i> (WHO)
ON	Óxido nítrico
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PGE2	Prostaglandina E2
PGs	Prostaglandinas
PMG	Proteína morfogenética óssea
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar
PPAR- δ	Receptor ativado por proliferador de peroxisoma delta
PTH	Hormônio da paratireóide / <i>Parathyroid Hormone</i>
R	<i>Project for Statistical Computing</i>
RANK	Receptor ativador do fator nuclear kapa B
RANKL	Ligante do receptor do fator nuclear kapa B

RI	Resistência à insulina
RLC	Rede lacuno-canalicular
RNA	Ácido ribonucleíco
RNA _m	Ácido ribonucleico mensageiro
RUNX2	Fator de transcrição 2
TGF- β	Fator de crescimento tumoral beta
TGL	Triglicerídeos
FNT α	Fator de necrose tumoral alfa
TSH	Hormônio estimulante da tireóide / <i>Thyroid Stimulating Hormone</i>
Wnt	Proteínas Wnt

APRESENTAÇÃO

Essa dissertação foi organizada segundo as normas e diretrizes do Programa de Pós-Graduação em Nutrição em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo deliberadas na sessão 9ª/2008 de 05/06/2008, e atende às normas de apresentação de dissertações/teses contidas no Guia de Apresentação de Teses da Instituição.

A dissertação está organizada nas seguintes seções: **(1) Introdução**, que aborda as alterações na massa óssea e peso corporal, composição corporal, mecanismo mecânico e endócrino relacionado com o peso e gordura corporal sob a massa óssea, fatores associados ao declínio da densidade mineral óssea em adultos e idosos, índices antropométricos e métodos de avaliação nutricional. **(2) Justificativa e Objetivos**, em que são descritos os propósitos do estudo e destaca-se a relevância da investigação; **(3) Metodologia**, aborda os procedimentos e técnicas empregados na coleta, processamento e análise dos dados; **(4) Resultados e Discussão**, que inclui os dois artigos científicos desenvolvidos, **(5) Considerações finais**, que apresentam os principais achados do estudo e **(6) Referências bibliográficas** consultadas para elaboração do estudo; Em **Anexos**, apresenta os questionários utilizados para a coleta de dados e demais documentos de interesse; primeira página do Currículo Lattes da autora e de sua orientadora.

Foram elaborados dois artigos, o primeiro de revisão intitulado como “Índices antropométricos utilizados para a avaliação da distribuição da gordura corporal e sua relação com Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT)” e o segundo artigo original sendo, “Associação entre Índices de gordura corporal e massa óssea - Estudo ISA Capital.” que serão submetidos para publicação nos periódicos.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos diversas hipóteses foram elucidadas sobre a relação entre peso corporal e a massa óssea. O mecanismo da associação parece estar relacionado à carga mecânica do peso corporal total, bem como à função endócrina do tecido adiposo, que libera várias adipocinas ativas no sistema ósseo (CAO, 2011). O desequilíbrio entre adipogênese e a osteogênese pode alterar o número de células que compõem os ossos, e a gordura corporal interfere com a homeostase dos ossos através de vários fatores não totalmente esclarecidos pela literatura. Observa-se que estudos que investigaram a influência da gordura corporal sobre a massa óssea apresentam diferenças entre populações.

1.1. MASSA ÓSSEA

É durante a infância e a adolescência que se adquire grande parte do tecido mineral do organismo, período em que se observa o aumento mais significativo da massa óssea. Do aumento total da Densidade Mineral Óssea (DMO) durante a vida, 50% ocorre nos três primeiros anos de vida pós-natal até o início do desenvolvimento puberal. A DMO apresenta aumento de 30% durante o desenvolvimento puberal e aproximadamente 20% durante a adolescência tardia, mantendo seus níveis até a idade de 21 - 25 anos, quando a massa óssea se estabiliza até a 4ª - 5ª década de vida, com início de perda fisiológica gradual secundária ao avanço da idade (BONJOUR e CHEVALLEY, 2014).

O aumento de massa óssea em ambos os sexos segue um padrão curvilíneo entre os oito e 30 anos, com idades previstas de pico de massa óssea do início ao final dos 20 anos, tanto para homens como para mulheres, sendo que as mulheres atingem o pico significativamente mais cedo do que os homens (LU et al., 2016). Aproximadamente 60% a 80% da massa óssea dos indivíduos é geneticamente determinada e pode representar de 20 a 40% de variação por fatores modificáveis, incluindo: atividade física, nutrição, tabagismo, estado nutricional, período da menarca, entre outros fatores (BONJOUR e CHEVALLEY, 2014).

A perda de massa óssea, nas mulheres, associa-se principalmente à deficiência de estrogênio, com acelerada reabsorção óssea, e nos homens após a 5ª década de vida (WEAVER et al., 2016). No processo de envelhecimento há diminuição da osteoblastogênese nos locais de remodelagem óssea, bem como a redução da DMO, sendo que esta redução é acompanhada pelo aumento da adipogênese na medula óssea, o que seria um indicador de perda de massa óssea (MOERMAN et al., 2004).

Segundo a *International Osteoporosis Foundation* (IOF, 2017), os preditores mais importantes para diminuição da massa óssea são idade avançada, histórico parental de fratura, inatividade física, função neuromuscular prejudicada, atletas jovens, com restrição alimentar e excessivo exercício, tabagismo, ingestão de álcool; presença de Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT), especialmente diabetes mellitus, uso de medicamentos que afetam a massa óssea, baixo peso corporal e perda de peso.

A massa óssea pode ser estimada através da medição da DMO por meio do exame de absorciometria com raios-x de dupla energia (DXA) nos sítios ósseos, considerada como método padrão-ouro para avaliação da osteoporose. A osteoporose é uma doença ósteo-metabólica caracterizada por perda gradual de massa óssea, enfraquecendo os ossos por deterioração da microarquitetura tecidual devido à perda progressiva de elasticidade e homogeneidade, tendo como consequência a diminuição da quantidade óssea (DMO g/m²), tornando os ossos frágeis e suscetíveis às fraturas (GALI, 2001; WILLIAM e YOUNG, 2015).

1.2. PESO CORPORAL RELACIONADO A MASSA ÓSSEA

1.2.1. Peso corporal e massa óssea

O baixo peso corporal está associado à baixa massa óssea e ao aumento do risco de fraturas (SHAPSES e POP, 2017; SHAPSES e SUKUMAR, 2012; MEYBODI et al., 2011), enquanto que peso elevado está associado ao aumento da massa óssea (FELSON, 1993) e redução do turnover ósseo (PAPAKITSOU, 2004; CIFUENTES, 2003) e da perda óssea (NGUYEN, 1998). As flutuações de peso corporal com

redução maior de 2,5% por ano ocorrem em adultos e podem afetar a DMO e o turnover ósseo (HOLBROOK e BARRETT-CONNOR, 1993; NEWMAN et al., 2005; VON THUN et al., 2014).

A via direta da influência do peso na massa óssea é por meio da carga mecânica. A explicação geralmente aceita dessa relação, é de que maior massa corporal induz a maior carga mecânica sob o osso e, conseqüente aumento da DMO para acomodar a maior carga (DE LAET, 2005). Portanto, o carregamento mecânico é a base do pressuposto que levou à teoria de que a obesidade pode prevenir a perda óssea, osteoporose e fratura (FELSON, 1993; REID, 2002).

1.2.1.1. Mecanismo da carga mecânica exercida pelo peso corporal

As teorias de remodelação óssea baseadas em biomecânica explicam os efeitos da tensão na interface osso e peso corporal. Em 1887, Meier descreveu uma revisão sistemática sobre a mecânica sob o osso trabecular do fêmur. Logo em seguida, em 1892, Wolff expôs uma lei mecânica e afirmou que o osso trabecular se relaciona com as pressões funcionais. E em 1895, Roux sugeriu que o tecido ósseo altera seu aspecto por meio da carga mecânica com processo de regulação celular. Frost propôs a teoria do sistema-mecânico, afirmando que a massa óssea é um resultado direto do uso mecânico do esqueleto. Esses resultados concordam com a lei de Wolff que essencialmente afirma que "a forma segue a função", desta forma, o processo mecânico de modelagem óssea é realizado do interior para o externo do osso por mecanismo complexo (RAMASWAMY et al., 2015).

A função mecânica primária do esqueleto é fornecer suporte rígido para que os músculos atuem mantendo o corpo ereto, desafiando a gravidade. Os ossos estão expostos a milhares de cargas repetitivas a cada dia. Durante o crescimento e o desenvolvimento, o esqueleto otimiza sua arquitetura por adaptações a essas cargas mecânicas (HEMMATIAN et al, 2017).

Os mecanismos de adaptação dos sinais mecânicos envolvem as seguintes etapas (TURNER e PAVALKO, 1998):

- o mecanismo de transdução - transmissão de forças mecânicas em sinais detectados pelas células sensoriais;

- acoplamento bioquímico - conversão do sinal mecânico em um sinal bioquímico por estímulo de resposta celular;
- resposta celular - sinalização nas células sensoriais (provavelmente osteócitos e células do revestimento ósseo) para células efetoras (osteoblastos e osteoclastos) usando diversos mediadores com moléculas de sinalização, tais como: receptor ativador do fator nuclear kapa B (RANKL), proteínas Wnt, proteína morfogenética óssea (PMG), óxido nítrico (ON) e prostaglandina E2 (PGE2), entre outros;
- resposta da célula efetora - formação óssea ou reabsorção com alterações arquitetônicas.

Os osteócitos são incorporados na matriz óssea calcificada e residem em pequenas propriedades denominadas lacunas. Os corpos celulares estão interligados através de longas extensões de células dendríticas (50-60 por célula) que residem em canais pequenos denominados canalículos. As lacunas, juntamente com os canalículos, formam a rede lacuno-canalicular (RLC). A grande área superficial dos osteócitos e seus processos permitem transdução rápida de sinais (HEMMATIAN et al., 2017). Os osteócitos são considerados células responsáveis pela detecção de sinais mecânicos nos ossos, e estão envolvidos na atividade dos osteoclastos e osteoblastos (KLEIN-NULEND et al., 2012).

Os mecanismos pelos quais os osteócitos detectam o carregamento mecânico, e qual sinal mecânico realmente está sendo identificado, são pouco compreendidos. O citoesqueleto provavelmente desempenha um papel fundamental. As integrinas, proteínas de adesão presentes na membrana celular, ancoram-se à matriz extracelular e ligam mecanicamente o exterior da célula ao citoesqueleto, formando estruturas complexas com sinais transmembranares. Esses sinais são complexos e freqüentemente agrupados em adesões focais, e provavelmente funcionam como mecanotransdutores (SANTOS e TORRENT, 2010).

A estimulação mecânica dos osteócitos altera sua atividade metabólica, isto é, começam a produzir moléculas de sinalização como as proteínas Wnt, PMG, ON e PGE2 (ROBLING et al 2008; YOU et al, 2008; SANTOS et al., 2009). Além disso, há evidências substanciais de que os osteócitos podem ser alterados por enzimas e pela síntese de ácido ribonucleíco (RNA) no osso, após o carregamento mecânico (EL HAJ et al., 1990; LEE et al., 2003; TERAJ et al., 1999).

Os osteócitos são células altamente mecanossensíveis e capazes de influenciar indiretamente os osteoclastos na reabsorção óssea, bem como os osteoblastos, que agem na formação óssea. A produção do receptor RANKL pelos osteócitos regula a reabsorção óssea, indicando o papel essencial dos osteócitos na atividade de osteoclastos (NAKASHIMA et al., 2011; XIONG et al., 2011).

As cargas dinâmicas devido à contração muscular são mais anabolizantes para o osso do que as cargas estáticas induzidas pelo excesso de tecido adiposo e se relacionam com a sensibilidade mecânica desses tecidos (MOREIRA et al., 2014). Assim, a obesidade, com o excesso de gordura corporal, pode não conferir uma vantagem mecânica ao osso, se não for acompanhada por maior massa magra e um estilo de vida fisicamente ativo (SHAPSES e SUKUMAR, 2012).

1.3. COMPOSIÇÃO CORPORAL RELACIONADO A MASSA ÓSSEA

A composição corporal (tecido adiposo e tecido muscular) apresenta relação estreita com a massa óssea (ZHAO et al., 2007; REID, 2008). Pesquisas apresentam que tanto a massa magra total como a gordura corporal (kg e %) são fatores independentes positivos para o aumento da DMO (KANG et al., 2015; HO-PHAM et al., 2014; FU, et al., 2011; DYTFFELD et al., 2011). Estudo sugere que a gordura corporal total elevada está associada a maior DMO, mas não é claro quais são todos mediadores que atuam no processo (HO-PHAM et al., 2017).

O tecido adiposo é o maior órgão do corpo humano em extensão e está subdividido em tecido adiposo branco, marrom e bege (PRADO et al., 2009; BOSTROM et al., 2012). É composto por dois compartimentos principais: subcutâneo (anterior e posterior) e por diversos depósitos viscerais, porém, existem ainda depósitos adiposos especializados como linfonodos, adipócitos mamários e células-mãe da medula óssea (KLAUS, 2004; PRADO et al., 2009). É importante considerar que existe uma grande especialização fisiológica e heterogeneidade de células adiposas dependendo da localização do tecido.

Quando nos referimos ao "tecido adiposo", estamos implicando uma série de componentes que o constituem, tais como o adipócito, matriz de tecido conjuntivo, tecido nervoso, células estromo-vasculares e células imunes. Este aspecto tem

importância na definição das substâncias produzidas pelo tecido adiposo e que, cumprindo a função de hormônios, age tanto em nível local (parácrina/autócrina) quanto em nível sistêmico (endócrina) (SCHWARTZ, 2015).

A gordura da medula é distinta do tecido adiposo branco e do tecido adiposo marrom (SCHELLER e ROSEN, 2014; GRIFFITH et al., 2009). Os níveis mais elevados de gordura da medula ocorrem em seres humanos em condições de inanição, alcoolismo, lesão da medula espinhal e repouso prolongado, bem como, em condições associadas à redução da densidade óssea (SCHWARTZ, 2015).

Estudos indicam que a gordura da medula pode funcionar como marcador indireto das alterações no osso e também pode desempenhar um papel direto na saúde óssea. As mudanças na diferenciação que dão origem a osteoblastos e adipócitos de células estaminais mesenquimais na medula podem favorecer a adipogênese sobre a osteoblastogênese, levando ao aumento da gordura da medula com menor formação óssea (SCHWARTZ, 2015).

O principal controle da diferenciação das células estaminais mesenquimais (CEM) é feita pelo receptor ativado por proliferador de peroxisoma delta (PPAR- δ) para a adipogênese e pelo fator de transcrição 2 (RUNX2) para a osteogênese, por meio da via canônica Wnt/ β -catenina desempenhando um papel central. O RUNX2 é um gene essencial para a diferenciação osteoblástica e ativa e/ou reprime outros genes envolvidos na formação do tecido ósseo. Tal como acontece com outros depósitos de gordura, a gordura da medula é um órgão endócrino e pode influenciar diretamente na sobrevivência e função dos osteoblastos e osteoclastos através da liberação de citocinas, adipocinas e ácidos graxos (SCHWARTZ, 2015).

O PPAR δ , mais conhecido como um importante regulador da adipogênese, também é expresso no tecido muscular, hepático e esquelético. É um membro da família de receptores nucleares de fatores de transcrição ativados pelo ligante que, após a ativação, resulta na ativação de genes envolvidos no metabolismo de carboidratos e lipídios. Foi observado que sua ativação de PPAR δ por classes de compostos medicamentosos sensibilizadores de insulina diminui a diferenciação dos osteoblastos, a densidade mineral óssea e a massa óssea trabecular, enquanto ocorre o aumento da diferenciação de adipócitos e do volume de tecido adiposo da medula óssea (CAO, 2011). Estudos observaram que a redução do estímulo da via PPAR δ resulta na osteoblastogênese em detrimento da adipogênese (SHAPSES e SUKUMAR, 2012).

Nas últimas décadas, houve um considerável aumento de interesse nas pesquisas a respeito dos mecanismos metabólicos do tecido adiposo como um órgão endócrino e sua interação com outros tecidos, dentre eles o tecido ósseo.

1.3.1. Teorias de remodelação de osso com base na secreção de substâncias pelo tecido adiposo

A hipótese do mecanismo metabólico considera a capacidade do tecido adiposo de sintetizar e secretar substâncias envolvidas na fisiopatogênese da resistência à insulina (RI), inflamação sistêmica e aterogênese, agindo na remodelação óssea através de seus efeitos na formação ou na reabsorção óssea (REID, 2010; BONJOUR e CHEVALLEY, 2014).

A estas substâncias convencionou-se denominar "adipocinas", também denominadas adipocitocinas, moléculas biologicamente produzidas pelo tecido adiposo que apresentam efeito na massa óssea. As adipocinas são provenientes dos adipócitos, dos macrófagos e das células não adiposas da matriz, sendo que as principais citadas na literatura, com efeito na massa óssea, são a leptina, adiponectina e as citocinas pró-inflamatórias (BONJOUR e CHEVALLEY, 2014).

As adipocinas residem no tecido adiposo e na medula óssea. Várias adipocinas foram estudadas extensivamente e seus efeitos nos ossos e outros tecidos são bem descritos, enquanto que as atividades de novas adipocinas ainda são amplamente desconhecidas.

1.3.1.1. Leptina e massa óssea

A leptina, hormônio derivado de adipócitos mais amplamente reconhecido, desempenha um papel fundamental no osso. No entanto, estudos *in vitro* confirmaram recentemente que o efeito da leptina na massa óssea é complexo, e alguns estudos transversais que avaliam o papel da leptina na DMO relataram efeitos negativos, positivos (REID, 2010; KONTOGIANNI, 2004; GONNELLI, 2008; DIMITRI e ROSEN, 2017) ou nulos (HO-PHAM et al., 2017). São descritos a seguir, mecanismos diretos e indiretos da leptina na massa óssea.

Quanto ao mecanismo direto, observa-se que o receptor de leptina pode ser encontrado em osteoblastos primários adultos e em condrócitos, sugerindo que os efeitos da leptina no crescimento ósseo e metabolismo podem apresentar ações diretas no tecido ósseo (DRIESSLER et al, 2010). Outros estudos mostraram que a leptina pode afetar o crescimento ósseo através da ativação do fator de crescimento de fibroblastos 23 (FGF-23) (TSUJI et al, 2010). A leptina, também afeta e regula a osteocalcina, que por sua vez, afeta o metabolismo ósseo (FERRON et al, 2014). Além disso, a produção de leptina pelos adipócitos da medula óssea pode modificar a ação da leptina circulante no tecido ósseo (LAHARRAGUE et al., 1998).

Pesquisas avaliando a ação da leptina no tecido ósseo normalmente utilizam mutação no gene da leptina (*db*), com início precoce de obesidade, hiperfagia e resistência à insulina, sendo chamados de ratos *db/db*. Nestes estudos, a substituição do tecido ósseo em camundongos que não possuem um receptor funcional de leptina (*db/db*) aumenta a massa óssea sem afetar a homeostase de energia, sugerindo que alguns dos efeitos da leptina no metabolismo ósseo podem ser periféricos e não centrais (TURNER et al. 2013).

A leptina também pode agir de forma indireta na massa óssea através da sinalização cerebral e serotoninérgica, embora esses efeitos tenham sido relatados apenas em modelos animais até o momento. A leptina e a serotonina têm efeitos opostos na massa óssea, a primeira favorece o crescimento ósseo e a segunda inibe a formação óssea. O aumento da leptina via estímulo cerebral, parece diminuir a síntese de serotonina. O mecanismo descrito da serotonina parece estar associado a ligação dos receptores de serotonina 2c no hipotálamo ventro-medial (HVM) e no receptor de serotonina 1b em osteoblastos que, por sua vez, inibe o crescimento ósseo (YADAV et al., 2013).

Nos estudos com humanos, são apresentadas dificuldades em separar os efeitos da leptina dos efeitos hipotalâmicos, no qual o estrogênio, cortisol, fator de crescimento de Insulina-1 (IGF-1 - *Insulin Growth Factor 1*) e o hormônio da paratireoide age sobre o tecido ósseo.

O estrogênio, ativado através do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal pela leptina, induz o crescimento de osteoblastos em humanos. O efeito da terapia de substituição hormonal de estrogênio em mulheres com osteoporose na pós-menopausa aumenta a DMO e reduz fraturas osteoporóticas (DI IORGI et al., 2008, 2010; BREDELLA et al., 2010; SHEN et al., 2012A, 2012B). Em mulheres obesas pós-menopáusicas, a atividade da aromatase P450 no tecido adiposo permite o aumento da produção de estrógenos na mulher. Observa-se que a estrona é o segundo estrógeno mais concentrado na circulação na mulher no período pré-menopausa e o predominante após a menopausa. Ele é, em sua maior parte, derivado do metabolismo do estradiol secretado pelo ovário e da aromatização da androstenediona no tecido adiposo. Na mulher, a conversão da androstenediona a estrona, aumenta em função do envelhecimento e da obesidade devido ao aumento na transcrição da aromatase P450 na gordura subcutânea, nos adipócitos e células estromais (pré-adipócitos). A produção de estrogênio em mulheres obesas é sugerida como um dos mecanismos potenciais para o efeito protetor da massa de gordura no osso (REID, 2002).

O cortisol é outro potencial caminho indireto para a leptina atuar sobre o osso, pois é inibido através do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal pela leptina. Verificou-se que o cortisol inibe o crescimento de osteoblastos e osteoclastos, além de inibir o hormônio do crescimento, que também tem um efeito anabólico sobre o osso. De fato, foram observadas fortes correlações entre cortisol e marcadores de crescimento ósseo, onde níveis mais elevados de cortisol se correlacionam com a diminuição da massa óssea e osteocalcina. Em casos de elevada adiposidade, o que reflete no aumento da leptina e do cortisol, a resistência central à leptina pode mediar os efeitos negativos no metabolismo ósseo em indivíduos obesos (UPADHYAY et al., 2015).

O hormônio estimulante da tireóide (TSH), da paratireoide (PTH) e de crescimento (GH) também podem mediar relações entre leptina e metabolismo ósseo. A leptina ativa hormônios da tireoide através do eixo hipotálamo-hipofisário e é conhecida por regular os níveis de TSH. Enquanto o GH e o IGF-1 são outros mediadores potenciais, ativados através do eixo hipotálamo-hipofisário pela leptina. O

GH causa secreção de IGF-1 no fígado e nos ossos, estimulando a formação óssea. (UPADHYAY et al., 2015; MONTAGNANI, 2014).

1.3.1.2. Adiponectina e massa óssea

O nível de adiponectina, ao contrário de outras adipocitocinas, diminui na obesidade e aumenta após a redução de peso, com efeitos antiinflamatórios e de sensibilização à insulina (REID, 2010; KONTOGIANNI, 2004; GONNELLI, 2008; PYRZAK et al, 2010).

O osso é um tecido alvo da adiponectina que apresenta duas influências opostas nesse tecido. Primeiro, a adiponectina sinaliza nos osteoblastos, o que evita a sua proliferação e aumenta a apoptose de uma forma dependente da enzima fosfofrutocinase 1 (Fox-1) e fosfoinosítídeo 3-quinase ou fosfatidilinositol 3-quinases (PI 3-quinases ou PI3Ks), como resultado diminui a formação óssea, a massa óssea e os níveis de osteocalcina circulantes. No entanto, essas funções são rapidamente mascaradas, porque a adiponectina também possui ação no sistema nervoso simpático no cérebro, através do FoxO1 (*forkhead protein-O1*), age na sua forma não fosforilada como um fator de transcrição nuclear, assim, inibe a atividade de sua produção no sistema nervoso simpático, aumentando a formação óssea (NAPOLI et al, 2014).

Apesar da divergência entre estudos entre a adiponectina e massa óssea, estudos recentes em vitro sugerem o papel positivo da adiponectina no metabolismo ósseo, associado ao metabolismo da gordura corporal.

1.3.1.3. Citocinas inflamatórias e massa óssea

As citocinas inflamatórias, incluindo o fator de necrose tumoral alfa (FNT- α) e interleucina-6 (IL-6), apresentam adverso efeito metabólico, esquelético e cardiovascular (TILG et al., 2008).

A IL-6 é secretada por macrófagos e adipócitos. Sua expressão pode ser estimulada pelas catecolaminas, via receptores adrenérgicos β_2 e β_3 do TAB, quando

em concentrações elevadas, em maior intensidade pela gordura visceral (ou omental) do que pela subcutânea (TILG et al., 2008).

A IL-6, produzida pelo tecido adiposo, tem a sua concentração plasmática proporcional à massa gorda. Entre as ações da IL-6, está o papel de regulador autócrino e parácrino da função do adipócito. Também atua em outros tecidos, estimulando a síntese de proteínas da fase aguda e estimulando o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (SANTOS e TORRENT, 2010).

Em experimentos com ratas após a ovariectomia, foi demonstrado que a formação de osteoclastos foi desencadeada pela IL-6 apenas na presença de receptor solúvel da interleucina – 6 (sIL-6R), apresentando proteção da perda óssea. A expressão de RANKL mostrou essa ação, apenas quando ocorre o acoplamento da IL-6 com o receptor solúvel de Interleucina-6 (IL-6sR), na via de sinalização Janus Kinase/Transdutores de Sinal e Ativadores de Transcrição (JAK/STAT), uma das mais importantes vias de sinalização para transdução do sinal usadas pelas citocinas.

O RANKL é um fator essencial para a osteoclastogênese, uma vez que estimula a diferenciação das células precursoras mielóides em osteoclastos, vinculando-se ao seu receptor de sinalização, RANK (SANTOS e TORRENT, 2010). Consequentemente, foi demonstrado que os anticorpos monoclonais (Mabs) e o anticorpo anti-interleucina-6 inibiram a formação de osteoclastos. Em suma, a IL-6 desempenha fundamental papel na regulação da homeostase óssea (SCHELLER et al., 2011).

Outra citocina pró-inflamatória envolvida na remodelação óssea é o FNT- α . Classicamente, o FNT- α desempenha um papel importante na regulação da homeostase óssea, estimulando ambas ações, tanto a osteoblástica como a osteoclástica (OSTA et al., 2014). Acredita-se que o FNT- α facilita a condução de precursores de osteoclastos a partir da medula óssea (PIETSCHMANN et al., 2016; CAETANO-LOPES et al., 2009).

O FNT- α age diretamente no adipócito regulando o acúmulo de gordura e interferindo diretamente em diversos processos dependentes de insulina, como a homeostase glicêmica e o metabolismo de lipídios. Seu principal efeito é promover a apoptose de pré-adipócitos e de adipócitos maduros, a lipólise dos adipócitos e inibir o processo de adipogênese e lipogênese. Também tem particular efeito na regulação da massa de tecido adiposo, que parece estar associada com mudanças no número ou volume de adipócitos (HERMSDORFF et al., 2004; ISEME et al., 2017).

A expressão e a secreção de FNT- α estão aumentadas em animais e humanos obesos. Um estudo comparando indivíduos eutróficos e obesos demonstrou correlação positiva entre o ácido ribonucleico mensageiro (RNAm) do FNT- α e Índice de Massa Corpórea (IMC), sugerindo que altos níveis de FNT- α se correlacionam com acúmulo de tecido adiposo, principalmente em obesos. Em ratos obesos, a neutralização do FNT- α causou melhora significativa na captação de glicose em resposta à insulina, revelando sua relação com resistência insulínica na obesidade (HERMSDORFF et al., 2004; ISEME et al., 2017).

No sistema esquelético, estudos *in vitro* indicaram um efeito inibidor de FNT- α na diferenciação de osteoblastos. Este bloqueio da diferenciação osteogênica resulta na inibição da diferenciação dos osteoblastos (LEE et al., 2012). Além disso, o FNT- α inibiu a diferenciação das células-tronco mesenquimais (MSC) em osteoblastos em camundongos transgênicos de FNT que expressam FNT- α humano (ZHAO et al., 2011).

Nos modelos humanos, o FNT- α desempenha um complexo papel na diferenciação osteogênica, o que depende diretamente da sua concentração, do tipo de célula e o tempo de exposição. Além disso, um estudo recente mostrou que o FNT- α estimula a expressão do gene *Wnt5a*, que estava diretamente associada a um aumento nos níveis não-específicos de fosfatase alcalina e mineralização óssea. Isso sugere uma estimulação autócrina da atividade de osteoblasto por *Wnt5a* em resposta ao FNT em células tronco mesenquimais (MSCs) (BRIOLAY et al., 2013). Esse efeito paradoxal de FNT- α reflete na inibição ou ativação da osteoblastogênese.

Estudo demonstrou que o FNT- α inibe o aumento da produção de ON e cálcio intracelular enquanto reduz fortemente o conteúdo de actina F, proteína de caráter fibroso. Esse é um possível mecanismo para explicar o processo da inflamação na perda de massa óssea (BAKKER et al., 2009; OSTA et al., 2014).

O papel do FNT- α como um estimulador de osteoclastogênese está bem estabelecida (BAKKER et al., 2009; PACIFICI et al., 1996; KUDO et al., 2002; MUCCI et al., 2012; MATSUBARA et al., 2012; KAGIYA et al., 2012). Tanto o RANKL como o FNT- α não são apenas necessários, mas também sinergizam para induzir a osteoclastogênese.

Ambos realizam um controle preciso no número dos osteócitos através de um nível de regulação dupla. Primeiro, eles afetam a sinalização seletiva das células precursoras através de dois receptores diferentes, e subsequentemente, sua sinergia

aumenta ainda mais a ativação da sinalização NF- κ B (fator nuclear kappa B), complexo proteico que desempenha funções como fator de transcrição κ B (NF- κ B) e ativador proteico 1 (AP-1) (OSTA et al., 2014).

Além disso, o efeito das citocinas pró-inflamatórias FNT- α e interleucinas (IL-17, IL-6, IL-1 β e IL-23) na osteoclastogênese in vitro demonstraram ter características específicas. No entanto, as citocinas exibiram atividade metabólica relacionada à osteoclastogênese somente na presença de níveis de RANKL. O FNT- α parece ter propriedades osteoclastogênicas no estágio inicial da osteoclastogênese, quando os macrófagos derivados da medula óssea estão no estágio de células precursoras dos osteoclastos (MOON et al., 2013; OSTA et al., 2014).

As inter-relações entre adiposidade e massa óssea não foram completamente definidas cientificamente, exigindo mais pesquisas, sendo fundamental a investigação da associação entre os mecanismos propostos.

1.4. ASSOCIAÇÃO ENTRE OBESIDADE, OSTEOPOROSE E FRATURA

A obesidade é um estado de excesso de armazenamento de gordura corporal resultante de causas complexas e multifatoriais, tais como, desequilíbrio crônico de hormônios, fatores genéticos, orgânicos, psicológicos, comportamentais e sociais, que influenciarão a regulação de energia (GONNELLI et al., 2014). O custo direto associado à obesidade e sua associação com diversas DCNT, tornou a obesidade um grave problema de saúde pública mundial.

A osteoporose é outro grande problema de saúde pública, caracterizada por fragilidade esquelética excessiva e susceptibilidade a fraturas de baixo trauma entre os idosos. Esta fragilidade esquelética excessiva é atribuível a fatores esqueléticos intrínsecos, como baixa massa óssea, geometria desfavorável em sítios do osso cortical, estrutura óssea fraca em locais de ossos esponjosos e reparo lento ou ineficaz de microtendões (REID, 2002; ZHAO et al., 2008; HSU et al., 2006; KIM et al., 2009).

A prevalência de osteopenia e osteoporose no Brasil foi medida de várias formas diferentes, dando margem a uma série variada de estatísticas. O estudo *Brazilian Osteoporosis Study* (BRAZOS) revelou prevalência de osteoporose auto-relatada em pelo menos 12,8% dos homens e 15,1% das mulheres (PINHEIRO et al.,

2010). Estima-se que haja atualmente 121.000 fraturas de quadril por ano no Brasil, com projeções para 140.000 no ano de 2020 e 160.000 em 2050 (IOF, 2012).

Essas fraturas ocasionam dor, incapacidade física deformidades, e promovem deterioração da qualidade e expectativa de vida. As fraturas do quadril são as mais graves e aumentam a taxa de mortalidade em 12 a 20% nos dois anos seguintes à fratura. A baixa densidade mineral óssea (DMO), especialmente no colo femoral, é um forte preditor de fraturas. A cada redução de um desvio padrão na DMO, o risco de fratura aumenta em duas a três vezes. Além da baixa DMO, é importante a identificação dos fatores clínicos de risco para osteoporose e fraturas (RADOMINSKI et al., 2017).

As similaridades entre obesidade e osteoporose foram identificadas para essas duas doenças complexas, sugerindo uma ligação fisiopatológica (CAO, 2011). As similaridades que sugerem a ligação entre obesidade e osteoporose incluem o seguinte:

- Ambas as doenças são afetadas por fatores genéticos e ambientais, ou a interação entre eles, e há uma sobreposição entre os fatores genéticos e ambientais que influenciam ambas as doenças. Esses fatores contribuem para aumentar a aquisição de gordura e perda de massa óssea.
- O envelhecimento normal está associado a uma alta incidência de osteoporose e adiposidade da medula óssea;
- A remodelação óssea e a adiposidade são reguladas através do hipotálamo e do sistema nervoso simpático;
- Os adipócitos (as células que armazenam energia) e osteoblastos (as células de formação óssea) derivam de um progenitor comum - a célula tronco mesenquimatosa.
- extensa literatura foi desenvolvida explorando a ligação clínica, epidemiológica e fisiopatológica entre obesidade, osteoporose e fratura.

A proporção de fraturas ocorridas em pessoas obesas é considerável e provavelmente aumentará com o aumento progressivo da obesidade na população mundial. Os indivíduos com maior IMC estão em maior risco de fraturas em alguns locais, como o úmero, a perna e o tornozelo. Isso pode ser, pelo menos em parte, relacionado ao aumento do risco de quedas e seu padrão corporal diferente quando comparado aos indivíduos não obesos, afetando o equilíbrio e impacto na estrutura

óssea. Os fatores de risco clínico para fratura são semelhantes em indivíduos obesos e não obesos (PREMAOR et al., 2014).

A mortalidade em pessoas obesas após a fratura é menor do que a dos indivíduos com peso normal com fratura, embora tenha sido documentada uma hospitalização mais longa após a fratura e menor qualidade de vida nesses indivíduos, tanto antes quanto depois da fratura. É importante notar que a proporção de indivíduos obesos submetidos a tratamento preventivo para fraturas é baixa e inferior a dos não obesos. Os motivos dessas diferenças, assim como, a eficácia da terapia de proteção óssea em indivíduos obesos continua a ser estabelecida (PREMAOR et al., 2014).

Embora estudos comentem sobre a associação entre a massa corporal e DMO, estudos que detalhem as associações com a gordura corporal por estimadores e sua associação com a DMO são escassos.

1.5. ESTIMATIVA DA GORDURA CORPORAL TOTAL E A MASSA ÓSSEA

Atualmente, apesar dos avanços nas abordagens epidemiológicas, técnicas laboratoriais e dos sofisticados métodos de avaliação por imagem (ressonância magnética, ultrassonografia e absorciometria com raios-x de dupla energia - DXA), a antropometria ainda é o estimador de gordura corporal mais usado em estudos populacionais e naqueles de base domiciliar. Os métodos diagnósticos são sugeridos para avaliar a composição corporal e alterações nas reservas musculares, metabólicas e esqueléticas.

Nos últimos 30 anos foram propostos índices antropométricos que estabelecem índices fundamentados em diferentes modelos matemáticos, considerando o formato corporal cilíndrico/elíptico (VALDEZ, 1991; KRAKAUER AND KRAKAUER, 2014; THOMAS et al., 2013).

Os índices estimam a gordura corporal total e são relacionados a doenças cardiometabólicas e mortalidade. Os estudos baseiam-se na análise de risco cardiovascular, associação com DCNT e estimativas de previsão da gordura central e periférica relacionadas a risco a saúde após ajuste de fatores de risco.

Podem ser categorizados segundo sua finalidade considerando o Índice de Massa Corpórea (IMC) útil na avaliação do excesso de peso em relação à altura, enquanto para estimativa da gordura corporal o Índice de Adiposidade Corporal (IAC),

na avaliação da obesidade central os índices mais discutidos são o Índice de Circularidade Corporal (ICC), Índice de Formato Corporal (IFC), Índice de Conicidade (IC) e na avaliação da gordura visceral estimada o Índice de Adiposidade Visceral (IAV). A descrição e relação destes índices antropométricos, e sua relação com DCNT estão detalhadamente descritas no artigo 1.

Os índices antropométricos utilizam medidas corporais combinadas incluídas nas fórmulas como o peso corporal mencionado anteriormente, assim como a altura, Circunferência da Cintura (CC) e Circunferência do Quadril (CQ) descritas abaixo.

1.5.1 Altura

A altura é uma característica biológica que sofre alterações no processo de envelhecimento (SORKIN et al., 1999). A redução de altura está associada a presença de fraturas vertebrais por fragilidade óssea, a redução da altura dos discos vertebrais e a fraqueza da musculatura paravertebral (STOLNICKI et al., 2016).

Estudos anteriores envolvendo o Reino Unido, Austrália e Irã relatam que a acentuada redução de altura por ano pode indicar algum efeito não independente na estrutura esquelética, podendo ou não ser relacionada a fragilidade óssea. Foi observado o aumento da prevalência do risco para presença da osteoporose quando a altura diminui em 2 á 5 cm por ano (CENTER et al., 1998; KREGGE et al., 2006; SIMINOSKI et al., 2005; TOBIAS et al., 2007). Para as mulheres japonesas, esse valor foi superior a 4 cm por ano (MASUNARI e NAKAMURA, 2007), enquanto a Sociedade Norte-Americana de Menopausa (NAMS - *North American Menopause Society*, 2006) verificou a associação com valores de 3,8 cm por ano.

1.5.2 Circunferência da Cintura (CC) e Circunferência do Quadril (CQ)

A CC apresenta associação independente e inversamente proporcional a DMO, sendo mais fortemente correlacionada em homens do que nas mulheres após ajuste da idade, peso, altura, exercícios regulares e porcentagem de gordura corporal, sugerindo que a circunferência da cintura é um preditor potencial da osteoporose em adultos e idosos (CUI et al., 2014).

A CQ tem uma forte associação inversa com risco para fratura de quadril dependente do IMC. Portanto, sugere-se que na predição do risco de fratura do quadril, o tamanho geral do corpo pode ser mais importante do que a composição corporal da região femoral-glútea (PAKER et al., 2008).

2. JUSTIFICATIVA

A avaliação da composição corporal torna-se uma importante ferramenta utilizada na detecção, prevenção e no tratamento das diversas doenças crônicas, bem como em programas relacionados a melhorias das condições de saúde individuais ou coletivas.

A aplicação de índices antropométricos em diferentes populações identifica a capacidade de predição do compartimento de gordura corporal associado a alterações metabólicas por técnica disponível, de baixo custo e facilidade metodológica para rastreamento de risco relacionados à baixa massa óssea avaliada por profissionais de saúde.

Os estudos sobre as alterações relacionadas ao peso corporal/IMC/adiposidade corporal e massa óssea fundamentam pesquisas em adultos e idosos, a fim de contribuir nas estratégias de prevenção dos distúrbios osteometabólicos.

No contexto da Nutrição em Saúde Coletiva, é importante como campo científico desenvolver práticas relacionadas aos determinantes da saúde óssea, uma vez que seu declínio acarreta alterações clínicas, metabólicas e de qualidade de vida.

Portanto, ao considerar o papel importante dos índices antropométricos na avaliação da gordura corporal, e a capacidade de identificar alterações na massa óssea, torna-se importante analisar a relação entre essas variáveis a fim de contribuir na aplicação e rastreamento de situações clínicas na massa óssea em diferentes populações.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar a associação entre índices de gordura corporal e massa óssea em adultos e idosos.

3.2. Objetivos Específicos

- Classificar o estado nutricional baseado no IMC e IGC.
- Identificar a prevalência de osteoporose diagnosticada por densitometria óssea.
- Relacionar os índices de gordura corporal com a gordura corporal e a Densidade Mineral Óssea (DMO) de corpo total, coluna lombar e colo do fêmur identificados pelo DXA.
- Avaliar o poder preditivo dos índices em relação a gordura corporal e DMO de corpo total, coluna lombar e colo do fêmur identificada por DXA.
- Investigar os pressupostos teóricos e metodológicos dos índices aplicados para composição corporal na população estudada;

4. METODOLOGIA

No artigo 1, foi elaborada uma revisão integrativa para relacionar os principais índices antropométricos com Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT). Esta revisão foi realizada no período de junho de 2016 a junho de 2017 com artigos das seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde (LILACS), da Biblioteca Virtual em Saúde do Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME) e PubMed, sendo este último um serviço da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos, com os seguintes critérios de inclusão: estudos que abordem a temática índices antropométricos em indivíduos adultos (maiores e iguais a 18 anos), indexados nas base de dados, publicados no período de janeiro de 1995 a março 2017, com resumos disponíveis e acessados na íntegra pelo meio on-line nos idiomas português, inglês e espanhol. Foram utilizados os seguintes descritores controlados: índices antropométricos, gordura total, os índices antropométricos [Índice de Gordura Corporal (IGC), Índice de Massa Corpórea (IMC), Índice de Conicidade (IC), Índice de Circularidade Corporal (ICC), Índice de Formato Corporal (IFC), Índice de Adiposidade Corporal (IAC) e Índice de adiposidade visceral (IAV)], obesidade, adiposidade e composição corporal.

A metodologia descrita a seguir refere-se ao artigo 2.

4.1 DELINEAMENTO E POPULAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido com os dados obtidos do estudo transversal de base populacional intitulado Inquérito Domiciliar de Saúde no Município de São Paulo (ISA Capital – 2015), realizada de janeiro de 2015 a maio de 2016.

Os critérios de inclusão no estudo ISA-Capital são: ser residente do domicílio sorteado na área urbana da capital paulista, pertencer aos domínios de interesse (adolescentes, adultos e idosos de ambos os sexos), e não estar em período de gestação. Detalhes podem ser obtidos na publicação sobre amostragem (FISBERG et al., 2018).

A amostra do ISA-Capital foi obtida mediante amostragem por conglomerados em dois estágios: setor censitário e domicílio. No primeiro estágio, foram sorteados os

setores censitários da área urbana do município de São Paulo (unidades primárias de amostragem) constantes no cadastro da Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), totalizando 4000 participantes. Nessa etapa, foram coletados dados socioeconômicos, demográficos, de morbidade referida (hipertensão arterial, diabetes mellitus, entre outras doenças crônicas), uso de medicamentos e de serviços de saúde, assim como de estilo de vida (hábito alimentar, atividade física, tabagismo e etilismo). A entrevista foi realizada no domicílio por meio de questionário estruturado aplicado por entrevistadores treinados.

No segundo estágio, os domicílios particulares (unidades secundárias de amostragem) foram selecionados em cada setor por sorteio aleatório simples. Considerando a proporção de 0,50 no parâmetro estimado (situação de variabilidade máxima), erro de amostragem de sete pontos percentuais (0,07), nível de confiança de 95% ($z=1,96$) e efeito de delineamento de 1,5, estimou-se em 300 o número mínimo de indivíduos a serem entrevistados por estágio de vida. O número de domicílios sorteados permitiu um tamanho amostral estimado em 900 indivíduos, de ambos os sexos, pertencentes aos seguintes estágios de vida: adolescentes de 12 a 19 anos, adultos de 20 a 59 anos e idosos de 60 anos ou mais. Nessa etapa, foi agendado com os participantes a coleta de sangue para posteriores análises laboratoriais. As coletas foram feitas em visitas domiciliares por enfermeiro treinado com os procedimentos padronizados de coleta de dados do estudo ISA-Capital. Durante a coleta de sangue, os participantes com idade superior a 18 anos foram convidados a realizar o Exame de Densitometria Óssea e Corpo Total, avaliação antropométrica, avaliação de força e desempenho muscular (ANEXO I) na Faculdade de Saúde Pública, compondo assim, o terceiro estágio desse estudo.

No terceiro estágio, participaram da coleta de dados o total de 307 indivíduos. Foram excluídos 7 participantes, devido a dificuldades apresentadas para realização adequada dos testes, e 4 indivíduos que apresentavam grau de parentesco com os demais participantes, assim, foi possível garantir que todos os indivíduos fossem independentes entre si.

4.2. VARIÁVEIS DO ESTUDO

As variáveis selecionadas para este estudo foram: dados demográficos (idade e sexo), medidas antropométricas [peso (kg), altura (m), circunferência da cintura e do quadril (cm)], os índices antropométricos [Índice de Gordura Corporal (IGC), Índice de Massa Corpórea (IMC), Índice de Conicidade (IC), Índice de Circularidade Corporal (ICC), Índice de Formato Corporal (IFC), Índice de Adiposidade Corporal (IAC) e Índice de adiposidade visceral (IAV)], dados de composição corporal [gordura corporal (GC em kg), gordura andróide, gordura ginóide, gordura visceral (GV em gramas), porcentagem de gordura corporal (%GC) e densidade mineral óssea (DMO CT, DMO L1-L4, DMO femoral) obtidos pelo DXA (modelo Lunar iDXA Advance, GE Healthcare, Madison, WI, USA).

Os valores laboratoriais de triglicerídeos (TG) e HDL-colesterol (mg/dl) foram utilizados para compor a fórmula do índice de adiposidade visceral (IAV). Ambos foram determinados por meio de método enzimático no analisador Cobas; Diagnóstico Roche GmbH, Mannheim, Alemanha.

4.2.1. AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Foram coletados dados de peso, estatura e circunferência da cintura e do quadril segundo os procedimentos de aferição propostos por LOHMAN et al. (1988).

As medidas de peso e a estatura foram realizadas com o indivíduo descalço e vestindo roupas leves, por avaliadoras treinadas segundo o protocolo. Para a aferição do peso (kg), foi utilizada balança digital calibrada, do tipo plataforma (Tanita®, modelo HD-313, capacidade máxima de 150 quilogramas, precisão de 100 gramas). O indivíduo foi posicionado no centro da plataforma da balança, em postura ereta, os pés paralelos e unidos, e com os braços ao longo do corpo. Para a medição da estatura (cm) foi utilizado estadiômetro portátil fixado em parede lisa e sem rodapé (Seca®, modelo 208, medição máxima 200 centímetros, precisão de 0,1 centímetros). O indivíduo permaneceu em postura ortostática, posicionado segundo o plano de Frankfurt na superfície vertical do estadiômetro.

As circunferências foram aferidas com o indivíduo em posição ortostática, abdômen relaxado, utilizando-se uma fita métrica flexível e inextensível de medição

máxima 200 centímetros, precisão de 0,1 centímetros recomendadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1998). Para garantir a qualidade das medidas, observou-se rigorosamente a posição da fita no momento da medição, mantendo-a no plano horizontal. A leitura foi feita no centímetro mais próximo, no ponto de cruzamento da fita. A medida da CC foi realizada no ponto médio entre a crista ilíaca anterior superior e a última costela. A CQ foi aferida na região do quadril no maior perímetro entre a cintura e a coxa, com o indivíduo usando roupas leves.

Foi considerado como aceitável uma variabilidade inerente ao momento da avaliação e desempenho dos equipamentos utilizados. As medidas antropométricas foram realizadas em duplicata. Quando havia discrepância de valores obtidos com diferenças acima de 500g para o peso corporal, 0,5 cm para a altura e circunferências da cintura e quadril, foi mensurada a 3ª medida. O valor final adotado foi a média das duas ou três medidas obtidas.

Os índices apresentados abaixo serão melhor discutidos no artigo 1. Os índices baseados em medidas antropométricas calculados e analisados foram:

$$\text{Índice de Massa Corpórea (IMC)} = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{altura (m)}^2} \quad (\text{QUETELET, 1832})$$

$$\text{Índice de Conicidade (IC)} = \frac{\text{circunferência da cintura (m)}}{0,109 * \sqrt{\frac{\text{peso (kg)}}{\text{altura (m)}}}} \quad (\text{VALDEZ, 1991})$$

$$\text{Índice de Adiposidade Corporal (IAC)} = \frac{\text{circunferência do quadril (cm)}}{\text{altura (m)}^{1,5}} - 18 \quad (\text{BERGMAN et al., 2011})$$

$$\text{Índice de Formato Corporal (IFC)} = \frac{\text{circunferência da cintura (m)}}{\text{IMC}^{2/3} * \sqrt{\text{altura (m)}}} \quad (\text{KRAKAUER e KRAKAUER, 2012})$$

Índice de Circularidade Corporal (ICC) =

$$364,5 - (365,5 \cdot e)$$

(THOMAS et al., 2013)

$$\text{Excentricidade} = E = \sqrt{1 - \frac{\frac{\text{circunferência (cm)}}{4\pi^2}}{0,5 \times \text{altura (cm)}^2}}$$

Índice de Adiposidade Visceral =

$$(\text{IAV}) = \left(\frac{\text{Circunferência da Cintura (cm)}}{36,58 + (1,89 \times \text{IMC})} \right) \times \left(\frac{\text{TG}}{0,81} \right) \times \left(\frac{1,52}{\text{HDL}} \right) \quad (\text{AMATO et al., 2010})$$

MULHERES

$$(\text{IAV}) = \left(\frac{\text{Circunferência da Cintura (cm)}}{39,68 + (1,88 \times \text{IMC})} \right) \times \left(\frac{\text{TG}}{1,03} \right) \times \left(\frac{1,31}{\text{HDL}} \right) \quad (\text{AMATO et al., 2010})$$

HOMENS

TG = triglicerídeos (mg/dl); HDL = High Density Lipoprotein (mg/dl)

O índice de massa corpórea (IMC) foi classificado segundo os pontos de corte propostos pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1995) para adultos e pela Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS, 2002) para idosos, categorizados a seguir:

Tabela 1 – Classificação do IMC para adultos, segundo OMS*, Brasil, 1995.

IMC (kg/m ²)	Classificação	Grau de Obesidade	Risco de Doença
< 18,5	Magreza	0	Elevado
18,5 – 24,9	Normal	0	Normal
25 – 29,9	Sobrepeso	I	Elevado
30 – 39,9	Obesidade	II	Muito elevado
≥ 40,0	Obesidade Grave	III	Muitíssimo elevado

Fonte: OMS (1995)

*Organização Mundial de Saúde

Tabela 2 – Classificação do IMC para idosos, segundo OPAS*, Brasil, 2002.

IMC (kg/m²)	Classificação	Risco de Doença
< 23	Magreza	Elevado
23 a < 28	Normal	Normal
28 a < 30	Sobrepeso	Elevado
≥30	Obesidade	Muito elevado

Fonte: OPAS (2002)

*Organização Pan-americana de Saúde

4.4. DENSITOMETRIA ÓSSEA E DE CORPO TOTAL

Na avaliação da composição corporal e massa óssea foi utilizada a técnica da absorciometria com raios-x de dupla energia (DXA) por meio do aparelho modelo Lunar iDXA Advance (GE Healthcare, Madison, WI, USA). Para composição corporal foram utilizados os dados de gordura corporal total (g), usada como método de comparação para os demais índices, porcentagem de gordura corporal por região, androide, gínóide e gordura visceral (GV). A partir dos dados obtidos de gordura corporal (g) e da altura (cm) foi calculado o Índice de Gordura Corporal (IGC) (kg/m²), segundo a fórmula: Índice de Gordura Corporal (IGC) = $\frac{\text{Gordura corporal (kg)}}{\text{altura}^2 \text{ (m)}}$ (VANITALLIE et al., 1990). A classificação utilizada para o IGC foi a proposta por Kelly et al. (2009), categorizada na tabela 3:

Tabela 3 - Classificação do IGC* (kg/m²).

Classificação	Déficit de gordura corporal	Adequado	Excesso de gordura corporal	Obesidade
Masculino	< 3	≥ 3 - 6	≥ 6 - 9	≥9
Feminino	< 5	≥ 5 - 9	≥ 9 - 13	≥13

Fonte: adaptado de KELLY et al., 2009.

*Índice de Gordura Corporal

A densidade mineral óssea (DMO) foi avaliada nos sítios da coluna lombar L1-L4 (DMO L1-L4), colo de fêmur direito (DMO femoral) e corpo total (DMO CT). A aquisição da imagem foi realizada por um profissional da saúde devidamente

certificado pela Associação Brasileira de Avaliação Óssea e Osteometabolismo (ABRASSO) para realização da densitometria óssea e de corpo total, qualificado, treinado para o modelo e software utilizado.

Antes do exame foi realizada a avaliação antropométrica, descrita anteriormente, sendo que o peso e a altura dos participantes não ultrapassaram o limite indicado de peso e altura para a área de scanner. Seguindo as contraindicações do exame para medição no aparelho usado, foram excluídos para realização do DXA os participantes que tiveram uso de radionuclídeos ou agentes radiopatos (contrastes por bário ou iodo) na semana anterior ao exame, e as mulheres que estavam em período de gravidez. Foi indicado, antes do momento da realização do exame, que o participante removesse todos os objetos metálicos do corpo (brincos, anéis, pulseiras, colares, piercings) e substituísse o vestuário que continha metal por um avental hospitalar. Para as mulheres foi solicitada a retirada do sutiã e a colocação de uma faixa elástica para conter os seios.

No momento da medição, o participante foi devidamente posicionado assegurando que a cabeça, braços e corpo estavam no trajeto do braço de varredura. Foi utilizada a linha central da mesa como referência para alinhar o participante, e as mãos foram espalmadas para baixo, e os braços foram posicionados ao longo do corpo.

Para avaliação da coluna lombar, o participante foi posicionado com um bloco de espuma embaixo das pernas, usado para elevar as pernas do participante, conferindo se as coxas formavam um ângulo de 60 a 90 graus com o topo da mesa. A luz do laser foi direcionada cerca de 5 cm abaixo do umbigo do participante e no mesmo plano longitudinal da linha média. No ajuste do software, foi selecionado a região L1-L4 para análise.

Para medição do fêmur, o participante foi posicionado com o corpo no centro da mesa de scanner, com os braços foram cruzados sobre o peito. A perna foi girada internamente para dentro, e o lado direito foi avaliado. Os pés foram colocados no suporte com as plantas perpendiculares à mesa. O feixe do laser foi posicionado de 7-8cm abaixo do trocânter maior, aproximadamente onde a linha transversal à sínfise púbica e a linha média do fêmur se intersectam.

O critério que foi utilizado para classificação da massa óssea, foi o proposto pela *The International Society for Clinical Densitometry* (ISCD) (BRANDÃO, 2009).

Utilizou-se o T-score apenas para mulheres menopausadas e na pós-menopausa e para homens com idade igual ou superior a 50 anos, sendo:

- a) normal: desvio-padrão de até $-1,00$;
- b) osteopenia: desvio-padrão compreendido entre $-1,00$ até $-2,50$;
- c) osteoporose: desvio-padrão menor ou igual a $-2,50$.

Em mulheres em período anterior à menopausa e homens com menos de 50 anos, utilizou-se o Z-score, com a seguinte classificação:

- a) Massa óssea abaixo da faixa esperada para a idade: $Z\text{-score} \leq -2DP$
- b) Massa óssea dentro dos limites esperados para a idade: $Z\text{-score} > -2DP$

Foi estabelecida a classificação de osteoporose baseada nos 2 sítios, sendo que para comparação com os índices antropométricos foi utilizado a DMO (g/m^2) como variável contínua em cada sítio.

4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.5.1. Análise descritiva dos dados

Foram calculadas estatísticas descritivas (média, desvio-padrão, percentis).

Foi utilizado o teste de Anderson-Darling para verificação da normalidade dos dados da amostra. Para comparação das médias segundo a faixa etária e gênero utilizou o teste de Mann-Whitney, e a correlação entre as variáveis foi testada por meio da correlação de Spearman devido à falta de normalidade observada na GC (kg) e Densidade Mineral Óssea (DMO).

4.5.2. Análise inferencial dos dados

Foi utilizado uma classe de modelos denominada *Modelos Lineares Generalizados* (GLM). Como a variável gordura corporal (kg) não apresentou distribuição normal, optamos pelo modelo gamma com função de ligação Log. Desta

forma, foi analisado o melhor modelo da relação entre a GC (kg) para cada um dos índices selecionando de forma predominante o ajuste pelo sexo e idade.

Já para a análise da DMO total, da coluna lombar e do colo do fêmur, com os índices antropométricos, o modelo foi ajustado pelo sexo, idade, atividade física, ingestão de álcool e tabagismo. Também foi utilizado o modelo gamma com função de ligação Log.

As variáveis utilizadas como ajuste foram:

- sexo e idade;
- atividade física de lazer, sendo considerado a prática por aqueles indivíduos que realizavam a atividade física segundo a recomendação de 150 minutos de atividade física moderada ou 75 minutos de atividade física vigorosa por semana em sessões de pelo menos 10 minutos de duração (Organização Mundial da Saúde (OMS, 2010);

- tabagismo, uso de cigarro atualmente (sim ou não);
- hábito no consumo de bebidas alcóolicas (sim ou não);

Para DMO, a inclusão de duas variáveis que contêm a mesma informação no mesmo modelo poderia ocasionar multicolinearidade. Foi observado que a análise apresentava o fenômeno da multicolinearidade dos índices, ou seja, quando as variáveis estão fortemente correlacionadas entre si, e não apenas com a variável resposta. Como consequências, as inferências relacionadas com esses modelos podem ser pouco confiáveis proporcionando resultados incorretos no modelo, como inversão dos sinais do coeficiente de regressão ou ausência de significância estatística onde era esperada. Desta forma, a decisão tomada foi, portanto, utilizar modelos para DMO sem incluir a variável peso corporal nas análises. O Critério de diagnóstico da análise de gráficos de envelope apresentou que o modelo adotado foi adequado.

Realizou-se a análise de diagnóstico para detecção de pontos influentes, de alavanca e a análise dos resíduos para verificar afastamentos das suposições do modelo. Caso as suposições do modelo não fossem satisfeitas mesmo com a retirada de pontos influentes, outras famílias e outras ligações foram testadas. Foi realizado o diagnóstico com os gráficos de envelope. Uma vez identificado o modelo mais adequado a uma variável resposta, procurou-se reduzir o número de parâmetros com uso do Critério de Informação Akaike (AIC). Trata-se de um processo de redução do número de variáveis do modelo baseado na função de verossimilhança, ou seja,

representa a quantidade de perda de informação obtida pelo modelo ajustado. Como o logaritmo da função de verossimilhança aumenta com o aumento do número de variáveis do modelo, logo um modelo mais simples seria aquele com menor valor para função AIC. Assim comparou-se o AIC de todos os modelos e o de menor valor foi considerado o modelo que melhor se ajustou aos dados.

Utilizou-se uma medida de aproximação do coeficiente de determinação (R^2) a partir do desvio estimado para o GLM. Em um modelo de regressão linear, o R^2 representa a proporção da variação ajustada na resposta que é atribuída à linha de regressão estimada (GUNST e MASON, 1980).

As análises foram realizadas no software SPSS, 23.0 (SPSS Inc., Chicago IL, USA) e R (Projeto para estatística em sistema computacional) para Windows, versão 3.4.1. O nível de significância adotado foi de 5%.

4.6. ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo foi parte integrante do estudo intitulado “Ingestão de cálcio e de leite e derivados, concentrações séricas de 25 (OH)D3 e risco de fraturas por osteoporose: Inquérito de Saúde de base populacional no Município de São Paulo – ISA Capital, no qual utilizou dados já coletados e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO II) aprovado e assinado pelos participantes. Portanto, foi elaborada a solicitação de isenção do TCLE (ANEXO III) para o atual projeto, permitindo o uso do TCLE do projeto original. A participação dos indivíduos foi voluntária com a assinatura do Termo de Consentimento livre e esclarecido.

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, mediante o Sistema Plataforma Brasil do Ministério da Saúde (nº CAAE: 36607614.5.0000.5421). O estudo atende às exigências da Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à apresentação da dissertação em formato de artigo científico, os resultados e a discussão da mesma estão descritos em dois manuscritos, os quais serão formatados e submetidos segundo as normas das revistas:

Artigo 1:

Revista: Nutrition Reviews - Nutrition & Dietetics

Área de concentração: Nutrition Science / Policy: Review of the interaction between scientific research and national and international health and nutrition policy;

Fator impacto: 5.541

Online ISSN: 1753-4887

Artigo 2:

Revista: The Journal of Nutrition

Área de concentração: Nutritional Methodologies and Mathematical Modeling

Fator impacto: 4.145, H5-INDEX: 65

Online ISSN: 1541-6100

5.1. Artigo de Revisão

Índices antropométricos utilizados para a avaliação da distribuição da gordura corporal e sua relação com Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT)

Artigo de revisão

Patricia Couceiro Santos¹, Lígia Araújo Martini¹, Barbara Santarosa Emo Peters¹

¹ Nutrition Department / School of Public Health / University of Sao Paulo, São Paulo, Brazil

Submetido na *Nutrition Reviews*

Resumo O índice de massa corporal (IMC) é o indicador mais utilizado como *proxy* da adiposidade corporal em estudos epidemiológicos. Entretanto, sua associação com doenças crônicas não – transmissíveis (DCNT) e mortalidade é controversa. Nos últimos 30 anos foram propostos índices antropométricos baseados no formato cilíndrico/elíptico associados com DCNT. Portanto, o propósito da revisão foi descrever e discutir os principais índices antropométricos com DCNT. A literatura apresenta 6 principais índices estudados, dos quais o índice de gordura corporal (IGC), apesar de ser considerado por autores um índice criterioso para avaliar a gordura corporal, possui como fator limitador obtenção da gordura corporal por métodos de imagem, sendo oneroso e de difícil aplicabilidade em grupos populacionais. Outro índice citado é o índice de conicidade (IC), desenvolvido com a informação de que os indivíduos que acumulam gordura na região do abdômen têm a forma do corpo parecida com um duplo cone, sendo associado com a predição de risco para doenças cardiovasculares. Associando dados antropométricos e bioquímicos, encontra-se o índice de adiposidade visceral (IAV), referido como importante indicador da relação com a gordura visceral identificada por técnicas de imagem, marcador da disfunção do tecido adiposo e indireto preditor de risco cardiometabólico. Na avaliação da estimativa de gordura corporal total, o índice de adiposidade corporal (IAC) apresenta limitações como marcador da adiposidade, sendo inferior para rastreamento de doenças comparado ao Índice de Massa Corpórea (IMC), Relação Cintura-Quadril (RCQ) e Relação Cintura-Estatura (RCEst). O índice de formato corporal (IFC) apresentou em pesquisas baixa predição para doenças cardiometabólicas e fraqueza no rastreamento de risco para presença de DM2 comparado aos outros índices. Por fim, o índice de circularidade corporal (ICC) proposto recentemente, apresentou em estudos maior associação com a relação entre obesidade e doença hepática não alcoólica do que outros índices, além de forte discriminador para DCV. No entanto, apesar das propostas de índices no rastreamento de DCNT, a melhor medida antropométrica para avaliar os riscos associados a adiposidade não foi estabelecida, sendo necessário mais estudos longitudinais em diferentes populações com a comparação dos achados.

Palavras – chaves: composição corporal, índices antropométricos, antropometria, gordura corporal, doenças crônicas não transmissíveis.

Abstract Body mass index (BMI) is the most used indicator as a proxy for body adiposity in epidemiological studies. However, its association with non-communicable chronic diseases (CNCD) and mortality is controversial. In the last 30 years, anthropometric indexes based on the cylindrical / elliptical format associated with DCNT have been proposed. Therefore, the purpose of the review was to relate the main anthropometric indices with CNCD. The literature presents 6 main indexes studied, of which the Fat mass index (FMI), despite being considered by the authors a criterion index to evaluate body fat, has as a limiting factor the attainment of body fat by imaging methods, being costly and difficult to apply in population groups. Another index cited is the index of conicity (index C), developed with the information that individuals who accumulate fat in the abdomen region have the shape of the body similar to a double cone, and is associated with the prediction of risk for cardiovascular diseases. Associated with anthropometric and biochemical data, we find the Visceral adiposity index (VAI), referred an important indicator of the relationship with visceral fat identified by imaging techniques, marker of adipose tissue dysfunction and indirect predictor of cardiometabolic risk. In the evaluation of total body fat estimation, the Body adiposity index (BAI) presents limitations as a marker of adiposity, being lower for disease tracing compared to Body mass index (BMI), Waist hip ratio (WHR) and Waist height ratio (WHtR). The Body shape index (ABSI) was low in prediction for cardiometabolic diseases and low in the risk tracing for the presence of T2DM compared to other indexes. Finally, the Body roundness index (BRI) recently proposed, showed a greater association with the relationship between obesity and non-alcoholic liver disease than other indexes, besides being a strong discriminator for CVD. However, despite the proposed indexes in the CNCD tracing, the best anthropometric measure to assess the risks associated with adiposity has not been established, requiring more longitudinal studies in different populations with the comparison of the findings.

Keywords: body composition, anthropometric indices, anthropometry, fat mass, non-communicable chronic diseases (CNCD).

INTRODUÇÃO

A busca por um índice confiável e prático para avaliar o peso corporal culminou após a Segunda Guerra Mundial, quando a relação entre peso e doença cardiovascular tornou-se objeto de estudos clínicos e epidemiológicos¹. Ao explorar vários índices que combinam peso e altura, tornou-se evidente na década de 1960 que, em adultos, o peso corporal normal em quilogramas foi proporcional ao quadrado da altura, em metros, como originalmente proposto em 1832 por Adolphe Quetelet.

Um dos primeiros estudos a confirmar a validade do índice de Quetelet em dados epidemiológicos com estudos comparativos de obesidade foi publicado em 1972 por Ancel Keys, que o nomeou como o Índice de Massa Corporal (IMC). Desde então, como evidências da associação entre a obesidade com várias doenças continuam a se acumular, o IMC tem sido utilizado como uma expressão para validar a relação entre o excesso de peso e a morbidade e mortalidade.

A partir da sua classificação, o IMC começou a ser relacionado como o indicador mais utilizado como representativo da adiposidade corporal e saúde em estudos epidemiológicos no século XIX e, portanto, classificação principal para obesidade². Dentre as razões para sua elevada aplicabilidade encontra-se sua simplicidade e sua relação com a gordura corporal total³, com a mortalidade⁴ e com DCNT^{5,6} e, além disso, é frequentemente usado como o primeiro passo para classificação e diagnóstico no tratamento da obesidade⁷.

Pesquisas com diferentes populações abordam de maneira ampla que o IMC, como método único para classificar a obesidade, é tendencioso e ineficaz por não refletir os riscos à saúde relacionados ao aumento de gordura corporal, especialmente à distribuição regional. O fato do cálculo não conseguir mensurar a gordura corporal, a massa magra, a água proporcional ao corpo, bem como as diferenças da composição corporal entre idade e gênero são alguns dos fatores citados. Autores confirmam que o IMC não discrimina as diferenças entre esportistas e características do envelhecimento, devido às mudanças de redução na estrutura óssea e massa magra com o aumento na adiposidade^{8,9}.

Pesquisadores^{10,11,12} apresentam as limitações na fórmula relacionadas à influência na proporcionalidade corporal (relação tamanho das pernas/tronco), tal que o indivíduo com menor comprimento da perna tenha um valor de IMC maior, em cerca de cinco unidades. Além disso a correlação com a estatura e com a massa livre de gordura é baixa, pois sua fórmula desconsidera a adiposidade central e periférica de indivíduos^{13,14}. Portanto, o uso do IMC como “medidor” da obesidade, baseada no ponto de corte de $\geq 30\text{kg/m}^2$ é muito discutida, pois estudos apresentam que subestima obesidade entre população não caucasiana, especialmente em asiáticos, e apresenta baixa relação com a mortalidade^{15,16}. Sendo assim, diretrizes sugerem o uso clínico do IMC como parte de uma avaliação antropométrica incluindo medidas de circunferência da cintura (CC), relação cintura/quadril (RCQ), relação cintura/estatura (RCEst)^{17,18,19,20,21}.

Em 2011, a *American Heart Association* lançou uma declaração científica sobre a avaliação da adiposidade²², na qual ressalta que, embora o IMC geralmente esteja bem correlacionado com a gordura corporal quando tratamos de população, existe uma heterogeneidade significativa individual. Esta heterogeneidade é relacionada a diferentes fatores, tais como idade, sexo, genética e etnia ou raça, mas também é um resultado das diferenças na distribuição da composição e gordura corporal. Assim, embora a avaliação da gordura corporal com o IMC possa ser uma boa e realista medida primária, esta certamente não é suficiente para uma análise clínica. Parece óbvio estabelecer um peso ideal em função da altura, no entanto, somente explica dois terços da variação entre indivíduos em relação à adiposidade total²³. Por isso, é relevante considerar o uso de ferramentas clínicas simples para ajudar os profissionais de saúde a identificar o alto risco de comorbidades associadas ao excesso de gordura total e à sua distribuição regional no corpo.

Os primeiros trabalhos sobre a localização da gordura corporal foram de Vague et al.²⁴, no qual foi classificada a composição corporal de indivíduos entre gordura andróide/central e ginóide/periférica. A preocupação com o padrão de distribuição regional da gordura corporal justifica-se em razão da associação entre complicações para a saúde decorrentes de disfunções cardiometabólicas provenientes do maior acúmulo de gordura na região central do corpo, independentemente da idade e da quantidade total de gordura corporal²⁵. A

classificação da obesidade segundo o estado metabólico está bem estabelecida na literatura^{26,27}. No entanto, para avaliar a obesidade abdominal, de forma precisa, é necessária tecnologia de imagem de alto custo, inacessível para aplicabilidade em pesquisas com grupos populacionais.

Práticos, não invasivos e de baixo custo em sua aplicação em populações, o levantamento das medidas e circunferências visam o rastreamento precoce e avaliação do estado de saúde de indivíduos e grupos. Nos últimos 30 anos foram propostos índices antropométricos que estabelecem índices fundamentados em diferentes modelos matemáticos, considerando o formato corporal cilíndrico/elíptico^{28,29,30}. Os primeiros estudos com o uso de modelo geométrico na análise do formato corporal são descritos por Boucherd et al.³¹.

Ao longo dos anos, a estimativa da adiposidade corporal tanto nos compartimentos central/androide ou periférica/ginóide, é proposta por índices de adiposidade corporal, relacionados com DCNT. Dentre os índices mais conhecidos encontram-se: o Índice de Conicidade (IC), Índice de Formato Corporal (IFC), Índice de Adiposidade Corporal (IAC), Índice de Circularidade Corporal (ICC), Índice de Gordura Corporal (IGC), e o Índice de Adiposidade Visceral (IAV). O uso dos índices de composição corporal contendo essas medidas e circunferências pode refinar a avaliação do estado nutricional individual, permitir comparações de estudos epidemiológicos nacionais e internacionais, e servem como ferramenta útil no rastreio da saúde pública, bem como nas condutas preventivas das DCNT.

Portanto, a presente revisão visa analisar os principais índices antropométricos utilizados na avaliação da distribuição da gordura corporal e sua associação com DCNT.

Foi elaborada uma revisão integrativa para relacionar os principais índices antropométricos com Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT). Esta revisão foi realizada no período de junho de 2016 a junho de 2017 com artigos das seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde (LILACS), da Biblioteca Virtual em Saúde do Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME) e PubMed, sendo este último um serviço da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos, com os seguintes critérios de inclusão: estudos que abordem a temática índices antropométricos em indivíduos adultos (maiores e iguais a 18 anos), indexados nas base de dados,

publicados no período de janeiro de 1995 a março 2017, com resumos disponíveis e acessados na íntegra pelo meio on-line nos idiomas português, inglês e espanhol. Foram utilizados os seguintes descritores controlados: índices antropométricos, gordura total, os índices antropométricos [Índice de Gordura Corporal (IGC), Índice de Massa Corpórea (IMC), Índice de Conicidade (IC), Índice de Circularidade Corporal (ICC), Índice de Formato Corporal (IFC), Índice de Adiposidade Corporal (IAC) e Índice de adiposidade visceral (IAV)], obesidade, adiposidade e composição corporal.

Índice de Gordura Corporal (IGC)

Este índice foi introduzido pela primeira vez por VanItallie et al.³³, descrevendo-o como um criterioso avaliador de adiposidade corporal. Os autores utilizaram o índice de gordura corporal (IGC) com o propósito de classificar a composição corporal de maneira mais distinta segundo os compartimentos corporais. O cálculo considerou a quantidade em quilos da massa de gordura obtida pelo método duplamente indireto da bioimpedância elétrica. Atualmente, a maioria dos artigos apresentando o índice utilizam o valor de gordura corporal pelo método de absorciometria com raios-x de dupla energia (DXA).

Este índice relaciona apenas um componente do peso corporal com a altura ao quadrado, e é expresso em unidades comuns ao IMC segundo a fórmula apresentada:

$$\text{IGC} = \frac{\text{Gordura corporal(kg)}}{\text{altura}^2 \text{ (m)}}$$

Em 2009, Kelly et al.³³ propuseram pontos de corte para categorizar o estado nutricional com a variação da gordura corporal identificada pelo índice.

O IGC, o IMC e a porcentagem de gordura corporal (%GC) possuem as mesmas variáveis, porém é possível analisar que cada indicador categoriza excesso de peso e obesidade de forma diferente. O IMC mensura o peso corporal e altura corporal, enquanto IGC requer a informação de peso corporal, altura

corporal e conteúdo de gordura corporal (kg), sendo que essa é estreitamente relacionada com a idade³⁴. Estudo com amostra de 538 norte americanos de origem mexicana, observou discrepância entre o IMC e o percentual de gordura corporal, refletindo uma das limitações do IMC. Por outro lado, o IGC obteve precisão em identificar o excesso de gordura corporal definido como obesidade, sendo sugerido pelos pesquisadores estudos para confirmar os achados em diferentes grupos étnicos³⁵. Considerando o fato da porcentagem de gordura não ser corrigida pela altura, e elevados valores serem apresentados em populações saudáveis, o IGC é uma ferramenta superior na identificação de gordura corporal total³⁶. Considerando a importância da investigação das diferenças raciais, com 5688 indivíduos saudáveis, de ambos os sexos com idade entre 20 e 90 anos, Kyle et al.³⁷ avaliou a gordura corporal por exame de imagem (DXA GE-Lunar). Quanto a distribuição de gordura em diferentes etnias, os pesquisadores identificaram que os homens chineses tinham maior IGC e adiposidade central comparado à população americana. Resultados similares foram obtidos com população coreana³⁹.

Quanto à relação do IGC com DCNT poucos estudos são mencionados. Kim et al⁴⁰, com amostra de 5.534 homens, com o objetivo de avaliar riscos para síndrome metabólica, observaram que cada componente da síndrome metabólica foi significativamente associado ao IGC, no entanto, o melhor discriminador para síndrome metabólica foi a RCEst comparado ao IMC. Similar estudo⁴¹ verificou elevado razão de chances (RC) para síndrome metabólica em indivíduos que apresentavam altos valores de IGC.

Liu et al⁴², em um estudo transversal com 1698 indivíduos, idade entre 20 e 79 anos, verificou que níveis elevados de IGC se associaram positivamente à presença de síndrome metabólica, independentemente do IMC e do percentual de gordura total. Os autores concluíram que o IGC parece ser uma ferramenta melhor para rastreio da presença de síndrome metabólica do que IMC e percentual de gordura corporal em homens e mulheres⁴². Pourshahidi et al.⁴³, relacionaram índices de adiposidade para predição de risco cardiometabólico e inflamatório em jovens. Apesar da pequena amostra do estudo (n=192), o IGC se apresentou como forte preditor para risco cardiometabólico, em destaque verificaram que para cada kg/m² do IGC, houve 29% de aumento do risco cardiometabólico e para cada unidade de aumento da gordura visceral houve elevação de 18% do risco

cardiometabólico. Associado a esses resultados, o IGC foi considerado o melhor preditor da concentração de glicose no plasma e da razão de pressão diastólica por sistólica do que a %GC.

A vantagem desse índice em relação ao IMC deve-se ao uso de apenas um componente do peso, a gordura corporal total (kg)⁴⁴. A avaliação do estado nutricional segundo o uso de IGC torna possível julgar se o déficit ou excesso de peso corporal se deve seletivamente a uma mudança na massa de gordura corporal (GC)³². Apesar de ser uma ferramenta útil na avaliação da composição corporal, podendo ser um indicador preciso do estado nutricional, pesquisadores sugerem estudos com os padrões de referência do IGC associado a fatores de risco para DCNT a fim de compreender melhor a contribuição do IGC nos fatores de risco e mortalidade⁴⁵. Além disso, para calcular o IGC, é necessário obter a quantidade de gordura corporal em kg, realizada por equipamentos de alto custo, como Bioimpedância elétrica (BIA), DXA e tomografia computadorizada (TC), nos quais inviabilizam seu uso na prática clínica, e em estudos populacionais.

Índice de Conicidade (IC)

Proposto por Valdez²⁸, o IC baseia-se na circunferência da cintura e expressa o risco de doenças relacionadas à obesidade central. Foi desenvolvido com a informação de que os indivíduos que acumulam gordura na região do abdômen têm a forma do corpo parecida com um duplo cone, ou seja, dois cones com uma base comum, dispostos um sobre o outro, enquanto aqueles indivíduos com menor quantidade de gordura na região abdominal teriam a aparência de um cilindro (Figura 1).

O IC é determinado com as medidas do peso da massa corporal, da estatura e da circunferência da cintura. Sua fórmula é apresentada abaixo:

$$IC = \frac{\text{Circunferência da Cintura (m)}}{0,109 * \sqrt{\frac{\text{peso (kg)}}{\text{altura(m)}}}} .$$

O numerador é a medida da circunferência da cintura em metros. O valor 0,109 é a constante que resulta da raiz da razão entre 4π (originado da dedução

do perímetro do círculo de um cilindro) e a densidade média do ser humano de 1050 kg/m³. Assim, o denominador é o cilindro produzido pelo peso e estatura de determinado indivíduo⁴⁶.

Desta forma, ao ser calculado o IC, temos a seguinte interpretação: se a pessoa tem o IC de 1,30, isto significa que a circunferência da sua cintura, já levando em consideração a sua estatura e peso, é 1,3 vezes maior do que a circunferência que a mesma teria caso não houvesse gordura abdominal (pessoa de forma cilíndrica)⁴⁶. No estudo inicial, foi sugerido adotar os valores próximos de 1,00 (perfil morfológico similar à de um cilindro perfeito) como indicativo de baixo risco para o aparecimento e o desenvolvimento de disfunções cardiovasculares e metabólicas. Entretanto, valores próximos de 1,73 (perfil morfológico similar à de um duplo cone perfeito) indicam elevado risco para o aparecimento e o desenvolvimento de disfunções cardiovasculares e metabólicas⁴⁷.

Pitanga e Lessa ⁴⁸, com população brasileira, propõem pontos de corte para o IC > 1,25 para homens e de > 1,18 para mulheres como indicador de risco coronariano. Comparando o IC com o IMC, El Said et al.⁴⁹, observaram valores de IC acima do ponto de corte em indivíduos classificados como eutróficos segundo o IMC. De acordo com os estudos, o IC é uma alternativa acessível no rastreamento do risco de morbidade e mortalidade na obesidade central.

Gustat et al.⁵⁰, no Bogalusa Heart Study, estudo epidemiológico com o objetivo de avaliar fatores de risco cardiovascular desde o nascimento até os 38 anos de idade em população birracial em Bogalusa, Louisiana, avaliaram uma subamostra com 1.420 indivíduos, idade entre 20-38 anos com ensino superior, sendo 71% brancos e 61% mulheres. O IC apresentou correlação positiva com os valores de triglicerídeos, no entanto, a circunferência da cintura (CC) foi o melhor indicador associado aos fatores de risco cardiovascular. Os valores encontrados de IC foram 1,23 para homens brancos, 1,19 para homens negros e 1,13 mulheres brancas e 1,17 para mulheres negras. Apesar desse resultado, estudos mais recentes sobre a relação do IC como preditor para risco cardiovascular apresentam possibilidades de sua aplicabilidade a fim de avaliar indiretamente a obesidade visceral.

Farzad et al.⁵¹, realizando estudo transversal em Istambul, na Turquia com 64 homens (média de idade 64.6 ± 14.7 anos), apresentaram o IC como preditor

independente para inflamação sistêmica, risco cardiovascular e Taxa de Filtração Glomerular (TFG) em pacientes em pré-diálise. No estudo o IC apresentou correlação positiva com a adiposidade visceral e negativa com a TFG (média IC: 1.3 ± 2), sendo o IC considerado o indicador mais sensível comparado ao IMC e ao RCEst para determinar declínio da função renal.

Em um estudo de coorte com base populacional, com o objetivo de relacionar os índices antropométricos com risco para doença cardiovascular, foram avaliados 3.199 indivíduos, com idade entre 40-79 anos, na cidade de Amol, Irã. Os autores destacaram o IC e a RCQ como os melhores indicadores com forte poder discriminatório para avaliação do risco de doença coronariana em 10 anos segundo o Escore de Risco Global (ERG), em relação a outros índices de obesidade (AVI, IMC, RCEst)⁵². A Diretriz Brasileira de Prevenção Cardiovascular recomenda o Escore de Risco Global (ERG) para estimar o risco de infarto do miocárdio, acidente vascular encefálico (AVE), insuficiência vascular periférica e insuficiência cardíaca em 10 anos, aplicado a diferentes populações⁵³.

Pesquisadores em estudo transversal com 390 indivíduos de 18-50 anos de idade, compararam o escore de risco de Framingham baseado no perfil lipídico e no IMC. Os participantes apresentaram valores de IC de 1,18, sendo em homens IC de 1,21 e em mulheres de 1,15. O IC apresentou correlação positiva significativa com glicose, colesterol total e frações apenas em homens ($p < 0.01$) e obteve a melhor relação com o risco cardiovascular associado ao IMC apresentando a área sob a curva de 0.783 (ponto de corte 1,24, sensibilidade de 77,40% e especificidade de 67,50%) e melhor preditor para risco cardiovascular baseado no perfil lipídico com área sob a curva de 0.817 (ponto de corte 1,24; coeficiente Kappa de 0,35; sensibilidade 82,40% e especificidade 72,80%)⁵⁴.

A relação do IC com hipertensão arterial sistêmica (HAS) e aterosclerose são ainda inconclusivos na literatura. Farzad et al.⁵¹, em estudo transversal com 155 mulheres pós-menopausa, no Irã, identificou que o IC obteve correlação positiva com pressão arterial sistólica (PAS) ($r = 0.29$; $p = 0.009$), no entanto a associação do IC (IC médio de 1.24) com pressão arterial diastólica (PAD) ($r = -0.16$; $p < 0.05$) e triglicérides ($r = -0.17$, $p < 0.05$) foi inversa e fraca e negativa. Portanto, os autores concluem que futuros estudos com maior número de indivíduos são necessários. SALARI⁵⁵ et al., 2016, em estudo transversal com 610

participantes com idade entre 20-75 anos, com o objetivo de avaliar a associação de vários índices de obesidade com a severidade da aterosclerose em adultos no norte do Irã, identificaram após análise multivariada ajustada que o IC não obteve significância estatística com severidade da aterosclerose. Os valores de IC encontrados foram de 1.35 na população total, sendo 1.41 para mulheres e 1.30 para homens.

No Brasil, pesquisas sobre o IC foram desenvolvidas em diferentes regiões do território. Estudo de corte transversal, realizado em Salvador (Brasil), avaliaram amostra probabilística de 968 adultos (391 homens e 577 mulheres). Os pesquisadores ao comparar os índices antropométricos (IMC, IC, CC, RCQ) e Risco Cardiovascular Elevado (RCE), verificaram que especialmente em homens o IC (ponto de corte= 1.25) apresentou melhor valor de sensibilidade (73,91%) e de especificidade (74,92%) para discriminar alto risco cardiovascular em relação aos índices de obesidade geral. No estudo, os autores sugerem os pontos de corte de 1,25 para o sexo masculino, com sensibilidade (73,91%) e especificidade (74,92%) e 1,18 para as mulheres com sensibilidade (73,39%) e especificidade (61,15%) para o IC⁴⁸. Em outras análises com a mesma população, foram obtidos pontos de corte para IC de 1,23 como discriminador da glicemia⁵⁶, e de 1,20 como discriminador de hipertensão sistólica com adequados valores de sensibilidade e especificidade⁵⁷. Os resultados encontrados neste trabalho são oriundos de adultos de ambos os sexos, com idade maior ou igual a 30 anos, recomendando-se cautela ao serem usados em adultos com menos de 30 anos de idade. Deve-se considerar, também, que existem modificações na composição corporal com o processo do envelhecimento, o que poderia gerar diferentes pontos de corte do IC para diferentes grupos etários.

O IC pode utilizado para discriminar alto risco coronariano, apesar dos valores de sensibilidade e especificidade não serem muito elevados. Em pessoas do sexo masculino, tanto a sensibilidade quanto a especificidade foram de aproximadamente 75%, com possibilidade do IC classificar de forma incorreta 25% daqueles com RCE e 25% daqueles com risco coronariano "normal". Por outro lado, em mulheres, o ponto de corte mais adequado para discriminar RCE apresenta sensibilidade de aproximadamente 73% e especificidade de 61%. Assim, a possibilidade de classificações incorretas é maior entre aqueles com risco

coronariano normal, gerando maior quantidade de falsos positivos. Em se tratando de teste diagnóstico, esta possibilidade não apresenta problemas, visto que teremos menor quantidade de pessoas classificadas como falso-negativos (teste com maior sensibilidade do que especificidade)⁴⁸.

Comparando os indicadores antropométricos com escore do questionário para risco coronariano de Framingham, os autores⁵⁸ identificaram valores do IC (valor médio = 1.25), com área de Intervalo de Confiança (95%) de 0,80 (0,74-0,85). O estudo considera o IC como o melhor discriminador em relação aos outros indicadores antropométricos (RCQ, IMC, RCEst, CC) para ambos os sexos na predição do risco cardiovascular, obtendo valores de sensibilidade e especificidade de 73% e 75%, respectivamente. RORIZ⁵⁹ em estudo com 191 adultos e idosos de ambos sexos, no Hospital Universitário da Federal da Bahia (UFBA), o IC apresentou elevada acurácia na discriminação entre obesidade visceral. Os autores concluíram que é um efetivo indicador para avaliação de risco cardiovascular na prática clínica com indivíduos e grupos.

Na metrópole paulista, Andrade et al.⁶⁰, 573 mulheres, com média de idade de 49,2 anos, apresentaram IC 1.32 (± 0.08). Após a estratificação em quartis dos valores de IC, as mulheres no grupo de percentil < 75 apresentaram média igual 1.29 (± 0.06) e no grupo de percentil ≥ 75 a média foi de 1.42 (0.04) sendo que a média de glicemia foi maior que 99 mg/dl (89-114) mg/dl e a de HDL-colesterol foi no menor no grupo de percentil ≥ 75 . Após ajustar os modelos, foi confirmada a associação entre o IC com DM e HAS. A chance dos participantes apresentarem DM e HAS no grupo de percentil ≥ 75 era de 1.72 e 1.75 vezes maior, respectivamente, do que os pacientes do grupo de percentil < 75. Após ajuste com a idade verificaram que as chances de apresentar DM e HAS aumentaram para 2.87 e 8.65, respectivamente, demonstrando que a influência do IC com DCNT se eleva com a idade. Em outras palavras, verificaram que o IC é uma ferramenta importante para estimar risco para diabetes e hipertensão em mulheres, assim como, o elevado IC foi negativamente associado com HDL-Colesterol, sendo importante marcador lipídico de risco cardiovascular.

No entanto, segundo Martins et al.⁶¹ em estudo transversal realizado em Minas Gerais, com o objetivo de analisar a capacidade preditiva de índices antropométricos para identificar risco cardiovascular (razão dos níveis de

triglicerídeos com HDL-colesterol) avaliou 349 idosos na Estratégia de Saúde da Família (ESF) em Viçosa (MG), verificaram que apesar de ser indicador interessante para avaliar perfil da distribuição de gordura corporal, não existem pontos de corte para população idosa. Os resultados apresentaram valor de IC médio de 1.31 para homens e 1.35 para mulheres, com baixo poder preditivo para risco cardiovascular quanto ao balanço de sensibilidade e especificidade comparado com os demais índices antropométricos (IMC, CC, RCEst). Outro estudo no Rio Grande do Norte⁶², obtiveram que a maior classificação de risco para população geral e sexo masculino foi observado pela avaliação do IC, embora para o sexo feminino o melhor discriminador foi a CC. Em Recife, Santos et al.⁶³ verificaram que o IC de 1.90 para mulheres e homens 2.08 estatisticamente significativa estima obesidade abdominal na amostra, sendo considerados valores elevados possivelmente decorrente da idade média da amostra, embora o IC não tenha sido o melhor estimador de obesidade abdominal.

Uma limitação para utilização do IC em estudos populacionais é a dificuldade de se calcular o denominador da equação proposta para sua determinação. Para resolver este problema, até que se disponha de informatização da rede básica de saúde no Brasil, os autores elaboraram uma tabela para cálculo onde, através da verificação do peso e estatura do avaliado, teríamos o valor do denominador já estabelecido. Para determinar o IC é preciso apenas dividir o valor da circunferência da cintura (em metro) pelo valor do denominador apresentado na tabela. Por outro lado, não ser necessária a medida da circunferência do quadril para sua determinação é uma vantagem do IC, quando utilizado em estudos populacionais.

Índice de Adiposidade Visceral (IAV)

Em 2010, Amato et al.⁶⁴ desenvolveram o Índice de Adiposidade Visceral (IAV), um modelo matemático contendo indicadores antropométricos (IMC e CC) associado a indicadores bioquímicos (triglicerídeos [TG] e lipoproteína de alta densidade [HDL] colesterol). Esse índice apresentou relação com a gordura visceral identificada por técnicas de imagem e tem sido considerado um simples marcador

da disfunção do tecido adiposo e indireto preditor de risco cardiometabólico. Além disso, mostrou uma forte associação independente com eventos cardiovasculares e cerebrovasculares⁶⁵, bem como, melhor capacidade preditiva para diabetes melitus tipo 2 (DM2), em comparação com os componentes individuais (CC, IMC, TG e HDL)^{66,67}. A fórmula foi elaborada específica por sexo:

MULHERES

$$IAV = \left(\frac{\text{Circunferência da Cintura}}{36,58 + (1,89 \times \text{IMC})} \right) \times \left(\frac{\text{TG}}{0,81} \right) \times \left(\frac{1,52}{\text{HDL}} \right)$$

HOMENS

$$IAV = \left(\frac{\text{Circunferência da Cintura}}{39,68 + (1,88 \times \text{IMC})} \right) \times \left(\frac{\text{TG}}{1,03} \right) \times \left(\frac{1,31}{\text{HDL}} \right)$$

circunferência da cintura (cm); IMC (kg/m²); TG = triglicerídeos (mg/dl); HDL = high density lipoprotein

Estudo transversal com 1360 indivíduos saudáveis no Irã (n=580 homens e n=780 mulheres) relacionou o IAV e indicadores antropométricos (IMC, IFC, IC, CQ, RCQ, RCEst, IAC, CC e RCQ) com o percentual de gordura corporal pela Bioimpedância elétrica. Verificaram que o IAV, IMC e RCEst foram os melhores preditores da porcentagem de gordura corporal, destacando em valores de IMC, RCEst e IAV em homens e o IAC, IMC e RCEst em mulheres apresentaram maior acurácia para estimar porcentagem de gordura corporal, respectivamente. Os autores indicam o uso do IAV e o RCEst para avaliação de gordura corporal, ao invés dos demais índices, pois foram capazes de melhor identificar a gordura na área abdominal e sensíveis no levantamento da porcentagem de gordura corporal, sendo importantes indicadores associados a DCNT⁶⁸.

Amato et al.⁶⁵, pesquisaram 1764 pacientes moradores da Sicília ocidental (The AlkaMesy Study). Verificaram que os pacientes com escores de IAV acima do ponto de corte estabelecido no estudo, apresentaram relação positiva independente associada a eventos cardiovasculares (DCV e / ou infarto do miocárdio). Portanto, os autores sugerem que devido a simplicidade do CC, IMC e avaliação bioquímica (TG e HDL), o uso do IAV é uma ferramenta fácil para a

avaliação da disfunção do tecido adiposo visceral (DAV), sendo útil na prática clínica e em estudos populacionais para a avaliação de risco cardiometabólico associado a obesidade visceral.

Quanto a associação com DCNT, pesquisadores avaliando 1.622 adultos da Jordânia, sendo 686 homens e 936 mulheres, com idade entre 20 e 80 anos, verificaram que as mulheres apresentaram IAV ($6,82 \pm 6,43$) maior do que os homens ($4,15 \pm 4,62$), sendo que o grau de gravidade do IAV aumenta com a idade em ambos os sexos ($p < 0,001$). Na pesquisa, as mulheres obtiveram maior prevalência de risco cardiometabólico e maiores valores nos índices de adiposidade em relação aos homens. Na análise de risco cardiometabólico o IAV foi positivamente associado com TG, HDL-C, glicose de jejum, pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), RCQ, CC, RCA e IMC na respectiva ordem. Os resultados sugerem que o IAV está potencialmente associado com riscos cardiometabólicos e revela-se superior a outros índices de adiposidade na previsão do risco à saúde cardiovascular⁶⁹.

Han et al.⁷⁰ avaliaram 95 pacientes com doença cardíaca congestiva (DCC) divididos entre grupo controle (pacientes com DCC não diabéticos) e grupo com presença de DM (Pacientes com DCC diabéticos). Em seguida, os dois grupos foram divididos respectivamente em grupos DAV (disfunção no tecido adiposo visceral) e ausentes de DAV. No estudo identificaram que o IAV foi associado de forma independente ao escore de Gensini, originalmente desenvolvido para quantificar a gravidade de doença arterial coronariana (DAC). Portanto, os dados apresentaram que IAV foi um indicador simples da massa adiposa visceral fortemente associado à gravidade da DCC. Os pontos de corte do IAV utilizados para definir o DAV foram mais sensíveis em rastrear a gravidade da DCC nos pacientes diabéticos.

Vogel et al.⁷¹ em estudo de coorte brasileiro, avaliaram 116 pacientes com idade de 30 a 85 anos, diagnosticados com insuficiência cardíaca. No início do estudo, indivíduos com insuficiência cardíaca isquêmica mostraram valores mais elevados de índice de adiposidade visceral ($3,60 \pm 3,71$ contra $1,48 \pm 1,58$, $P = 0,04$) e uma tendência para acumulação lipídica maior quando comparados com os indivíduos que faleceram até ao final do estudo. Após o acompanhamento médio de 14,3 meses, os pacientes com insuficiência cardíaca isquêmica que

apresentaram índice de adiposidade visceral $> 1,21$ apresentaram 78% menor risco de morrer ($p = 0,02$) e melhor prognóstico segundo as curvas de Kaplan-Meier para sobrevida ($p = 0,005$), sendo considerado mais uma evidência para o paradoxo da obesidade. Os resultados mostraram que o índice de adiposidade visceral é um bom preditor de prognóstico em pacientes com insuficiência cardíaca isquêmica.

No entanto, Haymana et al.⁷², considerando que o risco cardiometabólico é alto em pacientes com hipogonadismo, avaliou 112 pacientes com hipogonadismo hipogonadotrófico congênito (CHH) (idade média, $21,7 \pm 2,06$ anos) comparado a 124 indivíduos saudáveis (idade média, $21,5 \pm 1,27$ anos). Os resultados do estudo demonstram que pacientes com o hipogonadismo expressaram maior relação IAV e TG/HDL-C. Esses valores estão significativamente correlacionados com os marcadores de disfunção endotelial, inflamação e resistência à insulina. Contudo, os papéis preditivos do índice IAV e TG / HDL-C não foram significativos. Sugere-se que estudos prospectivos de acompanhamento possam esclarecer o papel da relação IAV e TG/HDL-C na predição do risco cardiometabólico em pacientes com hipogonadismo.

O índice foi considerado marcador significativo para fatores de risco da disfunção na gordura visceral, doença cardiovascular e eventos cerebrovasculares. Estes achados podem ser explicados pelo fato de que IAV inclui parâmetros físicos e metabólicos, podendo talvez refletir a diferentes fatores de risco. Portanto, pode ser uma ferramenta útil na prática clínica para avaliação de risco cardiometabólico associado a obesidade visceral em grupos específicos. No entanto, é de difícil aplicabilidade em serviços de saúde considerando a exigência na fórmula dos parâmetros bioquímicos nos quais, produzem um protocolo oneroso comparado aos parâmetros antropométricos. Outro aspecto que devemos considerar são os pontos de corte para diferentes populações, pois os autores estabeleceram a proposta de pontos de corte do índice apenas para população caucasiana, sendo necessário mais estudos para determinar parâmetros em diferentes grupos étnicos relacionado a DCNT.

Índice de Adiposidade Corporal (IAC)

Proposto por pesquisadores do Departamento de Fisiologia e Biofísica da Escola Keck de Medicina da Universidade do Sul da Califórnia, Los Angeles, EUA, este índice foi desenvolvido com o objetivo de proporcionar uma direta estimativa percentual (%) da adiposidade corporal. Sua fórmula considera a circunferência do quadril de homens e mulheres adultos de diferentes etnias, sem correção numérica. Para isso, foi obtido a melhor relação linear entre o IAC e a porcentagem de gordura obtida pelo DXA, identificando o valor de intercepto 18 e forte correlação entre a CQ e altura com a potência de 1.5 para estimar a gordura corporal derivada do DXA. No estudo com população adulta mexicana- americana e afro-americana verificaram que é um forte preditor da porcentagem de gordura em homens e mulheres⁷³.

$$\text{IAC} = \frac{\text{Circunferência do Quadril (cm)}}{\text{Altura(m)}^{1,5}} - 18$$

Poucos estudos associam o IAC com outros índices de adiposidade corporal. Estudo com Cerqueira et al.⁷⁴, contendo 102 mulheres brasileiras com idade média de 60 anos, o IAC apresentou fraca correlação com a porcentagem de gordura avaliada por DXA, bem como, Belarmino et al.⁷⁵, ao avaliar 72 adultos brasileiros classificados com obesidade segundo o IMC $\geq 30\text{kg/m}^2$, observaram que o IAC não foi um indicador acurado para estimativa da porcentagem de gordura corporal. Outros estudos também encontraram que o IAC subestima ou superestima a % de GC^{76,77}.

É possível que as diferenças observadas entre os autores que elaboraram o índice, sejam em função das características específicas da amostra estudada. O estudo original foi aplicado em amostra composta por indivíduos jovens mexicanos-americanos e africanos-americanos classificados como eutróficos segundo o IMC, outro fator a considerar é a concentração de gordura central presente na população

estudada dificultando a capacidade do índice em identificar relações entre a estimativa de gordura corporal total avaliada pelo DXA⁷³.

Dentre os estudos avaliando predição para doenças crônicas encontra-se o estudo de Alvim et al.⁷⁸, com 1572 brasileiros, sendo 620 indígenas. Neste estudo, o IAC foi o melhor preditor de risco para identificar Diabetes Mellitus (DM2) em relação a CC e IMC, diferente de estudos prévios com populações de diferentes etnias^{79,17}, bem como, pesquisa longitudinal com 2.981 indivíduos iranianos, verificou que RCEst e IMC obteve melhor associação com risco para diabetes tipo 2 em relação ao IAC⁸⁰.

Quanto a avaliação dos fatores de risco para doenças cardiovasculares, em estudo de coorte com 1.891 indivíduos jovens de ambos sexos, nos quais apresentavam eutrofia segundo média do IMC, verificaram que o IAC é um indicador mais adequado para identificar gordura total. No entanto não é melhor que o IMC, sendo que a combinação entre IMC e RCEst seriam melhores clinicamente para identificar pacientes com fatores de risco na população de singapura⁸¹.

Portanto, apesar de ter sido proposto como indicador para avaliação antropométrica da gordura corporal total, os estudos sobre a relação do IAC e efeito da adiposidade corporal nas DCNT não foram conclusivos, exigindo estudos longitudinais e relações apuradas de diferentes populações na identificação da estimativa de gordura corporal, risco cardiometabólico e mortalidade em populações. Os autores propõem o uso de calculadoras online (por exemplo: ba-index.org), sendo facilitador para estudos análise comparativa entre índices antropométricos. Estudos com o IAC são escassos e não propõe pontos de corte, dificultando comparações e possíveis associações com DCNT em amostras com diferentes idades, etnias e estado nutricional.

Índice de Formato Corporal (IFC)

Em 2012, Krakauer e Krakauer⁸² com o intuito de desenvolver um índice antropométrico baseado na circunferência da cintura (CC), refletindo a concentração central do volume corporal, os autores compararam o índice com a

gordura visceral obtida pelo DXA resultando em um importante marcador representado pela fórmula:

$$\text{IFC} = \frac{\text{Circunferência da Cintura (cm)}}{\text{IMC}^{2/3} * \sqrt{\text{Altura (m)}}}$$

Na avaliação do tipo de obesidade, pesquisa com 200 pacientes hospitalizados da Itália e Eslovênia, verificaram que o IFC apresentou associação negativa com o índice de obesidade sarcopênica, sugerindo como índice que contribui para definir risco de baixa massa magra em indivíduos que apresentam sobrepeso ou obesidade segundo o IMC⁸³.

Segundo os precursores do índice, com população do NHANES III, o índice apresentou associação com mortalidade e gordura central, sugerido pelos pesquisadores a utilização do indicador como avaliador complementar ao IMC⁸⁴. Em estudo com 7011 indivíduos britânicos, Health and Lifestyle Surveys (HALS), o IFC foi um sensível preditor de mortalidade comparado com prévios índices antropométricos (IMC, RCEst)⁸⁵. Confirmando os resultados dos autores, estudo prospectivo de base populacional com 9242 iranianos adultos de ambos sexos, verificaram que o IFC é um forte preditor da mortalidade para todas as causas e predição de riscos à saúde em homens, no entanto, é um fraco indicador para previsão de risco para doenças cardiovasculares comparado ao IMC, CC e RCEst. Outro aspecto foi que a mortalidade apresentada por IFC possui relações em forma de "U", ou seja, valores menores e elevados de IFC apresentam relação com mortalidade⁸⁶. Em estudo prospectivo de base populacional na Holanda, com amostra de 6366 idosos (2626 homens e 3740 mulheres), comparado aos indicadores antropométricos (IMC, CC, RCA, RCQ), o IFC apresentou forte associação com mortalidade geral, doenças cardiovasculares e câncer em ambos sexos⁸⁷.

Entretanto, estudos verificaram baixa predição do índice para doenças cardiometabólicas. Avaliando 9555 adultos iranianos, pesquisadores verificaram que o IFC foi fraco preditor de risco cardiovascular e síndrome metabólica na população estudada⁸⁸. Da mesma forma, em estudo de Maessen et al.⁸⁹, os autores concluíram que o IFC não foi capaz de identificar associação com doenças

cardíacas e fatores de risco em indivíduos de meia-idade em relação ao ICC, IMC e CC, os autores sugerem que a estatura média da população estudada foi um possível fator de confusão comparado ao estudo de Krakauer et al.⁸².

Pesquisas destacaram que o IFC pode ser importante no prognóstico de risco de diabetes tipo 2 e/ou aterogênese. Malara et al.⁹⁰, estudando universitários sedentários (n=114), verificaram que os parâmetros bioquímicos de insulina, glicemia e lipoproteínas séricas (colesterol total e frações) melhor se correlacionaram com o IFC em comparação ao IMC. No entanto, as correlações matemáticas entre variáveis metabólicas e o índice de adiposidade no valor absoluto não significam um efeito direto da relação. Por outro lado, as diferenças acentuadas em perfis metabólicos de indivíduos foram obtidas de acordo aos quartis inferior e superior do índice podendo sugerir que o IFC, não o IMC, descreve a variabilidade na insulina circulante e lipoproteínas em participante mesmo classificados como eutróficos segundo IMC. Outro resultado do estudo, foi que pequenas alterações no valor do índice fornecem informações sobre variabilidade no risco metabólico, apesar do menor número amostral, em homens sedentários jovens e saudáveis, o IFC foi o melhor preditor em relação ao IMC para variabilidade nos parâmetros bioquímicos. Por outro lado, Chang et al.⁹¹, com 5253 homens e 6092 mulheres da população rural do norte da China, concluiu que o IFC foi fraco indicador após ajuste da idade, raça, história familiar, escolaridade, tabagismo e etilismo em relação ao IMC, CC e RCEst no rastreamento de risco para presença de DM2.

Portanto, apesar de estudos destacarem a forte relação entre o índice e a mortalidade e possível capacidade de rastreio da obesidade sarcopênica, estudos não foram esclarecedores sobre o potencial do índice em relação a gordura visceral e subsequente associação com doenças cardiometabólicas, bem como propostas de pontos de corte para populações.

Índice de Circularidade Corporal (ICC)

Baseado em modelo elíptico, Thomas et al.³⁰, propôs o ICC para desenvolver um quantificador numérico simples de arredondamento corpo, modelo elíptico ou oval de formato corporal representada pela seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Circularidade} = 364,5 - (365,5 * e).$$

$$\text{Onde } e = \text{excentricidade} = \sqrt{1 - \frac{\frac{\text{cintura (m)}^2}{4\pi^2}}{(0,5 * \text{altura (m)})^2}}$$

O modelo elíptico foi introduzido pela primeira vez em 1609 pelo astrônomo alemão Johannes Kepler para quantificar a circularidade das órbitas planetárias, sendo que o grau de arredondamento de uma elipse é caracterizado por um valor não-dimensional, chamado de excentricidade⁹². A elipse é definida por dois comprimentos, o eixo maior (perímetro da extensão da altura do indivíduo) e o eixo menor (perímetro em torno da região da cintura ou quadril) ou seja, aplicado para o formato corporal, o eixo maior e menor pode ser visto como a altura e a largura da elipse representada por um indivíduo, respectivamente (Figura 2). Além disso, a excentricidade prevê a porcentagem de gordura corporal e de gordura visceral.

Para construção da fórmula, foi preciso quantificar a excentricidade (grau de circularidade de uma elipse), sendo que os seus valores variam entre 0 e 1, sendo o 0 a caracterização de um círculo perfeito, e 1, uma linha vertical. Considerando a magnitude da extensão das medidas de perímetro da circunferência da cintura e quadril de humanos, a excentricidade foi determinada entre 1 a 20 por uma transformação de equivalência matemática. A fórmula foi aplicada nos dados da população do NHANES III, não apresentou valor negativo, obtendo valores entre 1 (forma corporal alongada) até no máximo 16 (forma corporal arredondada). Segundo o autor, na análise de diferentes grupos populacionais foi verificado que para o mesmo IMC é apresentado diferentes ICC, caracterizando melhor a distribuição da adiposidade de indivíduos e populações Figura 3.

Por meio das informações de peso (kg), altura (cm), raça (branco, afro-americano, asiático, mexicano-americano), CC e CQ, pode-se obter o ICC utilizando uma calculadora web: <http://www.pbrc.edu/bodyroundness>, sendo que os

valores podem variar de 1 (forma longa corporal magra) até 20 (forma arredondada corporal), e se obtém também a estimativa da porcentagem de gordura total e tecido adiposo visceral total. Thomas et al., propuseram pontos de corte de ICC utilizando as faixas de IMC e indicando a % de GC correspondente por sexo. (Tabela 2)

Por ter sido proposto recentemente, poucos estudos relacionaram o índice com composição corporal e doenças crônicas. Em estudo transversal⁹³ com 4.872 participantes com idade entre 18 e 74 anos, verificaram que o ICC (OR = 5,484 para homens e OR = 3,48 para mulheres) e a razão cintura-altura (RCA) (OR = 5,309 para homens e OR = 3,854 para mulheres) apresentaram maior associação com a obesidade na doença hepática não alcoólica do que o índice de formato corporal (IFC) (OR = 1.363 para os homens e OR = 1.003 para as mulheres) e razão cintura – quadril (RCQ) (OR = 3.123 para Homens e OR = 1,628 para as mulheres). Os pontos de corte excelente para ICC foram de 4,00 (sensibilidade = 82,7%, especificidade = 70,8%) para homens e de 5,00 (sensibilidade = 83,3%, especificidade = 71,7%) para mulheres. Os autores concluem que o ICC e a razão cintura-altura apresentam forte associação para identificar obesidade relacionada a doença hepática não alcoólica⁹³.

O estudo *Nimegen Exercise* com 4627 participantes, avaliou o estado de Saúde Cardiovascular sobre os fatores de risco e presença de patologias associadas as Doenças Cardiovasculares (DCV). Os autores deste estudo verificaram que após ajuste dos modelos estatísticos pela idade, sexo e tabagismo, o ICC, IMC e CC foram fortes discriminadores para DCV em relação ao IFC⁸⁹. Outros pesquisadores verificaram que o ICC possui potencial para ser usado como alternativa na avaliação de obesidade, bem como, relação significativa entre o índice com hipertrofia ventricular esquerda⁹⁴ e hiperuricemia⁹⁵. No entanto, em estudo para avaliar a capacidade do indicador na predição de DM, CHANG et al.⁹¹, mostraram que o índice é fraco em relação ao IMC, CC e RCEst.

Desta forma, considera o índice como uma visão diferencial do corpo humano, destacando o estado de saúde do indivíduo associado ao aumento de gordura central. Outra vantagem encontra-se no uso de calculadoras online que disponibiliza a estimativa de gordura total, visceral e a apresentação da classificação do estado nutricional considerando outros indicadores

antropométricos. Além disso, o ponto de corte proposto baseado em população americana pode ser útil para comparações com outros países.

CONCLUSÃO

Baseado na literatura consultada, o IMC parece precisar de outros indicadores antropométricos para complementar o rastreamento em doenças crônicas.

Fatores relacionados a heterogenicidade, etnia, sexo, média do IMC utilizada e idade, bem como o uso de métodos comparativos como tomografia computadorizada, DXA e BIA com diferentes marcas e fórmulas dificultam a reprodutibilidade das pesquisas. Outro fator limitador para análises é a padronização da mensuração da CC, ora na cicatriz umbilical, ora no ponto médio entre a crista ilíaca e a última costela suspensa. É notória a dificuldade de verificar a medida em indivíduos acima do seu peso habitual, por isso a padronização da medida em indivíduos acima do peso seria necessária a fim de pesquisar sobre o risco metabólico em populações com indivíduos obesos. Considerando a importância desses fatores, propostas de pontos de corte baseados na relação com DCNT e mortalidade em diferentes populações é necessária juntamente com software ou aplicativos para facilitar a análise da relação entre as DCNT e os índices antropométricos propostos.

Embora as referências sejam escassas, na avaliação dos índices é possível identificar tendências tais como o IC, IFC, IAV e ICC foram amplamente correlacionados com doenças cardiometabólicas, sugerindo como úteis ferramentas para predição de risco à saúde e estimativa da gordura visceral. Enquanto índices como IGC, IAC e IMC foram construídos para avaliação da gordura corporal total, exigindo o uso de indicadores complementares na avaliação da composição corporal.

Por enquanto, a melhor medida antropométrica para avaliar os riscos associados a adiposidade não foi estabelecida. Estudos sugerem, para melhorar a performance na prática clínica, a associação do IMC com o IC e IFC na avaliação da obesidade central. Considerando as particularidades da estrutura física e de composição associadas as DCNT, o levantamento de ferramentas que respeitem

os diferentes formatos corporais, de baixo custo e relacionado ao impacto metabólico são fundamentais na avaliação de riscos à saúde populacional.

Portanto, parece não existir uma única medida antropométrica que seja capaz de predizer o diagnóstico para DCNTs, e talvez esta seja a explicação para não encontrarmos consenso de forte associação entre os índices para determinadas patologias, no entanto diversas vantagens e perspectivas foram apresentadas, sendo necessário mais estudos longitudinais em diferentes populações contendo a proposta de pontos de corte para classificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Eknayan G. Adolphe Quetelet (1796–1874)—the average man and indices of obesity. Historical Note. *Nephrol Dial Transplant* 23: 47–51, 2008. Disponível em: http://www.oxfordjournals.org/our_journals/ndtplus/. Acesso em 12/12/2017.
2. Organização Mundial de Saúde - OMS. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation, Geneva, 3-5 Jun 1997. Geneva: World Health Organization, 1998. (WHO/NUT/98.1.)
3. Gallagher D, Visser M, Sepúlveda D, et al. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups? *Am J Epidemiol*. 1996; 143(3):228-39.
4. Adams KF, Schatzkin A, Harris TB, et al. Overweight, obesity, and mortality in a large prospective cohort of persons 50 to 71 years old. *N Engl J Med*. 2006; 24;355(8):763-78.
5. Gonzalez, AB de, Hartge P, Cerhan JR, et al. Body-Mass Index and Mortality among 1.46 Million White Adults. *N Engl J Med* 2010; 363:2211-2219.
6. Feng RN, Zhao C, Wang C, et al. BMI is strongly associated with hypertension, and waist circumference is strongly associated with type 2 diabetes and dyslipidemia, in northern Chinese adults. *J Epidemiol*. 2012;22(4):317-23.

7. Hollie AR, Catherine MC. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Interventions for the Treatment of Overweight and Obesity in Adults. 2016; 2212-2672.
8. Sui X, LaMonte MJ, Laditka JN, et al. Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. JAMA. 2007; 298: 2507–2516.
9. Cornier MA, Julie A. Marshall, JO. Hill, et al. Prevention of Overweight/Obesity as a Strategy to Optimize Cardiovascular Health. Circulation. 2011;124:840-850, originally published August 15, 2011.
10. Heo M, Faith MS, Pietrobelli A, and Heymsfield SB. Nutritional status, dietary intake, and body composition: Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999–2004. Am J Clin Nutr 2012 95: 3 594-602.
11. Shah NR, Braverman ER. Measuring Adiposity in Patients: The Utility of Body Mass Index (BMI), Percent Body Fat, and Leptin. PLoS ONE. 2014.7(4). Disponível em:<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%F10.1371%2Fjournal.pone.0033308>. Acesso em: 12/12/2017.
12. De Larochellière E, Côté J, Gilbert G, et al. Visceral/epicardial adiposity in nonobese and apparently healthy young adults: Association with the cardiometabolic profile. Atherosclerosis. 2014;234:23–9.
13. Garn SM, Leonard WR, Hathworne VM. Three limitations of the body mass index [letter]. Am J Clin Nutr. 1986; 44(6):996–73.
14. Nuttall FQ. Body Mass Index Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. Nutr Today. 2015; May/June Vol 50, Num 3.
15. World Health Organization (WHO). Global strategy on diet physical activity and health. Geneva: WHO; 2004.
16. Flegal KM, Kit BK, Orpana H, Graubard BI. Association of All-Cause Mortality With Overweight and Obesity Using Standard Body Mass Index Categories: A Systematic Review and Meta-analysis. JAMA. 2013;309(1):71-82.

17. Suchanek P, Kralova Lesna I, Mengerova O, Mrazkova J, et al. Which index best correlates with body fat mass: BAI, BMI, waist or WHR? *Neuro Endocrinol Lett* 2012; 33 Suppl 2: 78-82.

18. Vazquez G, Duval S, Jacobs DR, et al. Comparison of Body Mass Index, Waist Circumference, and Waist/Hip Ratio in Predicting Incident Diabetes: A Meta-Analysis. *Epidemiol Rev* 2007; 29 (1): 115-128.

19. Molarius A, Seidell JC, Sans S, et al. Waist and hip circumferences, and waist-hip ratio in 19 populations of the WHO MONICA project. *International Journal of Obesity*, Basingstoke. 1999; v.23, n.2, p.116-125.

20. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, et al. AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and The Obesity Society. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(25_PA):2985- 3023.

21. Hollie AR, Catherine MC. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Interventions for the Treatment of Overweight and Obesity in Adults. 2016; 2212-2672.

22. Cornier MA, Després JP, Davis N, et al. American Heart Association Obesity Committee of the Council on Nutrition; Physical Activity and Metabolism; Council on Arteriosclerosis; Thrombosis and Vascular Biology; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; Council on Cardiovascular Nursing, Council on Epidemiology and Prevention; Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Stroke Council. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011; 24(18):1996-2019b.

23. Meeuwse S, Horgan GW, Elia M. The relationship between BMI and percent body fat, measured by bioelectrical impedance, in a large adult sample is curvilinear and influenced by age and sex. *Clin Nutr*. 2010;29(5):560–566.

24. Vague, J. A Determinant factor pr the forms of obesity. *Obesity Research*. 1996; 4: 201–203.

25. Thomas GN, Ho SY, Lam KSL et al. Cardiovascular Risk Factor Prevalence Study Steering Committee. Impact of Obesity and Body Fat Distribution on Cardiovascular Risk Factors in Hong Kong Chinese. *Obesity Research*. 2004; 12: 1805–1813.

26. Primeau V, Coderre L, Karelis AD, et al. Characterizing the profile of obese patients who are metabolically healthy. *International Journal of Obesity*. 2010; Jul;35(7):971-81.
27. Thomas EL, Fitzpatrick JA, Malik SJ, Taylor-Robinson SD. Whole body fat: Content and distribution. January 2013, Aug;73:56-80.
28. Valdez, R. A simple model-based index adiposity. *J Clio Epidemiol* Vol. 44, No. 9, pp. 955-956, 1991.
29. Krakauer NY, Krakauer JC. Dynamic Association of Mortality Hazard with Body Shape. Li S, ed. *PLoS ONE*. 2014;9(2):e88793.
30. Thomas DM, Bredlau C, Bosy-Westphal A., et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity*,2013; 21: 2264–2271b.
31. Bouchard H, Lacroix F, Beaudoin G, et al. On the characterization and uncertainty analysis of radiochromic film dosimetry. *Med Phys*. 2009;36(6):1931–46.
32. VanItallie TB, Yang MU, Heymsfield SB, et al. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1990 52: 6 953-9.
33. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES. Vella A, ed. *PLoS ONE*. 2009;4(9):e7038.
34. Kyle UG, Schutz Y, Dupertuis YM, et al. Body composition interpretation: contributions of the fat-free mass index and the body fat mass index. *Nutrition*. 2003;19:597–604.
35. Peltz G, Aguirre MT, Sanderson M, Fadden MK. The role of fat mass index in determining obesity. *Am J Hum Biol*. 2010;22(5):639–647.

36. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, et al. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20–94 years. *Nutrition*. 2001;17:248–253.
37. Kyle UG, Genton LC, Slosman DO, et al. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition* 2001;17:534.
38. Xiao Z, Guo B, Gong J, et al. Sex- and age-specific percentiles of body composition indices for Chinese adults using dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J Nutr*. 2016; 1–14.
39. Hong S, Oh HJ, Choi H, et al. Characteristics of body fat, body fat percentage and other body composition for Koreans from KNHANES IV. *J Korean Med Sci* 2011; 26(12):1599–1605.
40. Kim JY, Oh S, Chang MR, Cho YG, et al. Comparability and utility of body composition measurement vs. anthropometric measurement for assessing obesity related health risks in Korean men. *Int J Clin Pract*. 2013;67:73–80.
41. Wang J, Rennie KL, Gu W, et al. Independent associations of body-size adjusted fat mass and fat-free mass with the metabolic syndrome in Chinese. *Annals of Human Biology*. 2009; Vol. 36 , Iss. 1.
42. 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*. 2013;13:629.
43. Pourshahidi LK, Wallace JMW, Mulhern MS, et al. Indices of adiposity as predictors of cardiometabolic risk and inflammation in young adults. *J Hum Nutr Diet*. 2016; 29, 26–37.
44. Kyle UG, Genton L, Pichard C. Body composition: what's new? *Curr Open Clin Nutr Metab Care* 2002;5:427.
45. Shammari EA, Bano R, Suneetha E, et al. FFM Index, FM Index and PBF in Subjects with Normal, Overweight, and Obese BMI in Saudi Arabia Female Population. *Journal of Food Research*; 2016. Vol. 5, No. 1.
46. Pitanga FJG, Lessa I. Sensibilidade e especificidade do índice de conicidade como discriminador do risco coronariano de adultos em Salvador, Brasil. *Rev. bras*.

epidemiol. 2004; 7(3):259-269. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2004000300004. Acesso em: 12/12/2017.

47. Valdez R, Seidell JC, Ahn YL, et al. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease: a cross-population study. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 1993; v.17, p.77-82.

48. Pitanga FJG, Lessa I. Indicadores antropométricos de obesidade como instrumento de triagem para risco coronariano em mulheres. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano*. 2006; 8(1): 14-21.

49. El Said HW, Mohamed OM, El Said TW, et al. Central obesity and risks of cardiovascular events and mortality in prevalent hemodialysis patients. *International Urology and Nephrology* July 2017, Volume 49, Issue 7, pp 1251–1260.

50. Gustat J, Elkasabany A, Srinivasan S, et al. Relation of abdominal height to cardiovascular risk factors in young adults: the Bogalusa heart study. *Am J Epidemiol*. 2000; 151 (9): 885-91.

51. Farzad, S, Fatemeh A., Salehi M, et al. Association of waist circumference, body mass index and conicity index with cardiovascular risk factors in postmenopausal women. *Cardiovascular Journal of Africa*, 2012; 23(8), 442–445.

52. Motamed N, Perumal D, Bpharm, et al. Conicity Index and Waist-to-Hip Ratio Are Superior Obesity Indices in Predicting 10-Year Cardiovascular Risk Among Men and Women *Clin. Cardiol*. 2015; 38, 9, 527–534.

53. Goff DC Jr, Lloyd-Jones DM, Bennett G, et al. 2013 ACC/AHA guideline on the assessment of cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines [published correction appears in *Circulation*. 2014;129(25 suppl 2):S74–S75.

54. Abulmeaty MMA, Almajwal AM, Almadani NK, et al. Anthropometric and central obesity indices as predictors of long-term cardiometabolic risk among Saudi young and middle-aged men and women. *Saudi Medical Journal*. 2017;38(4):372-380.

55. Salari A, Shakiba M, Mahdavi-Roshan M, et al. The association between various indices of obesity and severity of atherosclerosis in adults in the north of Iran. Tarantino. G, ed. *Medicine*. 2016;95(50):e5670.

56. Pitanga FJG^a, Lessa I. Análise da Sensibilidade e Especificidade entre Índice de Conicidade, Índice de Massa Corporal e Hiperglicemia em Adultos de ambos os sexos. In: Resumos do XV Congresso de Cardiologia do Estado da Bahia; 2003; Salvador: Sociedade Brasileira de Cardiologia; 2003a: p. 13.
57. Pitanga FJG^b, Lessa I. Análise da Sensibilidade e Especificidade entre Índice de Conicidade, Índice de Massa Corporal e Hipertensão Arterial Sistólica em Adultos de ambos os sexos. In: Resumos do XV Congresso de Cardiologia do Estado da Bahia; 2003; Salvador: Sociedade Brasileira de Cardiologia; 2003b: p.14.
58. Haun DR, Pitanga FJG, Lessa I. Razão cintura/estatura comparado a outros indicadores antropométricos de obesidade como preditor de risco coronariano elevado. *Rev Assoc Med Bras* 2009; 55(6): 705-11.
59. Roriz AKC, Passos LCS, de Oliveira CC, Eickemberg M, Moreira P de A, Sampaio LR. Evaluation of the Accuracy of Anthropometric Clinical Indicators of Visceral Fat in Adults and Elderly. Atkin SL, ed. PLoS ONE. 2014;9(7):e103499.
60. Andrade MD, Freitas MCP, Sakumoto AM, et al. Association of the conicity index with diabetes and hypertension in Brazilian women. *Arch. Endocrinol. Metab.* [Internet]. 2016 Oct [cited 2017 June 21]; 60(5): 436-442. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2359-39972016000500436&lng=en. Epub Aug 25, 2016. Acesso: 05/06/2017.
61. Martins VM, Ribeiro Q, KO M, Franco S, Souza D de, Moraes B D de, Leite G, Tinôco A. Anthropometric indicators of obesity as predictors of cardiovascular risk in the elderly. *Nutr Hosp.* 2015 Jun 1;31(6):2583-9.
62. Dantas EMS, Pinto CJ, Freitas RPA, Medeiros ACQ de. Concordância na avaliação de risco cardiovascular a partir de parâmetros antropométricos. *Einstein (São Paulo)*. 2015;13 (3): 376-380. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/eins/v13n3/pt_1679-4508-eins-13-3-0376.pdf. Acesso em: 12/12/2017.
63. Santos AL, Araújo CMTS, Brito DC, et al. Exactitud de los parámetros antropométricos como indicadores de adiposidad visceral previstos para ecuación bidimensional. *Nutrición hospitalaria: Organo oficial de la Sociedad española de nutrición parenteral y enteral*, ISSN 0212-1611, Vol. 32, Nº. 5 (Noviembre 2015), 2015, pags. 2046-2053.

64. Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Midiri M, Galluzzo A, AlkaMeSy Study G (2010) Visceral adiposity index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care* 33(4):920–922
65. Amato MC, Giordano C, Pitrone M, Galluzzo A. Cut-off points of the visceral adiposity index (VAI) identifying a visceral adipose dysfunction associated with cardiometabolic risk in a Caucasian Sicilian population. *Lipids in Health and Disease*. 2011;10:183. doi:10.1186/1476-511X-10-183.
66. Amato MC, Giordano C. Visceral Adiposity Index: An Indicator of Adipose Tissue Dysfunction. *International Journal of Endocrinology*. 2014:730827.
67. Amato MC, Pizzolanti G, Torregrossa V, et al. Visceral adiposity index (VAI) is predictive of an altered adipokine profile in patients with type 2 diabetes. *PLoS ONE*. 2014;9(3)e91969b.
68. Ehrampoush E, Arasteh P, Homayounfar R, et al. New anthropometric indices or old ones: Which is the better predictor of body fat? *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2017; Dec;11(4):257-263.
69. Ahmad MN, Haddad FH. Suitability of Visceral Adiposity Index as a Marker for Cardiometabolic Risks in Jordanian Adults. M Numan Ahmad et al. *Nutr Hosp*. 2015; 32 (6), 2701-2709.
70. Han L, Fu K, Zhao J, et al. Visceral adiposity index score indicated the severity of coronary heart disease in Chinese adults. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2014;6:143.
71. Vogel P, Stein A, Marcadenti A. Visceral adiposity index and prognosis among patients with ischemic heart failure. *Sao Paulo Med. J.* [Internet]. 2016; 134(3): 211-218. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-31802016000300211&lng=en. Acesso em: 12/12/2017.
72. Haymana C, Sonmez A, Aydogdu A, et al. Visceral adiposity index and triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol ratio in hypogonadism. *Arch. Endocrinol. Metab.* 2016. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S235939972017005001104&lng=en. Acesso em: 12/12/2017.

73. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, et al. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity* 19, 1083–1089. doi:10.1038/oby.2011.38, 2011.
74. Cerqueira, M., Amorim, P., Magalhães, F., Castro, E., Franco, F., Franceschini, S., Cerqueira, L., Marins, J. and Doimo, L. Validity of body adiposity index in predicting body fat in a sample of brazilian women. *Obesity*, 2013, 21: E696–E699.
75. Belarmino G, Horie LM, Sala PC, et al. Body adiposity index performance in estimating body fat in a sample of severely obese Brazilian patients. *Nutrition journal*. 2015;14:130.
76. Geliebter A, Atalayer D, Flancbaum L, et al. Comparison of body adiposity index (BAI) and BMI with estimations of % body fat in clinically severe obese women. *Obesity (Silver Spring)*. 2013;21:493–8.
77. Chang H, Simonsick EM, Ferrucci L, et al. Validation study of the body adiposity index as a predictor of percent body fat in older individuals: Findings from the BLSA. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;69:gl165.
78. Alvim, R de O, Mourao-Junior CA, Oliveira CM de, et al. Body Mass Index, Waist Circumference, Body Adiposity Index, and Risk for Type 2 Diabetes in Two Populations in Brazil: General and Amerindian. *PLOS ONE* 2014; June, Volume 9, Issue 6.
79. Tulloch-Reid M, Williams D, Looker HC, Hanson RL, et al. Do Measures of Body Fat Distribution Provide Information on the Risk of Type 2 Diabetes in Addition to Measures of General Obesity? Comparison of anthropometric predictors of type 2 diabetes in Pima Indians. *Diabetes Care*. 2003; Sep; 26(9): 2556-2561.
80. Talaei M, Sadeghi M, Marshall T, et al. Anthropometric indices predicting incident type 2 diabetes in an Iranian population: The Isfahan Cohort Study. *Diabetes Metab* 39: 424–31, 2013.
81. Lam BCC, Koh GCH, Chen C, et al. Comparison of Body Mass Index (BMI), Body Adiposity Index (BAI), Waist Circumference (WC), Waist-To-Hip Ratio (WHR) and Waist-To-Height Ratio (WHtR) as Predictors of Cardiovascular Disease Risk Factors in an Adult Population in Singapore. Tauler P, ed. *PLoS ONE*. 2015;10(4):e0122985.
82. Krakauer NY e Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS One*. 2012;7.

83. Biolo G, Girolamo FGD, Breglia A, et al. Inverse relationship between “a body shape index” (ABSI) and fat-free mass in women and men: Insights into mechanisms of sarcopenic obesity. *Clinical Nutrition* 2015; 34.
84. Krakauer NY e Krakauer JC. Dynamic association of mortality hazard with body shape. *PLoS One*. 2014;9(2).
85. Krakauer NY e Krakauer JC. Expansion of waist circumference in medical literature: potential clinical application of a body shape index. *J Obes Weight Loss Ther*. 2014;4:2.
86. Sardarinia M, Ansari R, Azizi F, et al. Mortality prediction of a body shape index versus traditional anthropometric measures in an Iranian population: Tehran Lipid and Glucose Study. *Nutrition*. 2017; Volume 33 , 105 – 112.
87. Dhana K, Kavousi M, Ikram MA, et al Body shape index in comparison with other anthropometric measures in prediction of total and cause-specific mortality *J Epidemiol Community Health* 2016;70:90-96.
88. Haghighatdoost F, Sarrafzadegan N, Mohammadifard N, et al. Assessing body shape index as a risk predictor for cardiovascular diseases and metabolic syndrome among Iranian adults. *Nutrition*. 2014;30(6):636–644.
89. Maessen MF, Eijsvogels TM, Verheggen RJ, et al. Entering a new era of body indices: the feasibility of a body shape index and body roundness index to identify cardiovascular health status. *PLoS One*. 2014;9(9).
90. Malara M, Kęska A, Tkaczyk J, Lutosławska G. Body shape index versus body mass index as correlates of health risk in young healthy sedentary men. *Journal of Translational Medicine*. 2015;13:75.
91. Chang Y, Guo X, Chen Y, et al. A body shape index and body roundness index: two new body indices to identify diabetes mellitus among rural populations in northeast China. *BMC Public Health*. 2015;15:794.
92. Tossato CR e Mariconda PR. O método da astronomia segundo Kepler. *Scientiæ zudia*, São Paulo, 2010, v. 8, n. 3, p. 339-66.

93. Motamed N, Zamani F, Rabiee B, et al. The Best Obesity Indices to Use in a Single Factor Model Indicating Metabolic Syndrome: a Population Based Study. *Arch Iran Med*. 2016; 19(2): 110 – 115.
94. Chang Y, Guo X, Li T, et al. A body shape index and body roundness index: two new body indices to identify left ventricular hypertrophy among rural populations in northeast China. *Heart Lung Circ* 2016; 25:358–364.
95. Zhang N, Chang Ye, Guo Xiaofan, et al. A Body Shape Index and Body Roundness Index: Two new body indices for detecting association between obesity and hyperuricemia in rural area of China. *European Journal of Internal Medicine*. 2016; Volume 29 , 32 – 36.

FIGURAS

Figura 1. Descrição teórica do conceito do índice de conicidade (IC). IC modela o acúmulo de gordura na área abdominal representado no corpo progressivamente como um cilindro (a) para o formato biconidal. Figura impressa com permissão da Oxford University Press; Número da licença: 501374764.

Figura 2. Representação dos modelos distintos desenvolvidos por THOMAS et al., (2013): uma elipse à base da cintura e uma elipse à base do quadril. Figura impressa com permissão da John Wiley and Sons; número da licença: 4306070875137.

Figura 3. Representação de diferentes perfis corporais apresentando o IMC de 27kg/m² com classificação de ICC diferentes (THOMAS et al., 2013). Figura impressa com permissão da John Wiley and Sons; número da licença: 4306070875137.

TABELAS E QUADRO

Tabela 1. Classificação do IGC*, segundo o sexo.

Classificação	Déficit Severo de gordura corporal	Déficit moderado de gordura corporal	Déficit leve de gordura corporal	Adequado	Excesso de gordura corporal	Obesidade I	Obesidade II	Obesidade III
Masculino	< 2	2 a < 2,3	2,3 a < 3	3 a 6	> 6 a 9	>9 a 12	>12 a 15	>15
Feminino	< 3,5	3,5 a < 4	4 a < 5	5 a 9	> 9 a 13	>13 a 17	>17 a 21	>21

Fonte: adaptado de Kelly et al, 2009.

*Índice de Gordura Corporal.

Tabela 2. Representação das faixas de ICC* e porcentagem de gordura corporal em ambos sexos, segundo as classificações de IMC**, banco de dados NHANES***, 2013.

Classificação IMC (kg/m ²)	ICC média ± DP		% GC média ± DP	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Baixo peso < 18.5	1,76 ± 1,50	1,95 ± 0,50	16,8 ± 4,0	26,3 ± 4,1
Eutrofia ≥ 18.5 á < 25	3,07 ± 0,88	3,28 ± 0,88	22,4 ± 5,2	34,7 ± 5,0
Sobrepeso ≥ 25 á < 30	4,66 ± 0,91	4,96 ± 1,06	28,4 ± 4,2	40,8 ± 3,9
Obesidade ≥ 30 á < 40	6,47 ± 1,18	6,86 ± 0,01	33,3 ± 4,1	45,1 ± 3,6
Obesidade mórbida ≤ 40	10,00 ± 2,00	9,87 ± 0,01	39,2 ± 3,3	49,5 ± 3,6
Total média	4,64 ± 1,88	5,16 ± 2,24	27,6 ± 6,5	40,1 ± 6,7

DP = desvio padrão

Adaptado de THOMAS et al., (2013).

*ICC = Índice de circularidade corporal

**IMC = Índice de Massa corpórea

***NHANES = *National Health and Nutrition Examination Survey*

Figura impressa com permissão da John Wiley and Sons; número da licença: 4306070875137.

Quadro 1. Principais achados dos estudos avaliados sobre os índices antropométricos, São Paulo, 2017.

Índice antropométrico	Publicação original (autor, ano)	Número de indivíduos	Principais associações favoráveis à utilização do índice	Principais associações desfavoráveis à utilização do índice	Pontos de corte
Índice de Gordura Corporal (IGC)	PELTZ et al., 2010	n=538 adultos e idosos	Precisão no rastreamento da gordura corporal grupos étnicos.	-	Não possui
	XIAO, et al., 2016	n=5688 adultos e idosos	-	-	Não possui
	HONG et al., 2011	n= 10,456 adultos e idosos	homens chineses e coreanos com maior IGC e adiposidade central comparado a população americana.	-	Não possui
	KIM et al., 2013	n= 5.534 homens	associação com cada componente da síndrome metabólica	RCEst foi o melhor discriminador para síndrome metabólica	Não possui
	WANG et al., 2009	n= 1144 adultos e idosos	elevado odds ratio (OR) para síndrome	-	Não possui

			metabólica em indivíduos que apresentavam elevados valores de IGC		
	LIU, et al., 2013	n= 1698 adultos e idosos	Associação positiva entre o índice síndrome metabólica, independentemente do IMC e do percentual de gordura total.	-	Não possui
	POURSHAHIDI et al., 2016	n=192 adultos e idosos	forte preditor para risco cardiometabólico, inflamatório, da concentração de glicose no plasma e da razão de pressão diastólica por sistólica do que a %GC.	-	Não possui
Índice de Conicidade (IC)	BANDEIRA, 2004		-	-	IC acima de 1,25 para homens e de 1,18 para mulheres como indicador de risco coronariano.
	EI SAID et al. 2017	n=53 pacientes adultos e idosos	associação positiva como preditor de risco de morbidade e mortalidade	-	Não possui

			na presença de obesidade central.		
	GUSTAT et al., 1999	n=1.420 adultos e idosos	correlação positiva com triglicerídeos (mg/dl).	a circunferência da cintura (CC) foi o melhor indicador associado aos fatores de risco cardiovascular.	Não possui
	FARZAD et al., 2012	n=64 adultos e idosos homens	preditor independente para inflamação sistêmica, risco cardiovascular e Taxa de Filtração Glomerular (TFG) em pacientes em pré-diálise.	-	Não possui
	MOTAMED et al., 2015	n=3.199 adultos e idosos	melhor indicador com forte poder discriminatório para avaliação do risco de doença coronariana em 10 anos.	-	Não possui
	ABULMEATY et al., 2017	n= 390 adultos e idosos	correlação positiva significativa com glicose, colesterol total e frações apenas em homens.	-	Não possui

			melhor preditor para risco cardiovascular baseado no perfil lipídico.		
	FARZAD et al. 2012	n=155 mulheres pós-menopausa	correlação positiva com pressão arterial sistólica (PAS)	pressão arterial diastólica (PAD) e triglicérides foi inversa e fraca	
	SALARI et al., 2016	n=610 adultos e idosos	-	não obteve significância estatística com severidade da aterosclerose	
	PITANGA e LESSA, 2003 ^a PITANGA e LESSA, 2003b	n= 968 adultos e idosos	-	-	1,23 como discriminador da glicemia e de 1,20 como discriminador de hipertensão sistólica
	HAUN et al., 2009	n=968 pessoas adultos e idosos	melhor preditor para risco cardiovascular	-	Não possui
	RORIZ et al. 2014	n=191 adultos e idosos	elevada acurácia na discriminação entre obesidade visceral e na		Não possui

			avaliação de risco cardiovascular.		
	ANDRADE et al., 2016	n=573 adultos e idosos	associação entre o IC com DM e HAS. valor elevado do índice elevado IC foi negativamente associado com HDL-Colesterol	-	Não possui
	MARTINS et al., 2015	n=349 idosos		baixo poder preditivo para risco cardiovascular.	Não possui
	DANTAS et al, 2015	n= 406 adultos	melhor preditor de risco para população geral e sexo masculino	sem relação para o sexo feminino	Não possui
	SANTOS et al., 2015	n=129 adultos e idoso	estima obesidade abdominal	IC não é o melhor estimador de obesidade abdominal.	Não possui
Índice de Adiposidade Visceral (IAV)	EHRAMPOUSH et al., 2016	n=1360 adultos e idosos	melhor preditor da porcentagem de gordura corporal. Importante indicador associados a DCNT	-	Não possui

	AMATO et al., 2011	n=1764 pacientes adultos e idosos	ferramenta fácil para a avaliação da disfunção do tecido adiposo visceral (DAV) e risco cardiometabólico associado a obesidade visceral.	-	Não possui
	AHMAD et al., 2015	n=1.622 adultos	associado com riscos cardiometabólicos e revela-se superior a outros índices de adiposidade na previsão do risco à saúde cardiovascular	-	Não possui
	HAN et al., 2015	n=95 pacientes adultos e idosos	indicador simples da massa adiposa visceral fortemente associado à gravidade da doença cardíaca congestiva (DCC).	-	Não possui
	VOGEL et al., 2016	n=116 pacientes adultos e idosos	bom preditor de prognóstico em pacientes com insuficiência cardíaca isquêmica.	-	Não possui

	HAYMANA et al., 2016	n= 112 pacientes com hipogonadismo hipogonadotrófico congênito (CHH)	significativamente correlacionados com os marcadores de disfunção endotelial, inflamação e resistência à insulina.	Não prediz risco cardiometabólico	Não possui
Índice de Adiposidade Corporal (IAC)	CERQUEIRA et al., 2013	n=102 mulheres adultas e idosas	fraca correlação com a porcentagem de gordura avaliada por DXA		Não possui
	BELARMINO et al 2015	n=72 adultos com brasileiros IMC $\geq 30 \text{ kg/m}^2$,	-	o IAC não foi um indicador acurado para estimativa da porcentagem de gordura corporal.	Não possui
	BERGMAN et al., 2011	n=1.733 adultos e idoso	-	Não foi identificado relações entre a estimativa de gordura corporal total avaliada pelo DXA	
	ALVIM et al., 2014	n=1572 brasileiros, sendo n=620 indígenas	melhor preditor de risco para identificar Diabetes Mellitus (DM2) em relação a CC e IMC.		Não possui

	TULLOCH-REID et al., 2003	n=322 adultos e idosos	diferente de estudos prévios com populações de diferentes etnias.		Não possui
	SUCHANEK et al., 2012	-	-	não é capaz de estimar a gordura corporal em população caucasiana	Não possui
	TALAEI et al., 2013	n=2.981 adultos e idosos	-	verificou que RCEst e IMC obteve melhor associação com risco para diabetes tipo 2	Não possui
	LAM et al., 2015	n=1.891 adultos	-	a combinação entre IMC e RCEst seriam melhores clinicamente para identificar pacientes com fatores de risco cardiovascular na população	
Índice de Formato Corporal (IFC)	BIOLO et al., 2015	n=200 pacientes hospitalizados da Itália e Eslovênia	associação negativa com o índice de obesidade sarcopênica.	-	Não possui

	KRAKAUER e KRAKAUER, 2014	n= 7414 adultos e idosos	associação com mortalidade e gordura central.	-	Não possui
	KRAKAUER e KRAKAUER, 2014	n=7011 adultos e idosos	sensível preditor de mortalidade comparado outros índices.	-	Não possui
	SARDARINIA et al., 2017	n=9242 adultos e idosos	forte preditor da mortalidade para todas as causas e predição de riscos à saúde em homens.	fraco indicador para previsão de risco para doenças cardiovasculares comparado ao IMC, CC e RCEst	Não possui
	DHANA et al., 2016	n=6366 adultos e idosos	forte associação com mortalidade geral, doenças cardiovasculares e câncer em ambos sexos	-	Não possui
	MAESSEN et al., 2014	n=4627 adultos e idosos	-	foi capaz de identificar associação com doenças cardíacas e fatores de risco em indivíduos de meia-idade em relação ao ICC, IMC e CC.	Não possui

	HAGHIGHATDOOST et al., 2014	n=9555 adultos e idosos	baixa predição do índice para doenças cardiometabólicas.		Não possui
	MALARA et al., 2015		melhor preditor em relação ao IMC para variabilidade nos parâmetros bioquímicos.	-	Não possui
	CHANG et al., 2015	n=11.345 adultos e idosos	-	fraco indicador após ajuste em relação ao IMC, CC, RCEst no rastreamento de risco para presença de DM2.	Não possui
Índice de Circularidade Corporal (ICC)	MOTAMED et al., 2016	n=4.872 adultos e idosos	maior associação com a obesidade na doença hepática não alcoólica do que os índices.		ICC foram de 4,00 e de 5,00 para mulheres.
	MAESSEN et al., 2014	n=4627 adultos e idosos	fortes discriminadores para DCV em relação ao IFC		Não possui
	CHANG et al., 2016	n=10,907 adultos e idosos	possui potencial para ser usado como alternativa na avaliação de obesidade e com hipertrofia ventricular esquerda)	fraco em relação ao IMC, CC e RCEst para predição de DM	Não possui

	ZHANG et al., 2016	n= 11,345 adultos e idosos	relação significativa entre o índice com hiperuricemia	-	Não possui
--	--------------------	----------------------------	--	---	------------

4.2. Artigo 2

**Associação entre Índices de gordura corporal e massa óssea
Estudo ISA Capital.****Artigo original****P. C. Santos¹, L. A. Martini¹, N. A. G. França¹,
R.M. Fisberg¹, B. S. E. Peters¹**

¹ Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública de São Paulo, Departamento de Nutrição, Universidade de São Paulo, Av. Dr. Arnaldo, 715, 01246-904, São Paulo, SP, Brasil.
Correspondência para/Correspondence to: PCSANTOS. E-mail: <patriciacouceirosantos@usp.br>

A ser submetido

Resumo Introdução Estudos que associam indicadores antropométricos com a massa óssea são escassos, restringindo apenas ao Índice de Massa Corpórea (IMC), razões e medidas antropométricas isoladas. **Objetivo** - O presente estudo visa investigar quais índices antropométricos melhor predizem a gordura corporal e mais fortemente se associam com a massa óssea em adultos e idosos moradores da cidade de São Paulo. **Metodologia** – Trata-se de um estudo transversal de base populacional, composta por 296 indivíduos, 129 adultos (18 a 59 anos) e 167 idosos (60 anos ou mais), de ambos os sexos. Foram analisados o Índice de Massa Corpórea (IMC), Índice de Conicidade (IC), Índice de Circularidade Corporal (ICC), Índice de Formato Corporal (IFC), Índice de Adiposidade Corporal (IAC), Índice de Gordura Corporal (IGC) e Índice de Adiposidade Visceral (IAV). A gordura corporal (GC) em kg, gordura androide, gordura ginóide, gordura visceral estimada (GV) em gramas, porcentagem de gordura corporal (%GC) e densidade mineral óssea (DMO) de corpo total, do colo do fêmur e da coluna lombar (L1-L4), foram obtidos pelo densitometria óssea de corpo total (DXA). Para realizar essas análises foi utilizado o software SPSS, 23.0 (SPSS Inc, Chicago IL, USA) e R (Projeto para estatística em sistema computacional) for Windows, versão 3.4.1. O nível de significância adotado foi de 5%. **Resultados** - Pertencem ao sexo feminino 55,06% da amostra. Pela classificação do IMC, 56,9% e pelo IGC 73,65% de indivíduos apresentaram excesso de peso e de gordura corporal, respectivamente. Em relação à DMO, 37,4% da amostra apresentou osteopenia, 9,4% osteoporose e 0,7% baixa massa óssea para a idade. Com exceção do IFC e IAV, os demais índices apresentaram correlação positiva com a GC ($p < 0,001$). Entretanto, o modelo que apresentou a melhor predição para a GC foi com o IGC (89,97%), seguido do IMC (83,93%). Quanto a massa óssea, apesar de fraca associação, o IMC foi o melhor preditor para DMO com explicação do modelo de 20,3%, 19,7%, 28,1% para DMO corpo total, coluna lombar e colo do fêmur, respectivamente. **Conclusão** - O índice antropométrico que mais se aproximou da gordura corporal foi o IGC, seguido do IMC, como observado na análise de correlação e confirmado na análise inferencial. Por outro lado, os índices não foram capazes de prever a DMO.

Descritores: composição corporal, massa óssea, gordura corporal, índices antropométricos.

Abstract

Introduction Studies associating anthropometric indicators with bone mass are scarce, restricting only to the Body Mass Index (BMI), isolated anthropometric measures and measures. **Objective** - This study aims to investigate which anthropometric indexes best predict body fat and better associated with bone mass in adults and elderly people living in the city of São Paulo. **Methodology** - It is a cross-sectional population-based study, composed of 296 individuals, 129 adults (18 to 59 years) and 167 elderly (60 years and over), of both sexes. Body Mass Index (BMI), Body Adiposity Index (BAI), Body Roundness Index (BRI), a Body Shape Index (ABSI) and the Conicity Index (C index), Fat Mass Index (FMI) and Visceral Adiposity Index (VAI) were calculated. Body fat (kg) in kg, android fat, ginoid fat, estimated visceral fat (VF) in grams, percentage of body fat (PBF%) and bone mineral density (BMD) of the whole body, femoral neck and lumbar spine (L1-L4), were obtained by DXA. The SPSS software, 23.0 (SPSS Inc, Chicago IL, USA) and R (Computer statistical system design) for Windows, version 3.4.1 for data analysis were used. The level of significance was set at 5%. **Results** - Females belong to 55.06% of the sample. By the classification of the BMI, 56.9% of individuals were overweight, whereas by the IGC classification the proportion of individuals with a high amount of body fat was 73.65%. Regarding BMD, 37.4% of the sample presented osteopenia, 9.4% osteoporosis and 0.7% low bone mass for age. With the exception of the ABSI and VAI, the other indexes presented a positive and significant correlation with the BF in Kg ($p < 0.001$). However, the model with anthropometric indexes that presented the best fit and association for BF was with IGC (89,97%), followed by BMI (83,93%). Regarding bone mass, despite a weak association, BMI was the best predictor for BMD with explanation of the model of 20.33%, 19.70%, 28.07% for total body BMD, lumbar spine and femoral neck respectively. **Conclusion** - The anthropometric index that most approached the body fat was the FMI, followed by the BMI, as observed in the correlation analysis and confirmed in the inferential analysis. On the other hand, the indexes were not able to predict BMD.

Key - words: body composition, bone mass, body fat, anthropometric indexes

INTRODUÇÃO

A avaliação da densidade mineral óssea (DMO) pela técnica da absorciometria com raios-x de dupla energia (DXA) é um meio não invasivo, amplamente conhecido e usado para identificar indivíduos com osteoporose. Os fatores determinantes relacionados ao declínio da massa óssea são idade, presença de fratura anterior, histórico parental de fratura, tabagismo, uso de medicamentos que prejudiquem a massa óssea, consumo de álcool, doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e baixo peso corporal, entre outros (IOF, 2017).

O peso corporal possui uma estreita associação positiva entre massa óssea durante o crescimento, mantendo a relação na fase adulta e no envelhecimento. Os efeitos da composição corporal (gordura corporal total e massa corporal magra) na DMO não foram totalmente esclarecidos. Pesquisadores sugerem que o peso e o metabolismo ósseo estão inter-relacionados por meio de mecanismos mecânicos e metabólicos. Sugere-se que a via por meio da carga mecânica ocorre quando o tecido ósseo constantemente submetido a estresse, apresenta estímulo celular e de mediadores bioquímicos, os quais alteram a arquitetura estrutural, expressando maior massa óssea (HEMMATIAN et al, 2017; SHAPSES e SUKUMAR, 2012).

Dentre os mecanismos metabólicos, o tecido adiposo (considerado órgão endócrino) é capaz de secretar substâncias conhecidas como adipocinas provenientes dos adipócitos, dos macrófagos e das células não adiposas da matriz, sendo as principais conhecidas a leptina, adiponectina e citocinas inflamatórias (BONJOUR e CHEVALLEY, 2014). As inter-relações entre adiposidade e massa óssea são amplamente pesquisadas, sendo fundamental a investigação a associação entre estimadores da gordura corporal.

Apesar de suas limitações (GARN et al., 1986), autores indicam que o IMC é considerado preditor independente da DMO. Índice antropométrico amplamente conhecido e considerado estimador da adiposidade (MEYBODI et al, 2011; BOUCHARD, 2007), o IMC é, porém, é um indicador populacional de excesso de peso, e não necessariamente de gordura corporal. O IMC elevado é considerado

como fator protetor da massa óssea em populações adultas e idosas, no entanto a relação não foi totalmente esclarecida (NIELSON et al., 2012; GRECO et al., 2010).

Ao longo dos anos, índices antropométricos têm sido propostos como uma alternativa complementar ao IMC, a fim de superar suas incapacidades e prover a estimativa da adiposidade corporal total. Esses indicadores expressos por modelos matemáticos são práticos, não invasivos, de baixo custo e de fácil aplicabilidade em estudos populacionais, contendo medidas antropométricas e bioquímicas, uma vez que tecnologia de imagem e índices como o IGC, baseado na gordura corporal obtida pelo DXA, exigem treinamento especializado, além de tornar a pesquisa onerosa e de difícil aplicabilidade.

Os índices propostos baseados em medidas antropométricas e parâmetros bioquímicos mais conhecidos são: o Índice de Conicidade (IC), Índice de Formato Corporal (IFC), Índice de Adiposidade Corporal (IAC), Índice de Circularidade Corporal (ICC) e o Índice de Adiposidade Visceral (IAV).

Estudos que associam indicadores de composição corporal com a massa óssea são escassos, restringindo apenas ao IMC, razões e medidas antropométricas isoladas. O uso dos índices de gordura corporal pode refinar a predição do estado nutricional individual e coletiva e servir como ferramenta útil na avaliação da massa óssea. Portanto, o objetivo deste estudo é identificar o índice que melhor se associa com a gordura corporal (GC) e com a massa óssea.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com uma subamostra dos dados obtidos do estudo transversal de base populacional intitulado Inquérito Domiciliar de Saúde no Município de São Paulo (ISA Capital – 2015), realizada de janeiro de 2015 a maio de 2016. Os participantes são brasileiros de cor branca, parda e negra de origem europeia, africana e asiática. A amostragem deste estudo está detalhada em outra publicação (FISBERG et al., 2018).

Por meio de convite, aceitaram participar deste estudo 307 pessoas, sendo excluídos 7 indivíduos a devido fraturas de coluna e dificuldade cognitiva para

realização adequada dos testes e 4 indivíduos que apresentavam grau de parentesco, totalizando uma amostra final de 296 indivíduos.

Os critérios de inclusão para este estudo foram: ser residente do domicílio sorteado na área urbana da capital paulista, ser maior de 18 anos, não estar em período de gestação, e atender os requisitos para realização do DXA pela *The International Society for Clinical Densitometry* (ISCD) (BRANDÃO, 2009).

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, mediante o Sistema Plataforma Brasil do Ministério da Saúde (nº CAAE: 36607614.5.0000.5421). A participação dos indivíduos foi voluntária com a assinatura do Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

VARIÁVEIS DO ESTUDO

Foram coletados dados de peso, estatura e circunferências da cintura e quadril segundo os procedimentos de aferição propostos por LOHMAN et al. (1988) e pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1998). Foi considerado como aceitável uma variabilidade inerente ao momento da avaliação e desempenho dos equipamentos utilizados. As medidas antropométricas, foram realizadas em duplicata, quando havia discrepância de valores obtidos de até 500g para o peso corporal, 0,5 cm para a altura e circunferências da cintura e quadril, foi realizada a 3ª medida. O valor final adotado foi a média das duas ou três medidas obtidas.

Índice de Massa Corpórea (IMC)= (QUETELET, 1832)

$$\text{Peso (kg)/altura (m)}^2$$

Índice de Conicidade (IC)= (VALDEZ, 1991)

$$\frac{\text{circunferência da cintura (m)}}{0,109 * \sqrt{\frac{\text{peso (kg)}}{\text{altura(m)}}}}$$

Índice de Adiposidade Corporal (IAC)=

$$\frac{\text{circunferência do quadril (cm)}}{\text{altura (m)}^{1,5}} - 18$$

(BERGMAN et al., 2011)

Índice de Formato Corporal (IFC)=

$$\frac{\text{circunferência da cintura (m)}}{\text{IMC}^{2/3} * \sqrt{\text{altura (m)}}}$$

(KRAKAUER e
KRAKAUER, 2012)**Índice de Circularidade Corporal (ICC) =**

$$364,5 - (365,5 * e)$$

(THOMAS et al., 2013)

$$\text{Excentricidade} = E = \sqrt{1 - \frac{\frac{\text{circunferência (cm)}}{4\pi^2}}{0,5 \times \text{altura (cm)}^2}}$$

Índice de Adiposidade Visceral =

$$(\text{IAV}) = \left(\frac{\text{Circunferência da Cintura (cm)}}{36,58 + (1,89 \times \text{IMC})} \right) \times \left(\frac{\text{TG}}{0,81} \right) \times \left(\frac{1,52}{\text{HDL}} \right)$$

(AMATO et al., 2010)

MULHERES

$$(\text{IAV}) = \left(\frac{\text{Circunferência da Cintura (cm)}}{39,68 + (1,88 \times \text{IMC})} \right) \times \left(\frac{\text{TG}}{1,03} \right) \times \left(\frac{1,31}{\text{HDL}} \right)$$

(AMATO et al., 2010)

HOMENS

TG = triglicerídeos (mg/dl); HDL = High Density Lipoprotein

O índice de massa corporal (IMC) foi classificado segundo os pontos de corte propostos pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1995) para adultos e pela Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS, 2002) para idosos, enquanto o IGC seguiu a classificação proposta por KELLY et al., (2009).

Na avaliação da composição corporal e massa óssea foi utilizada a técnica da absorciometria com raios-x de dupla energia (DXA) por meio do aparelho modelo Lunar iDXA Advance (GE Healthcare, Madison, WI, USA). Para composição

corporal foram utilizados os dados de gordura corporal total (kg), usada como método de comparação para os demais índices, porcentagem de gordura corporal por região, androide, ginóide e gordura visceral (GV). A partir dos dados obtidos de gordura corporal (kg) e da altura (cm) foi calculado o Índice de Gordura Corporal (IGC) (kg/m^2) , segundo a fórmula:

$$\text{Índice de Gordura Corporal (IGC)} = \frac{\text{Gordura corporal (kg)}}{\text{altura}^2 (\text{m})} \quad (\text{VANITALLIE et al., 1990}).$$

A densidade mineral óssea (DMO) foi avaliada nos sítios da coluna lombar L1-L4 (DMO L1-L4), colo de fêmur direito (DMO femoral) e corpo total (DMO CT). A aquisição da imagem foi realizada por um profissional da saúde devidamente certificado pela Associação Brasileira de Avaliação Óssea e Osteometabolismo (ABRASSO) para realização da densitometria óssea e de corpo total qualificado, treinado para o modelo.

A classificação da massa óssea foi a proposta pela Sociedade Brasileira De Densitometria Clínica – SBDens (BRANDÃO, 2009). Foi estabelecido a classificação de osteoporose baseada nos 2 sítios (coluna lombar e colo de fêmur direito), sendo que para comparação com os índices antropométricos foi utilizado a DMO (g/cm^2) como variável contínua em cada sítio.

Como variáveis de ajuste foram utilizados dados demográficos (masculino e feminino), assim como de estilo de vida [(atividade física de lazer, sendo considerado a prática por aqueles indivíduos que realizavam a atividade física segundo a recomendação de 150 minutos de atividade física moderada ou 75 minutos de atividade física vigorosa por semana em sessões de pelo menos 10 minutos de duração (WHO, 2010); tabagismo (fuma ou não fuma) e (etilismo – consumo ou não consumo)].

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram calculadas estatísticas descritivas (média, desvio-padrão, percentis). Foi utilizado o teste de Anderson-Darling para verificação de normalidade dos dados da amostra. Para comparação das médias segundo a faixa etária e gênero utilizou o teste de Mann-Whitney e a correlação de Spearman.

Para análise inferencial foram utilizados *Modelos Lineares Generalizados* (GLM). A associação entre a GC (kg) e índices antropométricos foi ajustada de forma predominante pelo sexo e a idade e optou-se pelo modelo gamma com função de ligação Log. Já para a análise da DMO total, do colo do fêmur e da coluna lombar, o modelo foi ajustado pelo sexo, idade, atividade física, ingestão de álcool e tabagismo.

Realizou-se a análise de diagnóstico para detecção de pontos influentes, de alavanca e a análise dos resíduos para verificar afastamentos das suposições do modelo. Uma vez identificado o modelo mais adequado a uma variável resposta, procurou-se reduzir o número de parâmetros com uso do Critério de Informação Akaike (AIC).

Utilizou-se uma medida de aproximação do coeficiente de determinação (R^2) a partir do desvio estimado para o GLM.

As análises foram realizadas no software SPSS, 23.0 (SPSS Inc, Chicago IL, USA) e R (Projeto para estatística em sistema computacional) para Windows, versão 3.4.1 para análise dos dados. O α foi de 5%.

RESULTADOS

A análise incluiu 296 indivíduos, sendo 129 adultos (18 a 59 anos) e 167 idosos (60 anos ou mais), 55,06% do sexo feminino. Na tabela 1 são apresentadas as diferenças estatísticas entre adultos e idosos em ambos os sexos, contendo as principais variáveis da população de estudo.

Segundo o IMC, os participantes foram classificados em 8,1% com baixo peso, 35,81% eutrofia, 28,72% sobrepeso e 27,37% obesidade. Comparando ao IGC, a proporção de baixo peso reduziu para 2,37% e eutrofia para 23,98%, contudo a proporção de sobrepeso aumentou para 42,57% e de obesidade para 31,08%.

Quanto a classificação de osteoporose, 68,1% foram classificados como massa óssea normal, 24,1% apresentaram osteopenia, 7,5% osteoporose e 0,3% baixa massa óssea para idade.

Quando avaliamos o modelo de melhor associação dos índices antropométricos com a GC, verificamos que a predição do IGC foi de 89,97%, seguido do IMC (83,93%), ajustado pela idade e sexo, segundo o critério de informação Akaike (Tabela 2).

A correlação entre as variáveis do estudo com a DMO de corpo total, colo de fêmur e coluna lombar são apresentadas nas Tabelas 3 e 4. Em nosso estudo a gordura corporal apresentou positiva e fraca correlação com a DMO, sendo que para DMO femoral, o resultado foi o que apresentou melhor relação significativa ($r=0,169$; $p<0,001$).

O índice antropométrico que melhor explicou a variação da DMO nos três diferentes sítios foi o IMC com explicação do modelo de 20,33%, 19,70%, 28,07% para DMO corpo total, coluna lombar e colo do fêmur, respectivamente (tabelas 5, 6 e 7).

RESULTADOS

Tabela 1. Perfil antropométrico dos participantes da pesquisa (n=296), idade de 20-94 anos.

Variáveis	Adulto (n=129)		Idoso (n=167)		Total (n=296)
	média ± DP*		média ± DP*		média ± DP*
	Feminino (n=77)	Masculino (n=52)	Feminino (n=83)	Masculino (n=84)	
Idade (anos)	44,34 ± 11,24 ^b	44,48 ± 12,28 ^b	66,94 ± 5,67 ⁵	68,70 ± 7,43	57,61 ± 14,80
Peso (kg)	69,54 ± 14,22 ^a	77,63 ± 14,21	71,29 ± 16,65 ^a	78,82 ± 15,04	74,09 ± 15,62
Altura (m)	1,58 ± 0,07 ^{a, b}	1,73 ± 0,07 ^b	1,56 ± 0,06 ^a	1,68 ± 0,07	1,63 ± 0,09
CC (cm)	91,23 ± 12,63 ^b	92,24 ± 12,27 ^b	97,25 ± 14,14 ^a	100,88 ± 12,52	95,83 ± 13,35
CQ (cm)	104,23 ± 10,84	100,42 ± 8,11	101,88 ± 8,95	101,88 ± 8,94	103,37 ± 11,06
Composição Corporal					
Gordura corporal (kg) DXA	28,03 ± 9,50 ^a	21,46 ± 8,67	30,01 ± 11,00 ^a	25,31 ± 9,32	26,66 ± 10,16
% gordura corporal DXA	39,76 ± 6,22 ^{a, b}	26,89 ± 7,20 ^b	41,37 ± 6,62 ^a	31,62 ± 6,68	35,64 ± 8,68
Gord. visceral (gr) DXA	855,88 ± 604,82 ^b	1245,06 ± 904,62 ^b	1312,86 ± 737,71 ^a	1889,37 ± 1001,32	1347,80 ± 905,31
Gordura androide (kg)	33,13 ± 12,42 ^{a, b}	44,42 ± 10,04 ^b	39,60 ± 9,92 ^a	46,94 ± 9,44	41,85 ± 11,34
Gordura ginóide (kg)	27,03 ± 7,03 ^{a, b}	44,42 ± 5,77 ^b	30,76 ± 6,50 ^a	44,78 ± 7,02	37,75 ± 10,11

^a p < 0,05 entre feminino e masculino da mesma faixa etária ^b p < 0,05 entre adultos e idosos do mesmo sexo

Teste Mann-Whitney *DP = desvio-padrão

IGC = índice de gordura corporal; IMC = índice de massa corpórea; ICC = índice de circularidade corporal; IAC = índice de adiposidade corporal; IC = índice de conicidade; IFC = índice de formato corporal e o Índice de Adiposidade Visceral (IAV).

Continuação da **Tabela 1**. Perfil antropométrico dos participantes da pesquisa (n=296), idade de 20-94 anos.

Variáveis	Adulto (n=129) média ± DP*		Idoso (n=167) média ± DP*		Total (n=296) média ± DP*
	Feminino (n=77)	Masculino (n=52)	Feminino (n=83)	Masculino (n=84)	
Índices de adiposidade					
IMC (kg/m ²)	27,61 ± 5,13 ^b	25,78 ± 4,29 ^b	29,24 ± 6,27	27,66 ± 4,17	27,76 ± 5,21
IGC (kg/m ²)	11,1193 ± 3,57 ^{a, b}	7,1196 ± 2,6007 ^b	12,30 ± 4,33 ^a	8,88 ± 3,06	10,11 ± 4,01
IC	1,2671 ± 0,0784 ^b	1,2670 ± 0,07718 ^b	1,32 ± 0,08 ^a	1,35 ± 0,07	1,3087 ± 0,08
IAC	34,2459 ± 5,8942 ^{a, b}	25,2369 ± 7,1179 ^b	36,40 ± 7,12 ^a	28,68 ± 4,43	31,70 ± 7,44
IFC	0,0797 ± 0,0045 ^b	0,0804 ± 0,0035 ^b	0,082 ± 0,00 ^a	0,0850 ± 0,0040	0,0821 ± 0,0048
ICC	4,9764 ± 1,7036 ^{a, b}	4,0636 ± 1,4244 ^b	6,1318 ± 2,2611 ^a	5,5079 ± 1,6620	5,3037 ± 1,9574
IAV	5,4359 ± 4,10	5,6983 ± 5,70	6,9997 ± 4,73 ^a	5,4987 ± 4,50	5,9263 ± 4,72
Densidade Mineral Óssea (gcm²)					
DMO CT	1,1608 ± 0,2713 ^a	1,2277 ± 0,1160	1,0737 ± 0,256 ^a	1,1916 ± 0,1024	1,1568 ± 0,2141
DMO L1-L4	1,1594 ± 0,1741 ^a	1,2167 ± 0,1708	1,0802 ± 0,1981 ^a	1,2294 ± 0,2071	1,1669 ± 0,1990
DMO femoral	0,9742 ± 0,1556 ^{a, b}	1,0687 ± 0,1727 ^b	0,8685 ± 0,1346 ^a	0,9591 ± 0,1381	0,9554 ± 0,1617

^a p < 0,05 entre feminino e masculino da mesma faixa etária ^b p < 0,05 entre adultos e idosos do mesmo sexo

Teste Mann-Whitney *DP = desvio-padrão

IGC = índice de gordura corporal; IMC = índice de massa corpórea; ICC = índice de circularidade corporal; IAC = índice de adiposidade corporal; IC = índice de conicidade; IFC = índice de formato corporal e o Índice de Adiposidade Visceral (IAV).

DMO = densidade mineral óssea; DMO L1-L4 = coluna lombar L1-L4; DMO femoral = colo de fêmur direito; DMO CT = corpo total.

Tabela 2. Valores de AIC e porcentagem de explicação de todos os modelos testados para prever GC* (kg) (n=296).

Índice Antropométrico	AIC	Explicação do modelo**
IGC	1503,34	89,97%
IMC	1598,84	83,93%
ICC	1878,45	62,48%
IAC	2024,30	41,68%
IC	2041,45	33,17%
IFC	2133,42	14,29%
IAV	2083,74	9,63%

*GC = gordura corporal; kg = quilogramas; AIC = Critério de Informação Akaike; ajustado por sexo e idade.

**Valor de aproximação da gordura corporal (representa o R^2 nos modelos lineares)

IGC = índice de gordura corporal; IMC = índice de massa corpórea; ICC = índice de circularidade corporal; IAC = índice de adiposidade corporal; IC = índice de conicidade; IFC = índice de formato corporal; IAV = Índice de Adiposidade Visceral (IAV).

Tabela 3. Correlações de Spearman entre os Indicadores de composição corporal e Densidade Mineral Óssea em diferentes sítios (n=296).

Variáveis	GC (kg)	DMO corpo total (g/cm ²)	DMO L1-L4 (g/cm ²)	DMO fêmur (g/cm ²)
Peso (kg)	0,73**	0,518**	0,366**	0,376**
Altura (cm)	-0,05	0,510**	0,347**	0,371**
CC (cm)	0,764**	0,330**	0,245**	0,209**
CQ (cm)	0,865**	0,297**	0,249**	0,235**
HDL (mg/dl)	-0,087	0,064	-0,121*	0,42
TGL (mg/dl)	0,189**	-0,013	-0,136*	-0,018
GC (kg)	1	0,145*	0,169**	0,136*
% gordura corporal	0,831**	-0,207**	-0,059	-0,116*
Gordura visceral (gr)	0,623**	0,272**	0,249**	0,125*
Gordura androide (kg)	0,878**	-0,037	0,055	-0,015
Gordura Ginóide (kg)	0,682**	-0,258**	-0,101	-0,139*

* p < 0,05; ** p < 0,001. CC = circunferência da cintura; CQ = circunferência do quadril; HDL = *high density lipoprotein*; TGL = triglicerídeos; GC = gordura corporal; kg = quilograma. DMO = densidade mineral óssea; DMO L1-L4 = coluna lombar L1-L4; DMO femoral = colo de fêmur direito; DMO CT = corpo total.

Tabela 4. Correlações de Spearman entre os Índices antropométricos e a Densidade Mineral Óssea em diferentes sítios (n=296).

Índices	GC (kg)	DMO corpo total (g/cm ²)	DMO L1-L4 (g/cm ²)	DMO fêmur (g/cm ²)
IGC	0,945**	-0,019	0,061	0,024
IMC	0,880**	0,268**	0,220**	0,213**
ICC	0,760**	0,091	0,069	-0,021
IAC	0,658**	0,115*	0,116*	0,072
IC	0,394**	-0,169	-0,060	-0,105
IFC	0,039	-0,027	-0,031	-0,126*
IAV	0,260**	-0,026	0,027	-0,013

* p < 0,05; ** p < 0,001.

IGC = índice de gordura corporal; IMC = índice de massa corpórea; ICC = índice de circularidade corporal; IAC = índice de adiposidade corporal; IC = índice de conicidade; IFC = índice de formato corporal e o Índice de Adiposidade Visceral (IAV). DMO = densidade mineral óssea; DMO L1-L4 = coluna lombar L1-L4; DMO femoral = colo de fêmur direito; DMO CT = corpo total.

Tabela 5. Valores de AIC e porcentagem de explicação de todos os modelos testados para prever DMO CT* (n=296).

Índice Antropométrico	AIC	Explicação do modelo**
IMC	-193,90	20,33%
IGC	-187,11	18,32%
ICC	-182,64	16,97%
IC	-179,68	16,07%
IAC	-170,38	13,16%
IFC	-168,94	12,71%
IAV	-167,71	12,31%

* DMO CT = corpo total;

ajustado por sexo, idade, consumo de álcool, tabagismo, atividade física (150 min/semana).

**Valor de aproximação da DMO femoral (representa o R^2 nos modelos lineares).

AIC = Critério de Informação Akaike; IGC = índice de gordura corporal; IMC = índice de massa corpórea; ICC = índice de circularidade corporal; IAC = índice de adiposidade corporal; IC = índice de conicidade; IFC = índice de formato corporal e o Índice de Adiposidade Visceral (IAV).

Tabela 6. Valores de AIC e porcentagem de explicação de todos os modelos testados para prever DMO L1-L4* (n=296).

Índice Antropométrico	AIC	Explicação do modelo**
IMC	-156,83	19,7%
IGC	-154,13	18,91%
ICC	-150,43	17,8%
IC	-142,73	15,45%
IAC	-140,76	14,84%
IAV	-138,26	14,05%
IFC	- 138,77	14,22%

DMO L1-L4 = coluna lombar L1-L4;

ajustado por sexo, idade, consumo de álcool, tabagismo, atividade física (150 min/semana).

**Valor de aproximação da DMO L-L4 (representa o R^2 nos modelos lineares)

AIC = Critério de Informação Akaike; IGC = índice de gordura corporal; IMC = índice de massa corpórea; ICC = índice de circularidade corporal; IAC = índice de adiposidade corporal; IC = índice de conicidade; IFC = índice de formato corporal e o Índice de Adiposidade Visceral (IAV).

Tabela 7. Valores de AIC e porcentagem de explicação de todos os modelos testados para prever DMO femoral* (n=296).

Índice Antropométrico	AIC	Explicação do modelo**
IMC	-301,38	28,07%
IGC	-296,88	26,87%
ICC	-289,90	24,98%
IAC	-288,82	24,68%
IC	-281,88	22,74%
IAV	-284,65	23,52%
IFC	-286,30	23,98%

DMO femoral* = colo de fêmur direito

ajustado por sexo, idade, consumo de álcool, tabagismo, atividade física (150 min/semana).

**Valor de aproximação da DMO femoral (representa o R^2 nos modelos lineares)

AIC = Critério de Informação Akaike; IGC = índice de gordura corporal; IMC = índice de massa corpórea; ICC = índice de circularidade corporal; IAC = índice de adiposidade corporal; IC = índice de conicidade; IFC = índice de formato corporal e o Índice de Adiposidade Visceral (IAV).

DISCUSSÃO

Neste artigo, avaliamos a capacidade de predição dos índices estimadores de gordura corporal mais estudados a fim de identificar a rastreabilidade desse componente sobre a massa óssea. Também foi aplicado o método estatístico considerando a multicolinearidade na predição de GC e DMO por meio de índices de gordura corporal. A gordura corporal foi melhor predita pelo IMC, o qual pôde representar o relevante e independente papel do peso e gordura corporal na massa óssea.

O IGC apresentou a melhor associação com a GC, seguido do IMC. Por outro lado, o IFC e o IAV nesse modelo apresentaram as piores associações. O IGC contém em sua fórmula a própria gordura corporal dividida pela estatura dos indivíduos, removendo o peso dos demais componentes da estrutura corporal como fator de confusão, e foi proposto para determinar a classificação de obesidade em adultos e idosos (KELLY, 2009). Dentre as vantagens do uso do IGC, é que este apresenta pontos de corte para classificar o estado nutricional de indivíduos (KELLY, 2009), e, além disso, há um software específico para gráficos mostrando a relação entre gordura corporal e massa magra, com valores de referência baseados na população do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES III) (HINTON et al, 2017), o qual considera idade, sexo e etnia.

Similar aos nossos achados, outras pesquisas verificaram que o IMC (SCHUTZ et al., 2002; BARREIRA et al., 2014) superestima a porcentagem de indivíduos classificados com baixo peso/eutróficos, e subestima a proporção de indivíduos classificados com excesso de gordura corporal em comparação com o IGC. A associação de ambos índices permite a melhor qualidade na avaliação clínica. Contudo, apesar de suas limitações amplamente descritas (DEURENBERG e PAUL et al., 1999; KOK et al., 2004), o IMC como indicador antropométrico simples, em nossa amostra, foi capaz de prever melhor a gordura corporal em comparação com os demais índices.

O IFC é considerado forte preditor da mortalidade e adiposidade em diferentes populações (KRAKAUER e KRAKAUER, 2012; 2016). Diferente dos demais índices, sua fórmula apresenta a raiz quadrada da altura, por isso o resultado encontrado no presente estudo pode estar relacionado com a diferença

de altura encontrada entre a nossa amostra e a amostra utilizada para o desenvolvimento da fórmula do índice, uma vez que apresentaram em média uma diferença de 4 cm. Segundo os autores, é importante que o IFC não seja confundido com o IMC, pois o IFC foi desenvolvido para ser independente do IMC e sua proposta avalia a obesidade abdominal.

O IAV foi o pior dos índices para predição de GC. O índice é considerado marcador significativo para fatores de risco da disfunção na gordura visceral, doença cardiovascular e eventos cerebrovasculares (AMATO et al., 2010). Estes achados podem ser explicados pelo fato de que IAV inclui parâmetros físicos e metabólicos, podendo talvez refletir diferentes fatores de risco, no entanto como previsão da proporção geral do componente da massa gordura, não apresentou resultados satisfatórios. Na nossa amostra, também encontramos que o ICC apresentou valor de predição satisfatório (62,48%) para a GC, por isso sugere-se associá-lo ao IMC para contribuir na avaliação clínica da gordura corporal, pois considera a circularidade individual e gordura central, devendo ser melhor investigado em próximos estudos.

Quanto à associação entre a Densidade Mineral Óssea (DMO) e indicadores antropométricos, o IMC apresentou o melhor valor preditivo, especialmente para DMO do colo do fêmur. A relação entre o IMC e a DMO do colo do fêmur é relatada em estudo transversal com 2.154 adultos com população de idade entre 25 a 54 anos na Tailândia, na qual avaliou a associação do polimorfismo na massa gorda com gene associado à obesidade (FTO rs9939609) na análise de aleatorização mendeliana. Esse polimorfismo foi significativamente associado com o IMC (coeficiente = 0,673 kg/m², p <0,001), com a massa corporal (coeficiente= 0,948 kg, p<0,001) e porcentagem de gordura corporal (coeficiente= 0,759%, p<0,01). A análise de aleatorização mendeliana sugere que a adiposidade pode apresentar efeito de causa relacionada à DMO no fêmur, mas não na coluna vertebral (WARODOMWICHIT et al., 2013).

Já Emaus et al. (2014), demonstraram uma relação positiva entre o IMC e a DMO em cada sítio, sendo que cada unidade de aumento do IMC foi associada com um aumento de 0,008 g/cm² na DMO da coluna lombar, 0,017 g/cm² na DMO do colo do fêmur e 0,018 g/cm² na DMO do corpo total.

Apesar do uso do IMC ser criticado por alguns autores, nosso estudo comprovou que ele é um excelente indicador de gordura corporal e DMO. Embora não avalie a GC nos diferentes compartimentos corporais, a sua aplicabilidade é fácil e simples, de custo acessível, além de apresentar pontos de corte que identificam risco de morbidade e mortalidade para valores de IMC abaixo ou superiores ao parâmetro de normalidade em grupos populacionais.

Embora estudos apresentem evidências que a massa magra seja mais determinante para a massa óssea, a massa gorda mostra uma associação direta e indireta com o osso em diferentes estudos (KANG et al., 2016; YANG et al., 2017; SOTUNDE et al., 2015; MIGLIACCIO et al. 2014). Ademais, GRECO et al., 2010 afirmaram que a eutrofia e sobrepeso foram neutro/protetor para DMO, enquanto indivíduos com obesidade (≥ 30 kg/m²), apresentaram menor massa óssea, especialmente na DMO lombar. A associação positiva entre o aumento de peso corporal, gordura corporal e IMC com a DMO foi confirmada fortemente em trabalhos anteriores (KIM et al., 2012; SALAMAT et al. 2013; JIANG et al, 2015).

O componente principal do IMC é o peso corporal que pode influenciar a DMO através de uma variedade de mecanismos, incluindo o aumento na carga mecânica e alterações metabólicas peso excesso de gordura corporal e aumento da massa muscular (SHAPSES e SUKUMAR, 2012).

A relação positiva entre o IMC e a DMO observada em nossa amostra pode ser explicada pela carga mecânica, uma vez que tanto para o corpo total como para os sítios específicos obteve a predição da gordura corporal e aproximadamente 25% do IMC, ou seja, apesar do efeito da gordura corporal não ser tão predominante nas mudanças ocorridas na massa óssea, como apresentação da adiposidade em grupos estudados, o IMC foi capaz de expressar o efeito desse componente da composição corporal nas possíveis alterações da massa óssea uma vez que foi o melhor estimador de gordura corporal.

Embora estudos com humanos sejam complexos ao identificar o efeito metabólico da composição corporal na formação óssea e não tenha sido este o foco dessa pesquisa, o mecanismo mecânico, descrito em modelos animais, esclarece o estímulo da carga sobre as células mecanosensitivas. Os osteócitos sinalizam diferentes substâncias com ação na formação e reabsorção óssea. A sinalização inicia o processo de adaptação óssea às mudanças ocorridas pela ação do peso

corporal em movimento. Para iniciar uma resposta osteogênica, o osso deve ser submetido a uma grandeza de deformação, o qual ultrapasse um limiar determinado pela faixa de tensão habitual na direção de carregamento predominante (HEMMATIAN et al., 2017). O limiar varia entre indivíduos em função de fatores modificáveis (exercício, alimentação, estado nutricional, uso de medicamentos) e não modificáveis (etnia, sexo, pico ósseo, estado puberal, genética). Com isso, podemos observar que a capacidade do IMC em apresentar as possíveis mudanças estruturais na massa óssea são baixas, em relação aos outros fatores determinantes da massa óssea, mas presentes, sendo o propósito principal deste estudo.

Segundo IWANIEC et al. (2016), há uma estreita associação entre massa óssea e peso corporal durante o crescimento, que permanece ao longo da vida. Manter um peso corporal saudável é uma das estratégias pela Organização Mundial da Saúde do Plano de Ação Global na agenda política global há 13 anos (WHO, 2004). As ações e políticas sobre os determinantes associados à saúde óssea com pactos globais podem reduzir a prevalência de fraturas e aumentar a efetividade de programas entre adultos e idosos.

Apesar do sobrepeso e obesidade serem o foco da maioria das campanhas de saúde, baixo peso corporal também pode ser um problema para a saúde óssea. Em nossa amostra, observamos reduzida proporção de indivíduos com baixo peso, obesidade e com osteoporose em relação a estudos anteriores, o que pode ser atribuído à aceitação do convite em participar e realizar o exame na Universidade por participantes mais ativos, conscientes e cuidadosos com a saúde. Contudo, por outro lado, pessoas obesas podem apresentar baixa motivação ao cuidado da saúde, uma vez que o estigma no tratamento de saúde, adaptação de procedimentos e equipamentos, assim como o comportamento de profissionais, podem ser fatores que influenciam para a baixa procura e aceitação de pessoas obesas nas avaliações de saúde relatadas pela literatura (LEE e PAUSÉ, 2016).

Dentre as limitações apresentadas no estudo, encontra-se o caráter transversal. Apesar das vantagens deste tipo de estudo como o baixo custo, alto potencial descritivo e facilidade na representatividade de uma população, os resultados encontrados não explicam a relação causa-efeito das mudanças no peso, composição corporal e massa óssea, sendo necessário a comprovação dos

resultados após a realização de estudos longitudinais. Outro fator limitador foi o tamanho da amostra que impossibilitou analisar as diferenças entre as mulheres pré e pós menopausa com os homens. Por fim, apesar de utilizarmos o DXA de Corpo Total para avaliar a adiposidade relacionada aos dados antropométricos, não foi possível avaliar os dados metabólicos (bioquímicos e genéticos). No entanto, obtivemos resultados aproximados de estudos longitudinais que utilizaram a análise de marcadores bioquímicos.

Em resumo, o peso corporal tem sido associado positivamente à massa óssea como um importante fator determinante na predição da DMO e fratura osteoporóticas. Os dois maiores componentes do peso corporal, massa muscular e massa de gordura, estão correlacionados com o aumento da DMO no esqueleto. Apesar do músculo representar a maior parcela, descrita na literatura, de predição da composição sob a massa óssea. O presente estudo fornece indícios que a gordura corporal estimada por índices antropométricos pode apresentar excelente predição em adultos e idosos, mas não é capaz de prever a massa óssea nessa amostra de indivíduos.

CONCLUSÃO

O índice que mais se aproximou da GC em kg foi o IGC e o IMC, como observado na análise descritiva e confirmado na análise inferencial, uma vez que as fórmulas para obtenção de ambos os índices são muito semelhantes. Por outro lado, houve dificuldades para a determinação de um índice antropométrico que se associasse à massa óssea, apesar do IMC ter sido o índice que melhor estimou a DMO do colo do fêmur. Sugere-se na prática clínica a associação de estimadores da gordura corporal de área central com o IMC para realizar associações com a massa óssea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amato MC., et al. Visceral adiposity index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*. vol. 33(4): pág. 920–922. 2010.

Barreira TV, Broyles ST, Gupta AK, et al. Relationship of Anthropometric Indices to Abdominal and Total Body Fat in Youth: Sex and Race Differences. *Obesity* (Silver Spring, Md). 2014; vol.22(5):1345-1350.

Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA., et al. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity*. 2011; 19, 1083–1089.

Bonjour J-P, Chevalley T. Pubertal timing, Bone Acquisition, and Risk of Fracture Throughout Life. *Endocrine Reviews*. October 2014; 35 (5):820-847.

Bouchard C. BMI, fat mass, abdominal adiposity and visceral fat: where is the 'beef'? *Int J Obes*. 2007; Vol. 31(10):1552–1553.

Brandão CMA, Camargos BM, Zerbini CA. et al; Posições oficiais 2008 da Sociedade Brasileira de Densitometria Clínica (SBDens). *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 2009; 53(1), 107-112.

Deurenberg P, Deurenberg YM, Wang J, et al. The impact of body build on the relationship between body mass index and percent body fat. *Int J Obes Relat Metab Disord*. May; 1999; 23(5):537-42.

Emaus N, Wilsgaard T, Ahmed LA. Impacts of Body Mass Index, Physical Activity, and Smoking on Femoral Bone Loss. *The Tromsø Study*. *J Bone Miner Res*. 2014.

Fisberg RM, Marchioni DML. Manual de avaliação do consumo alimentar em estudos populacionais: a experiência do inquérito de Saúde em São Paulo (ISA) /Universidade de São Paulo. Grupo de Pesquisa de Avaliação de Consumo Alimentar (GAC), Faculdade de Saúde Pública, 2012; Universidade de São Paulo.

Garn SM, Leonard WR, Hathworne VM. Three limitations of the body mass index [letter]. *Am J Clin Nutr*. 1986; 44(6):996–73.

Greco, EA, Fornari R, ROSSI F, et al. Is obesity protective for osteoporosis? Evaluation of bone mineral density in individuals with high body mass index. *International Journal of Clinical Practice*. 2010; vol. 64: pág. 817–820.

Hemmatian H, Bakker AD, Klein-Nulend J, van Lenthe GH. Aging, Osteocytes, and Mechanotransduction. *Current Osteoporosis Reports*. 2017;15(5):401-411.

Hinton JW, White GC, Rabon DR. Survival and population size estimates of the red wolf. *Jour. Wild. Mgmt.*, 81: 417–428, 2017.

International Osteoporosis Foundation (IOF). International osteoporosis foundation Annual Report. [Online] 2002 [Cited 2012 June 25]. Disponível: http://www.iofbonehealth.org/download/osteofound/filemanager/publications/pdf/report_2002.pdf. Acesso: 10/09/2017.

Iwaniec UT, Turner RT. Influence of Body Weight on Bone Mass, Architecture, and Turnover. *The Journal of endocrinology*. 2016;230(3):R115-R130. doi:10.1530/JOE-16-0089.

Jiang Y, Zhang Y, Jin M, Gu Z, Pei Y, Meng P. Aged-Related Changes in Body Composition and Association between Body Composition with Bone Mass Density by Body Mass Index in Chinese Han Men over 50-year-old. Chen J-R, ed. *PLoS ONE*. 2015;10(6):e0130400.

Kang EK, Park H, Baek S, Lim JY. A Associação entre a Composição do Corpo do Tronco e a Densidade Mineral dos Ossos Espinhais em Homens Coreanos versus Mulheres: Coorte de Agricultores para o Ensaio de Transtornos Musculoesqueléticos Relacionados ao Trabalho Agrícola (FARM). *Journal of Korean Medical Science*. 2016; 31 (10): 1595-1603.

Kelly, TL., Wilson KE, Heymsfield SB. Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES. *PLoS ONE*, 4(9), e7038, 2009.

Kim SJ, Yang W-G, Cho E. et al. Relationship between Weight, Body Mass Index and Bone Mineral Density of Lumbar Spine in Women. *Journal of Bone Metabolism*. 2012; 19(2):95-102.

Kok P, Seidell JC, Meinders AE. [The value and limitations of the body mass index (BMI) in the assessment of the health risks of overweight and obesity]. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2004; Nov 27;148(48):2379-82.

Krakauer JC, Krakauer NY. Combining Body Mass and Shape Indices in Clinical Practice. *Case Reports in Medicine*. 2016.

Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS One*. 2012; Vol. 7.

Lee JA, CJ de Pausé. Stigma in Practice: Barriers to Health for Fat Women. *Frontiers in Psychology*. 2016; 7: 2063.

Meybodi, AH, Hemmat-Abadi M, Heshmat R. et al. Association between Anthropometric Measures and Bone Mineral Density: Population-Based Study. *Iranian Journal of Public Health*. 2011; vol. 40(2): pág.18-24.

Migliaccio, S., Greco, E., Wannenes, F., et al. Tecidos adiposos, ósseos e musculares como novos órgãos endócrinos: papel da regulação recíproca para osteoporose e desenvolvimento da obesidade. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*; (2014). 17 (1), pp. 39-51.

Nielson, CM, Srikanth P e Orwoll ES. Obesity and fracture in men and women: An epidemiologic perspective. *J Bone Miner Res.* 2012; vol. 27: 1–10.

Quetelet A. Recherches sur le poids de l'homme aux different âges, Nouveaux Memoire de l'Academie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles., 1832pg. VII

Salamat MR, Salamat AH, Abedi I, Janghorbani M. Relationship between Weight, Body Mass Index, and Bone Mineral Density in Men Referred for Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan in Isfahan, Iran. *Journal of Osteoporosis.* 2013.

Schutz Y, Kule UUG, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *Int J Obes.* 2002; pág. 953–960.

Shapes, SA e Sukumar, D. Bone Metabolism in Obesity and Weight Loss. Annual review of nutrition. 2012; vol. 32:287-309.

Sotunde DE, Kruger SH, Wright HH, et al. Lean mass appears to be more strongly associated with bone health than fat mass in urban South African African women. *J Nutr Health Envelhecimento.* 2015 Jun; 19 (6): 628-36.

Thomas, DM. et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity (Silver Spring, Md).* vol. 21(11):2264-2271, 2013.

Valdez, R. A simple model-based index adiposity. *J Clio Epidemiol.* 1991; Vol. 44, No. 9, pp. 955-956.

Vanitallie TB., Yamg MU, Heymsfield SB., et al. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr.* 1990; 52:953–959.

Warodomwichit D, Sritara C, Thakkestian A, Hakkestian A, et al. Causal inference of the effect of adiposity on bone mineral density in adults. *Clin Endocrinol (Oxf).* May; 2013; 78(5):694-9.

World Health Organization (WHO). Fifty-seven world health assembly. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva, 2004.

World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. Geneva: 2010.

World Health Organization. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series, n. 854. Geneva, Switzerland: WHO, 1995.

Yang, Y., Wu, F., Winzenberg, T. and Jones, G. Tracking of areal bone mineral density from age eight to young adulthood and factors associated with deviation

from tracking: a 17-yr prospective cohort study. J Bone Miner Res. 12 December 2017.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A osteoporose é definida como uma doença esquelética caracterizada por comprometimento da resistência óssea e maior predisposição a fraturas. Estudos mostram estimativas de osteoporose aproximadas de 6% a 33% em adultos e idosos brasileiros. A perda de massa óssea está associada a diferentes fatores (WEAVER, 2016), principalmente genéticos, mas também ambientais, e acarreta um aumento no risco de fraturas em qualquer região do esqueleto, principalmente vértebras, úmero, punho e fêmur proximal. A fratura por osteoporose tem elevada prevalência e representa importante problema de saúde pública no Brasil, especialmente a de quadril, cuja incidência aumenta com a idade e está associada à deterioração da qualidade de vida e à maior mortalidade (PINHEIRO et al., 2010).

A identificação precoce dos fatores clínicos de risco associados à baixa massa óssea e às fraturas é fundamental para o manuseio de pacientes de risco, especialmente para a introdução de estratégias efetivas de prevenção, diagnóstico e tratamento, principalmente no que tange à morbimortalidade.

Com o aumento da expectativa de vida no Brasil, maior para mulheres em relação aos homens, a prevenção de doenças crônicas degenerativas (DCNT), como a perda de massa óssea, principalmente a osteoporose e a osteopenia, é necessária. A associação com DCNT e índices antropométricos permite o rastreamento e ação preventiva na população. O índice mais amplamente pesquisado é o IMC que apresenta associação com DCNT, especialmente com a massa óssea, doenças esqueléticas e fraturas osteoporóticas.

Os índices de avaliação da gordura corporal total e dos depósitos nos compartimentos corporais são associados a diferentes doenças crônicas como diabetes mellitus 2, hipertensão arterial sistêmica, doenças renais e hepáticas, doenças cardiovasculares e doenças esqueléticas, obtendo estreita relação positiva com a gordura total, central e visceral. No entanto, apesar da massa óssea estar relacionada ao peso corporal e à composição corporal, não foram estabelecidas pesquisas com a avaliação do poder preditivo por meio de índices antropométricos e índices de gordura corporal.

Em contraste com as consequências do aumento do IMC, nosso estudo sugere que o aumento do peso parece ser um fator protetor contra a baixa massa óssea. O IMC, apesar de apresentar correlação positiva com a DMO de corpo total, do colo do fêmur e da coluna lombar, após os ajustes estatísticos foi incapaz de explicar a DMO de corpo total e da coluna lombar, porém explicou em 28,07% a DMO do colo do fêmur, refletindo possivelmente o componente gravitacional pela ação do peso corporal.

O limiar entre as categorias do IMC e IGC como fator protetor e deletério para saúde óssea ainda não foram estabelecidos. Porém, as teorias de mecânicas e metabólicas exercidas pelo peso corporal e gordura corporal na massa óssea são hipóteses que fundamentam as relações obtidas em estudos populacionais.

Ainda, é muito discutida a verdadeira contribuição da composição corporal na massa óssea. O índice de gordura corporal (IGC) apresentou relação positiva com a massa óssea, porém seu uso é de difícil aplicabilidade em populações. Como seu valor é obtido utilizando-se o DXA, torna a pesquisa onerosa, exigindo o equipamento e profissional habilitado para realização do exame. Já o IMC é um método simples, prático e de fácil execução, e comumente inserido nas linhas de cuidado das políticas públicas. Associá-lo a outros índices que avaliam a gordura central pode ser útil na avaliação clínica e nutricional.

Neste estudo, foi possível avaliar o poder preditivo dos índices em relação a gordura corporal e em relação a massa óssea, identificados por DXA, e considerando os diversos fatores de confusão relacionados a massa óssea. Sendo assim, na presente versão do Estudo ISA-Capital, foi possível realizar levantamento de dados sobre a relação entre a massa óssea e a gordura corporal, contribuindo para os informes do estudo de base populacional na discussão de políticas públicas ao estabelecer novas linhas de cuidado nessa população de estudo.

Apesar dos resultados apresentarem valores de sobrepeso e obesidade elevados, estratégias de emagrecimento devem ser cuidadosamente avaliadas, pois, em relação a massa óssea, a literatura apresenta efeitos nocivos da perda de peso rápida ou do uso de medicamentos com efeitos colaterais no osso. Para o enfrentamento dos determinantes do estado nutricional, sem comprometer a saúde óssea, é necessário um esforço conjunto do governo e da sociedade civil, com

ações evitando o baixo peso, especialmente entre os idosos, e salientando a prática de comportamentos evitáveis que acarretam a fragilidade óssea.

O rastreamento feito pelos índices antropométricos não somente possibilita o acompanhamento e monitoramento do estado nutricional dos adultos e idosos, como também, propicia o conhecimento dos fatores determinantes de agravos nutricionais e suas consequências na saúde desta população.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATO, M.C. et al. Visceral adiposity index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. **Diabetes Care**. vol. 33(4): pág. 920–922., 2010.

BAKKER AD, SILVA VC, KRISHNAN R, et al. Tumor necrosis factor alpha and interleukin-1beta modulate calcium and nitric oxide signaling in mechanically stimulated osteocytes. **Arthritis Rheum** 60:3336–4510.1002/art.24920; 2009.

BERGMAN, R.N. et al. A Better Index of Body Adiposity. **Obesity** 19, 1083–1089, 2011.

BONJOUR J-P. e CHEVALLEY T. Pubertal timing, Bone Acquisition, and Risk of Fracture Throughout Life. **Endocrine Reviews**. 35 (5):820-847; October 2014.

BOSTRÖM P., WU J., JEDRYCHOWSKI M.P., et al. A PGC1 α -dependent myokine that drives browning of white fat and thermogenesis. **Nature**. 481(7382): 463-8; 2012.

BRANDÃO, C. M. A., CAMARGOS B.M., ZERBINI C.A.. et al. Posições oficiais 2008 da Sociedade Brasileira de Densitometria Clínica (SBDens). **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, vol. 53(1), pág. 107-112, 2009.

BREDELLA M.A., TORRIANI M., GHOMI R.H., et al. Vertebral bone marrow fat is positively associated with visceral fat and inversely associated with IGF-1 in obese women. **Obesity (Silver Spring)** 19:49–53.10.1038; 2010.

BRIOLAY A, LENCEL P, BESSUEILLE L, et al. Autocrine stimulation of osteoblast activity by Wnt5a in response to TNF-alpha in human mesenchymal stem cells. **Biochem Biophys Res Commun** 430:1072–710.1016; 2013.

BUSSAB, W. O. and MORETTIN, P. A. (2006). **Estatística Básica**. 6.ed. São Paulo.

CAETANO-LOPES J., CANHÃO H., FONSECA J.E. Osteoimmunology—the hidden immune regulation of bone. **Autoimmun. Rev.** 8(3):250–255; 2009.

CAO, J. J. Effects of obesity on bone metabolism. **Journal of Orthopaedic Surgery and Research**. n. 6:1, p. 30-37, 2011.

CENTER et al. Femoral Neck Axis Length, Height Loss and Risk of Hip Fracture in Males and Females. **Osteoporos Int** vol. 8: pág. 75, 1998.

CHOU S.H., CHAMBERLAND J.P., LIU X., et al. Leptin is an effective treatment for hypothalamic amenorrhea. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. 2011;108(16):6585–90.

CUI, L-H. et al. Sex-related differences in the association between waist circumference and bone mineral density in a Korean population. **BMC Musculoskeletal Disorders**. vol. 15: pág.326, 2014.

DE LAET, C. et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. **Osteoporos Int**. vol. 16(11):1330–1338, 2005.

DI IORGI N., MO A.O., GRIMM K., et al. Bone acquisition in healthy young females is reciprocally related to marrow adiposity. **J Clin Endocrinol Metab** 95:2977–82.10.1210; 2010.

DI IORGI N., ROSOL M., MITTELMAN S.D., et al. Reciprocal relation between marrow adiposity and the amount of bone in the axial and appendicular skeleton of young adults. **J Clin Endocrinol Metab** 93:2281–6.10.1210; 2008.

DIMITRI P., e ROSEN C. Fat and Bone: Where are We Now? **Calcif Tissue Int**. 100: 431-432; 2017.

DRIESSLER F, BALDOCK PA. Hypothalamic regulation of bone. **J Mol Endocrinol**. Oct;45(4):175-81, 2010.

DYTFELD, J. et al. Influência da massa magra e gorda na densidade mineral óssea (DMO) em mulheres pós-menopáusicas com osteoporose. **Arch Gerontol Geriatr**. sep-oct; 53 (2): e237-42, 2011.

EL HAJ A.J., MINTER S.L., RAWLINSON S.C., et al. Cellular responses to mechanical loading in vitro. **J Bone Miner Res**. 5(9):923–932; 1990.

FELSON, D. T. et al. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: The framingham study. **J Bone Miner Res**, 8: 567–573, 1993.

FELSON, D. T. et al. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: The framingham study. **J Bone Miner Res**, 8: 567–573, 1993.

FENG W., LIU H., LUO T., et al. Combination of IL-6 and sIL-6R differentially regulate varying levels of RANKL-induced osteoclastogenesis through NF- κ B, ERK and JNK signaling pathways. **Scientific Reports**. 7:41411; 2017.

FERRON M., e LACOMBE J. Regulation of energy metabolism by the skeleton: osteocalcin and beyond. **Arch. Biochem. Biophys**. 561:137–146; 2014.

FISBERG, R.M.; SALES, C.H.; FONTANELLI, M.M.; PEREIRA, J.L.; ALVES, M.C.G.P.; ESCUDER, M.M.L.; CÉSAR, C.L.G.; GOLDBAUM, M. 2015 Health Survey of São Paulo with Focus in Nutrition: Rationale, Design, and Procedures. **Nutrients**. 10, 169, 2018.

FOO J.P., HAMNVIK O.P., MANTZOROS C.S. Optimizing bone health in anorexia nervosa and hypothalamic amenorrhea: New trials and tribulations. **Metabolism: Clinical and Experimental**. 61(7):899–905; 2012.

FU X. et al. Associations of fat mass and fat distribution with bone mineral density in pre- and postmenopausal Chinese women. **Osteoporos. Int**. vol. 22: pág. 113–119, 2011.

GALI, J. C. Osteoporose. **Acta ortop. Brasileira**. São Paulo , v. 9, n. 2, pág. 53-62, 2001. Disponível:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-8522001000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso 03/10/2017.

GONNELLI S., CAFFARELLI C., NUTI R. Obesity and fracture risk. **Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism**. 11(1):9-14; 2014.

GONNELLI, S. et al. The relationship of ghrelin and adiponectin with bone mineral density and bone turnover markers in elderly men. **Calcif Tissue Int**. vol. 83: pág. 55, 2008.

GRIFFITH J.F., YEUNG D.K., AHUJA A.T., et al. A study of bone marrow and subcutaneous fatty acid composition in subjects of varying bone mineral density. **Bone** 44:1092–6.10.1016; 2009.

GUNST, R. F. and MASON, R. L. (1980), **Regression Analysis and its Application: A Data-Oriented Approach**, New York: Marcel-Dekker, Inc.

HEMMATIAN H, BAKKER AD, KLEIN-NULEND J, et al. Aging, Osteocytes, and Mechanotransduction. **Current Osteoporosis Reports**. 2017;15(5):401-411.

HERMSDORFF, Helen H.M.; MONTEIRO, Josefina B.R.. Gordura visceral, subcutânea ou intramuscular: onde está o problema?. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo , v. 48, n. 6, p. 803-811, Dec. 2004. Disponível em Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302004000600005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 Mar. 2017.

HOLBROOK, T.L e BARRETT-CONNOR, E. The association of lifetime weight and weight control patterns with bone mineral density in an adult community. **Bone and Mineral**. Vol. 20 141–149, 1993.

HO-PHAM, L.T. et al. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis. News and Reviews. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**. vol. 99, issue 12, pág. 30A–31A, 2014.

HO-PHAM, L.T., LAI, T.Q., NGUYEN, U.D.T. et al. Delineating the Relationship Between Leptin, Fat Mass, and Bone Mineral Density: A Mediation Analysis. **Calcif Tissue Int** 100: 13; 2017.

HSU Y.H., VENNERS S.A., TERWEDOW H.A., et al. Relation of body composition, fat mass, and serum lipids to osteoporotic fractures and bone mineral density in Chinese men and women. **Am J Clin Nutr**. Jan;83:146–154; 2006.

INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION (IOF). The Latin America Regional Audit - Epidemiología, costos e impacto de la osteoporosis en 2012. Disponível em: <http://www.iofbonehealth.org>. Acesso em 19/12/2017.

INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION (IOF). **International osteoporosis foundation Annual Report**. [Online] 2002 [Cited 2012 June 25]. Disponível:http://www.iofbonehealth.org/download/osteofound/filemanager/publications/pdf/report_2002.pdf. Acesso: 10/09/2017.

ISEME R.A., MCEVOY M., KELLY B., et al. Is osteoporosis an autoimmune mediated disorder? **Bone Reports**. 7:121-131; 2017.

KAGIYA T, NAKAMURA S. Expression profiling of microRNAs in RAW264.7 cells treated with a combination of tumor necrosis factor alpha and RANKL during osteoclast differentiation. **J Periodontal Res** (2012) 48(3):373–8510.1111/jre.12017.

KANG, D.H. et al. Association of body composition with bone mineral density in northern Chinese men by different criteria for obesity. **J Endocrinol Invest** 38: 323, 2015.

KELLY T.L., WILSON K.E., HEYMSFIELD S.B. Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES. Vella A, ed. **PLoS ONE**. 4(9):e7038; 2009.

KHAN S.M., HAMNVIK O.P., BRINKOETTER M., et al. Leptin as a modulator of neuroendocrine function in humans. **Yonsei Med J**. 53(4):671–9; 2012.

KIM C.J., OH K.W., RHEE E.J., et al. Relationship between body composition and bone mineral density (BMD) in peri-menopausal Korean women. **Clin Endocrinol (Oxf)** 71:18–26; 2009.

KLAUS S. Adipose tissue as a regulator of energy balance. **Curr Drug Targets**.5:1-10; 2004.

KLEIN-NULEND J., BACABAC R.G., BAKKER A.D. Mechanical loading and how it affects bone cells: the role of the osteocyte cytoskeleton in maintaining our skeleton. **Eur Cell Mater**. 24:278–291; 2012.

KONTOGIANNI, M. D. et al. Blood Leptin and Adiponectin as Possible Mediators of the Relation Between Fat Mass and BMD in Perimenopausal Women. **J Bone Miner Res**. vol. 19: 546–551, 2004.

KRAKAUER, N.Y. e KRAKAUER, J.C. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. **PLoS One**.vol.7, 2012.

KRAKAUER, N.Y. e KRAKAUER, J.C. Expansion of waist circumference in medical literature: potential clinical application of a body shape index. **J Obes Weight Loss Ther.** vol. 4: pág.2., 2014.

KREGE, J.H. et al. A simple method for determining the probability a new vertebral fracture is present in postmenopausal women with osteoporosis. **Osteoporos Int** vol. 17: pág. 379, 2006.

KREMER R., GILSANZ V. Fat and Bone: An Odd Couple. **Frontiers in Endocrinology.** 6:190; 2015.

KUDO O, FUJIKAWA Y, ITONAGA I, et al. Proinflammatory cytokine (TNF α /IL-1 α) induction of human osteoclast formation. **J Pathol** 198:220–710.1002/path.1190; 2002.

LAHARRAGUE P., LARROUY D., FONTANILLES A-M., et al. High expression of leptin by human bone marrow adipocytes in primary culture. **FASEB J** June12:747-752; 1998.

LEE K, JESSOP H, SUSWILLO R, et al. Endocrinology: bone adaptation requires oestrogen receptor-alpha. **Nature.** 424(6947):389; 2003.

LEE, K. Soft Tissue Composition and the Risk of Low Bone Mineral Density: The Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3), 2009. **Calcified Tissue International.**, Volume 90, Issue 3, pp 186–192. March 2012.

LOHMAN T. G.; ROCHE A. F.; Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. **Human Kinetics Books.** Champaign, IL : 1988.

LU J., SHIN Y, YEN M-S, SUN SS. Peak bone mass and patterns of change in total bone mineral density and bone mineral contents from childhood into young adulthood. **Journal of clinical densitometry** : the official journal of the International Society for Clinical Densitometry. 19(2):180-191; 2016.

MASUNARI, N. et al. Historical height loss, vertebral deformity, and health-related quality of life in Hiroshima cohort study. **Osteoporos Int.** vol. 18: pág. 1493–1499, 2007.

Matsubara R, Kukita T, Ichigi Y, et al. Characterization and Identification of Subpopulations of Mononuclear Preosteoclasts Induced by TNF- α in Combination with TGF- β in Rats. Rameshwar P, ed. **PLoS ONE**. 2012;7(10):e47930.

MEYBODI, A. H.; HEMMAT-ABADI, M.; HESHMAT, R. et al. Association between Anthropometric Measures and Bone Mineral Density: Population-Based Study. **Iranian Journal of Public Health**. 40(2):18-24, 2011.

MOERMAN, E.J.; TENG, K.; LIPSCHITZ, D.A.; LECKA-CZERNIK, B. Aging activates adipogenic and suppresses osteogenic programs in mesenchymal marrow stroma/stem cells: the role of PPAR- δ 2 transcription factor and TGF- β /BMP signaling pathways. **Aging cell**. vol. 3(6): pág.379-389, 2004.

MONTAGNANI A. Bone anabolics in osteoporosis: Actuality and perspectives. **World J Orthop**. 5(3):247–54; 2014.

MOON SJ, AHN IE, JUNG H, et al. Temporal differential effects of proinflammatory cytokines on osteoclastogenesis. **Int J Mol Med** (2013) 31:769–7710.3892/ijmm.2013.1269.

MOREIRA, Linda Denise Fernandes et al. Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metab*, São Paulo, v. 58, n. 5, p. 514-522, July 2014.

MUCCI JM, SCIAN R, DE FRANCESCO PN, et al. Induction of osteoclastogenesis in an in vitro model of Gaucher disease is mediated by T cells via TNF-alpha. **Gene** 509:51–910.1016; 2012.

NAKASHIMA T, HAYASHI M, FUKUNAGA T, et al. Evidence for osteocyte regulation of bone homeostasis through RANKL expression. **Nature Medicine**. 17, 1231–1234; 2011.

NAPOLI N., STROLLO R., PALADINI A., et al. The Alliance of Mesenchymal Stem Cells, Bone, and Diabetes. **International Journal of Endocrinology**. 2014.

NEWMAN, A.B. et al. Weight change and the conservation of lean mass in old age: the Health, Aging and Body Composition Study. **American Journal of Clinical Nutrition**. Vol. 82, pág. 872–878, 2005.

NGUYEN, T. V.; SAMBROOK, P. N.; EISMAN, J. A. Bone Loss, Physical Activity, and Weight Change in Elderly Women: The Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. **J Bone Miner Res.** vol. 13: 1458–1467., 1998.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA (OPAS). XXXVI Reunión del Comitê Asesor de Ivestigaciones en Salud – Encuesta Multicêntrica – **Salud Beinestar y Envejecimeiento (SABE) en América Latina e el Caribe** – Informe preliminar. mar., 2002.

OSTA B., BENEDETTI G., MIOSSEC P. Classical and Paradoxical Effects of TNF- α on Bone Homeostasis. **Frontiers in Immunology.** 5:48; 2014.

PACIFICI R. Estrogen, cytokines, and pathogenesis of postmenopausal osteoporosis. **J Bone Miner Res**11:1043–5110.100; 1996.

PARKER, E. D., PEREIRA, M. A., VIRNIG, B., et al. The association of hip circumference with incident hip fracture in a cohort of postmenopausal women: The Iowa Women's Health Study. **Annals of Epidemiology**, 2008; 18(11), 836–841.

PIETSCHMANN P., MECHTCHERIAKOVA D., MESHCHERYAKOVA A., et al. Immunology of osteoporosis: a mini-review. **Gerontology.** 62(2):128–137; 2016.

PINHEIRO M.M., CICONELLI RM, JACQUES NO, et al. The burden of osteoporosis in Brazil: regional data from fractures in adult men and women - The Brazilian Osteoporosis Study (BRAZOS). *Revista Brasileira de Reumatologia*, 2010;50(2), 113-120

PRADO W.L., LOFRANO M.C., OYAMA L.M., et al. Obesidade e adipocinas inflamatórias: implicações práticas para a prescrição de exercício. **Rev Bras Med Esporte.**15(5): 378-83; 2009.

PREMAOR, M. O.; COMIM, F. V.; COMPSTON, J. E.. Obesity and fractures. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo , v. 58, n. 5, p. 470-477, July 2014 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302014000500470&lng=en&nrm=iso>. access on 13 Dec. 2017.

PYRZAK B., WISNIEWSKA A., POPKO K., et al. Association between anthropometric measures of obesity, metabolic disturbances and polymorphism G-

308A of the tumor necrosis factor-alpha gene in children. **European Journal of Medical Research**. 15(Suppl 2):141-146; 2010.

RADOMINSKI S. C., BERNARDO W., PAULA A. P. de, et al. Diretrizes brasileiras para o diagnóstico e tratamento da osteoporose em mulheres na pós-menopausa, In Revista Brasileira de Reumatologia, Volume 57, Supplement 2, Pages 452-466, ISSN 0482-5004, 2017.

RAMASWAMY, G., BIDEZ M.W., MISCHET C.E. Bone Response to Mechanical Loads - Chapter 6. **Dental Implant Prosthetics (Second Edition)**. pág. 107–125, 2015.

REID IR. Relationships among body mass, its components, and bone. **Bone**. Nov;31(5):547-55, 2002.

REID IR. Relationships among body mass, its components, and bone. **Bone**. 31:547–555; 2002.

REID, I.R. Fat and bone. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. Vol. 503, Issue 1, 1. pág. 20-27, 2010.

REID, I.R. Fat and bone. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. Vol. 503, Issue 1, 1. pág. 20-27, 2010.

REID, I.R. Relationships between fat and Bone. **Osteoporos Int**. vol.19: pág. 595, 2008.

ROBLING AG, NIZIOLEK PJ, BALDRIDGE LA, et al. Mechanical stimulation of bone in vivo reduces osteocyte expression of Sost/sclerostin. **J Biol Chem**. 283(9):5866–5875; 2008

SANTOS A, BAKKER AD, ZANDIEH-DOULABI B, et al. Pulsating fluid flow modulates gene expression of proteins involved in Wnt signaling pathways in osteocytes. **J Orthop Res**. 27(10):1280–1287; 2009.

SANTOS L.C. e TORRENT I.F., O tecido adiposo e a produção de adipocinas. **Revista Digital FAPAM**. Pará de Minas, v.2, n.2, 110-119, nov. 2010.

SCHELLER E.L., ROSEN C.J. What's the matter with MAT? Marrow adipose tissue, metabolism, and skeletal health. **Ann N Y Acad Sci.** 1311:14–30.10.1111/nyas.12327, 2014.

SCHELLER J., CHALARIS A., SCHMIDT-ARRAS D., et al. The pro- and anti-inflammatory properties of the cytokine interleukin-6, **In Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research**, Volume 1813, Issue 5, Pages 878-888, ISSN 0167-4889, 2011.

SCHWARTZ A.V. Marrow Fat and Bone: revisão de resultados clínicos. **Frontiers in Endocrinology.** 6: 40; 2015.

SHAPSES S. A., POP L. C., WANG Y. Obesity is a concern for bone health with aging. **In Nutrition Research.** Volume 39, 2017, Pages 1-13.

SHAPSES S.A., SUKUMAR D. Bone Metabolism in Obesity and Weight Loss. **Annual review of nutrition.** 2012;32:287-309.

SHEN W., CHEN J., GANTZ M., et al. Ethnic and sex differences in bone marrow adipose tissue and bone mineral density relationship. **Osteoporos Int** 23:2293–301.10.1007; 2012.

SHEN W., SCHERZER R., GANTZ M., et al. Relationship between MRI-measured bone marrow adipose tissue and hip and spine bone mineral density in African-American and Caucasian participants: the CARDIA study. **J Clin Endocrinol Metab** 97:1337–46.10.1210; 2012.

SIMINOSKI, K. et al. Canadian Association of Radiologists. Recommendations for bone mineral density reporting in Canada. **Can Assoc Radiol J.** Jun; vol. 56(3): pág. 178-88, 2005.

SORKIN J.D., MULLER D.C. e ANDRES R. Longitudinal change in height of men and women: implications for interpretation of the body mass index: the **Baltimore Longitudinal Study of Aging Am J Epidemiol.** Nov 1;150(9):969-77; 1999.

STATEMENT OF THE NORTH AMERICAN MENOPAUSE SOCIETY. Management of osteoporosis in postmenopausal women: 2006 position statement of The North American Menopause Society. **Menopause.** 13(3):340-367, MAY 2006

STOLNICKI, Bernardo; OLIVEIRA, Lindomar Guimarães. Para que a primeira fratura seja a última. **Rev. bras. ortop.**, São Paulo , v. 51, n. 2, p. 121-126, Apr. 2016. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-36162016000200121&lng=en&nrm=iso>. access on 18 Dec. 2017.

TERAI K, TAKANO-YAMAMOTO T, OHBA Y, et al. Role of osteopontin in bone remodeling caused by mechanical stress. **J Bone Miner Res.**14(6):839–849;1999.

THOMAS, D.M. et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. **Obesity (Silver Spring, Md).** vol. 21(11):2264-2271, 2013.

TILG, H., et al. Gut, inflammation and osteoporosis: basic and clinical concepts. **Gut.** 57:684-694, 2008.

TOBIAS, J.H. et al. Estrogen receptor alpha regulates area-adjusted bone mineral content in late pubertal girls. **J Clin Endocrinol Metab.**vol. 92: pág. 641–7, 2007.

TSUJI K., MAEDA T., KAWANE T. et al. Leptin stimulates fibroblast growth factor 23 expression in bone and suppresses renal 1 α ,25-dihydroxyvitamin D3 synthesis in leptin-deficient ob/ob Mice. **J Bone Miner Res**; 25: 1711–1723, 2010.

TURNER RT, KALRA SP, WONG CP, et al. Peripheral Leptin Regulates Bone Formation. Journal of bone and mineral research. **The official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research.** 28(1):22-34; 2013.

TURNER, C. H. et al. Mechanotransduction and functional response of the skeleton to physical stress: The mechanisms and mechanics of bone adaptation. **Journal of Orthopaedic Science.** vol. 3, issue 6, pág. 346-355, 1998.

UPADHYAY J., FARR O.M., MANTZOROS C.S. The role of leptin in regulating bone metabolism. *Metabolism: clinical and experimental.* 64(1):105-113. 2015.

VALDEZ, R. A simple model-based index adiposity. **J Clio Epidemiol.** Vol. 44, No. 9, pp. 955-956, 1991.

VANITALLIE, T.B. et al. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. **Am J Clin Nutr.** vol. 52: pág.953–959.,1990.

VON THUN, N.L. et al. Does bone loss begin after weight loss ends? Results 2 years after weight loss or regain in postmenopausal women. **Menopause.** vol. 21, pág. 501–508, 2014.

WANG M.C., BACHRACH L.K., VAN LOAN M., et al. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. **Bone.** 37:474–481; 2005.

WEAVER, C.M.; GORDON, C.M.; JANZ, K.F. et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. **Osteoporos Int** 27: 1281; 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00198-015-3440-3>. Acesso em 20/10/2017.

WILLIAM F. e YOUNG Jr. **Sistema Endócrino:** Coleção Netter de Ilustrações Médicas. Elsevier Brasil, Rio de Janeiro, vol. 2., 2015.

WORLD HEALTH ORGANISATION (WHO). Global recommendations on physical activity for health. Geneva: 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. **WHO Technical Report Series, n. 854.** Geneva, Switzerland: WHO, 1995.

XIONG J, ONAL M, JILKA RL, et al. Matrix-embedded cells control osteoclast formation. **Nat Med.**17:1235–1241; 2011.

YADAV A., KATARIA M.A., SAINI V., et al. Role of leptin and adiponectin in insulin resistance. **In Clinica Chimica Acta.** Volume 417, Pages 80-84; 2013.

YOU L, TEMIYASATHIT S, LEE P, et al. Osteocytes as mechanosensors in the inhibition of bone resorption due to mechanical loading. **Bone.** 42(1):172–179; 2008.

ZHAO L, HUANG J, ZHANG H, et al. Tumor necrosis factor inhibits mesenchymal stem cell differentiation into osteoblasts via the ubiquitin E3 ligase Wwp1. **Stem Cells** 29:1601–1010.1002/stem.70; 2011.

ZHAO L.J., JIANG H., PAPASIAN C.J., et al. Correlation of obesity and osteoporosis: effect of fat mass on the determination of osteoporosis. **J Bone Miner Res.** 23:17–29; 2008.

ZHAO, L.J., JIANG H., PAPASIAN C.J., et al. Relationship of obesity with osteoporosis. **J Clin Endocrinol Metab.** vol. 92:1640–46, 2007.

ANEXOS

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
ISA-Capital 2014

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA FORÇA E DESEMPENHO MUSCULAR
(TESTE DE PREENSÃO MANUAL E DE VELOCIDADE DE MARCHA)

ID questionário: ____|____|____|____|____|____|____|____|____|____

ID bioquímico: ____|____|____

1. Dados Pessoais

Nome: _____

Telefone: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Idade: _____ Sexo: () F () M

Data da avaliação: ____/____/____ Horário da avaliação: _____

2. Antecedentes pessoais e estado clínico

Apresenta dificuldade ou dor intensa ao caminhar? () Sim () Não

Apresenta dificuldade ou dor intensa para abrir e fechar as mãos? () Sim () Não

Lesão grave no pescoço e/ou coluna no último ano? () Sim () Não

Já teve infarto, derrame ou AVC? () Sim () Não

Sofre de mal de Parkinson? () Sim () Não

Apresenta dificuldade extrema para enxergar? () Sim () Não

Apresenta qualquer motivo que lhe impeça de realizar os testes? () Sim () Não

Qual? _____

Usa suplemento de cálcio? () Sim () Não

Qual? (nome da marca) _____

Quanto? (comprimidos ou mg/dia) _____

3. Medidas Antropométricas

Variável	1ª medida	2ª medida	3ª medida
<i>Estatuta (cm)</i>			
<i>Peso (kg)</i>			
<i>Circunferência da cintura (cm)</i>			
<i>Circunferência do quadril (cm)</i>			

4. Teste de preensão manual (dinamometria)

- Mão dominante: () Direita () Esquerda

MÃO ESQUERDA		MÃO DIREITA	
1ª Leitura		1ª Leitura	
2ª Leitura		2ª Leitura	
3ª Leitura		3ª Leitura	

Obs.: _____

5. Teste de velocidade de marcha (caminhada)

Tempo percorrido para completar a distância de 4 metros	
1º Valor (segundos)	
2º Valor (segundos)	

Obs.: _____

Protocolo de agendamento do exame de densitometria

Ao entrar em contato com o participante para agendar a data do exame lembrar de:

- Identificar-se corretamente (nome, da Faculdade de Saúde Pública da USP).
- Explicar o motivo do contato: referente ao estudo ISA-Capital (no qual o(a) Sr. (a) respondeu a questionários e fez exame de sangue). Falar sobre o convite entregue para realização do exame de densitometria.
- Explicar do que se trata o exame: avaliação da saúde do osso (investigação de osteoporose) e também da composição corporal (gordura, músculo);
- Explicar que, adicionalmente, serão realizados mais dois testes rápidos: teste de força (apenas apertar um aparelho) e de caminhada curta (apenas 4 metros);
- Duração máxima da avaliação: 1 hora. Podemos emitir atestado.
- Mediante consentimento:
 - No caso de mulheres adultas, perguntar se está grávida (gestantes não poderão realizar o exame).
 - Não ter recebido contraste nos últimos 3 a 6 dias prévios ao exame.
 - Aplicar o questionário que se encontra na página 1 do protocolo de teste de força.
 - Solicitar ao participante que no dia do exame venha trajando roupas que não contenham qualquer tipo de metal, tais como: fivelas (cinto), botões, sutiãs com aro metálico e/ou fecho, roupas com zíperes, colchetes, etc. Dar preferência a roupas leves, como de ginástica. Ressaltar que há vestiário (provador), onde o paciente poderá trocar de roupa, caso prefira. Piercings corporais também deverão ser removidos para realização do exame.
 - No caso de mulheres, enfatizar a necessidade de trajar ou trazer top de ginástica, ou biquíni sem aro, ou soutian sem aro e fecho.
 - Solicitar que no dia do exame o participante venha com sapato fechado, sem salto, de preferência tênis. Evitar: chinelo, rasteirinhas, sandálias abertas e qualquer tipo de calçado que cause desconforto ao andar.
 - Enfatizar que o participante não deverá ingerir álcool no dia anterior à realização do exame.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o(a) senhor(a) a participar da pesquisa: **Ingestão de cálcio e de leite e derivados, concentrações séricas de 25(OH)D3 e risco de fraturas por osteoporose: Inquérito de Saúde de base populacional no Município de São Paulo - ISA Capital**. Esta pesquisa é um subprojeto do estudo "Inquérito de saúde de base populacional no município de São Paulo 2014", e do estudo "Indicadores bioquímicos do estado nutricional de micronutrientes e consumo alimentar habitual de residentes do município de São Paulo", estudos conjuntos da Universidade de São Paulo e da Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo, e que tem como objetivo conhecer melhor as condições de vida e de saúde dos moradores do município de São Paulo.

Durante a pesquisa realizaremos uma entrevista com o(a) senhor(a) para coletar informações sobre sua saúde e sobre sua ingestão de leite durante períodos específicos da vida.. Vamos medir sua altura e peso, realizaremos a densitometria óssea e de corpo total, e avaliaremos sua força muscular e desempenho físico.

A densitometria óssea e de corpo total irá avaliar a "saúde de seus ossos" (a densidade mineral óssea) e a quantidade de gordura corporal, gordura visceral e massa magra presente em seu corpo.

A sua participação neste estudo será muito importante. Com as informações coletadas vamos saber como está o seu consumo de leite e sua saúde óssea, para compreendermos melhor a relação dos componentes da sua dieta com sua saúde óssea, e assim, propormos melhorias nas condutas clínicas e de prevenção de osteoporose.

Os desconfortos e riscos da pesquisa são mínimos, considerando os procedimentos da pesquisa que incluem: preenchimento de questionários, densitometria óssea e de corpo total (exame que avalia a massa óssea, a quantidade de gordura e massa magra no organismo), medida de peso e estatura, medida de força e desempenho físico.

A densitometria óssea não oferece risco ao indivíduo, já que será realizada por profissional treinado na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Este exame não necessita de preparo prévio e sua radiação é 50 vezes menor do que a oferecida em um exame de raio X comum, tornando sua realização segura.

Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins de pesquisa, sem que ninguém, além do(a) senhor(a) e do grupo saiba que o(a) senhor(a) está participando dela.

O(a) senhor(a) não terá nenhuma despesa com a pesquisa, bem como não será pago por participar dela. O resultado da densitometria óssea e de corpo total, será enviado pelo correio para sua casa, e em caso de alterações, será informado que busque o seu médico ou um serviço de saúde.

A sua decisão pela participação ou não da pesquisa não é obrigatória e a qualquer momento o(a) senhor(a) pode desistir de participar, sem quaisquer prejuízos, inclusive quanto ao seu atendimento na unidade de saúde habitual.

Se tiver alguma dúvida sobre esta pesquisa, os pesquisadores estarão à disposição para qualquer esclarecimento (contato presente no verso desta folha). Caso sinta

necessidade de mais detalhes o(a) senhor(a) pode também entrar em contato com o comitê de ética em pesquisa que aprovou esta pesquisa.

Se concordar em participar da pesquisa, pedimos que preencha os dados a seguir, em duas vias, e assine-as. O(A) senhor(a) receberá uma das vias assinadas.

Após ter entendido tudo o que está escrito neste documento e o que o pesquisador nos explicou, eu,

CPF _____, aceito participar como voluntário desta pesquisa, e declaro que os dados que forneço são verídicos.

INFORMAÇÕES DO(A) PARTICIPANTE DA PESQUISA

Sexo: () masculino () feminino Data de nascimento: ____/____/____

Endereço: _____n^o

Complemento: _____ Bairro: _____ CEP

Telefone: _____ E-mail: _____

Assinatura do(a) participante da pesquisa

São Paulo, _____ de _____ de 201____

Pesquisadora responsável
Barbara Santarosa Emo Peters
Pós doutoranda da FSP/USP

Contatos para o caso de dúvidas e/ou questionamentos éticos:

Dra. Barbara Santarosa Emo Peters
 Depto de Nutrição da Faculdade de
 Saúde Pública da USP
 Av. Dr. Arnaldo, 715. Cerqueira César.
 São Paulo/SP. CEP 01246-904
 (11) 97112-4676
 email: bpeters@usp.br

**Comitê de ética em pesquisa da
 Faculdade de Saúde Pública da
 USP (CEP/FSP-USP)**
 Av. Dr. Arnaldo, 715. Cerqueira
 César. São Paulo/SP. CEP 01246-
 904
 (11) 3061 7779
 email: coep@fsp.usp.br

Equipe de pesquisa ISA-capital/SP
 (11)3061-7804
 email: isacapital2014@gmail.com

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

**SOLICITAÇÃO DE ISENÇÃO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO**

Ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo:

Solicitamos ao Comitê de Ética em Pesquisa desta instituição, a isenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) deste projeto encaminhado para vossa apreciação com base na Res. CNS 466/12 item IV.8 que contempla a dispensa do TCLE em situações de impossibilidade de obtenção do mesmo.

O projeto intitulado **“Relação entre índices para análise da composição corporal e massa óssea em Idosos: Estudo ISA - capital (2014)”** é um estudo observacional retrospectivo e, portanto, não intervencionista e que dispensa a coleta de informação direta com o sujeito de pesquisa.

As razões para solicitação da isenção do TCLE são enumeradas abaixo:

1. Levantamento retrospectivo de informações obtidas por questionários e resultados dados já previamente coletados, sem adição de riscos aos participantes de pesquisas ou prejuízos ao bem-estar dos mesmos;
2. Não há riscos físicos e/ou biológicos para o paciente uma vez que o estudo é meramente observacional;
3. População de estudo eventualmente sem seguimento na instituição no presente (pacientes de outras localidades ou falecidos);
4. A confidencialidade da identificação pessoal dos pacientes é garantida pelo pesquisador principal e pelas técnicas de levantamento e armazenamento dos

dados: os pacientes serão identificados apenas através de iniciais e números de registro que servem apenas para validar a individualidade da informação.

Por esses motivos e como o uso e destinação dos dados coletados durante este projeto de pesquisa estão descritos no mesmo, solicitamos a dispensa do referido documento.

O investigador principal e demais colaboradores envolvidos no projeto acima se comprometem, individual e coletivamente, a utilizar os dados provenientes deste, apenas para os fins descritos e a cumprir todas as diretrizes e normas regulamentadoras descritas na Res. CNS Nº 466/12, e suas complementares, no que diz respeito ao sigilo e confidencialidade dos dados coletados.

Atenciosamente,

Patricia Couceiro Santos

RG 33.117.788-2

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Ingestão de cálcio e de leite e derivados, concentrações séricas de 25(OH)D3 e risco de fraturas por osteoporose: Inquérito de Saúde de base populacional no Município de São Paulo - ISA Capital

Pesquisador: Barbara Santarosa Emo Peters

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 44552815.0.0000.5421

Instituição Proponente: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP/USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.084.978

Data da Relatoria: 19/06/2015

Apresentação do Projeto:

A mesma.

Objetivo da Pesquisa:

Mantidos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Já havia sido apontado risco mínimo decorrente desta pesquisa. Porém, no projeto havia menção à coleta de sangue, a qual não estava contemplada no TCLE.

Benefícios previamente informados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A relatoria havia solicitada inclusão no TCLE riscos decorrentes da coleta de sangue e os cuidados com este procedimento para minimizar desconfortos. A proponente explica que, no presente projeto, não haverá nova coleta de sangue, já realizada em outros "sub-projetos" do ISA-Capital, os quais foram aprovados pelo CEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE adequado aos objetivos do presente estudo.

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715

Bairro: Cerqueira Cesar

CEP: 01.246-904

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3061-7779

Fax: (11)3061-7779

E-mail: coop@fsp.usp.br

FACULDADE DE SAÚDE
PÚBLICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

Continuação do Parecer: 1.084.978

Pendência esclarecida.

Recomendações:

Nada a acrescentar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pela aprovação.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Acatado parecer da relatoria pela aprovação.

SAO PAULO, 28 de Maio de 2015

Assinado por:
Sandra Roberta Gouvea Ferreira Vivolo
(Coordenador)

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715

Bairro: Cerqueira Cesar

CEP: 01.246-904

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3061-7779

Fax: (11)3061-7779

E-mail: coep@fsp.usp.br

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: RELAÇÃO ENTRE ÍNDICES DE GORDURA CORPORAL E MASSA ÓSSEA EM ADULTOS E IDOSOS: ESTUDO ISA - CAPITAL (2014)

Pesquisador: Patricia Couceiro Santos

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 60147516.9.0000.5421

Instituição Proponente: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP/USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.864.383

Apresentação do Projeto:

Trata-se de estudo epidemiológico que utilizará a base de dados do Inquérito Domiciliar de Saúde no Município de São Paulo (ISA Capital – 2014), na coleta realizada de agosto de 2014 a maio de 2016.

Objetivo da Pesquisa:

Investigar a associação entre os índices antropométricos e massa óssea em adultos e idosos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram tratados nos estudos originais do ISA - CAPITAL 2014.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa está bem delineada. Os aspectos éticos foram considerados nos estudos originais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Solicitado isenção do TCLE, já que o estudo original (ISA Capital - 2014) foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (nº CAAE: 36607614.5.0000.5421). A participação dos indivíduos foi voluntária com a assinatura do Termo de Consentimento livre e esclarecido.

-Anuência dada para uso da base de dados e a pesquisadora se compromete a utilizar os dados

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715

Bairro: Cerqueira Cesar

CEP: 01.246-904

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3061-7779

Fax: (11)3061-7779

E-mail: coep@fsp.usp.br

USP - FACULDADE DE SAÚDE
PÚBLICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FSP/USP

Continuação do Parecer: 1.864.383

somente para os fins descritos e autorizados.

Recomendações:

Recomenda-se aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nada a declarar.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_765936.pdf	18/09/2016 21:48:08		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	22/08/2016 17:34:22	Patricia Couceiro Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ISENCAOTCLEFOLHA2.pdf	22/08/2016 17:30:32	Patricia Couceiro Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ISENCAOTCLE.pdf	22/08/2016 17:30:12	Patricia Couceiro Santos	Aceito
Outros	DECLARACAOANUENCIA.pdf	22/08/2016 17:27:52	Patricia Couceiro Santos	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_PESQUISADOR.pdf	22/08/2016 17:27:14	Patricia Couceiro Santos	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO.pdf	22/08/2016 17:25:36	Patricia Couceiro Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ISENCAO.pdf	02/08/2016 17:53:08	Patricia Couceiro Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/08/2016 17:52:49	Patricia Couceiro Santos	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715

Bairro: Cerqueira Cesar

CEP: 01.246-904

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3061-7779

Fax: (11)3061-7779

E-mail: coep@fsp.usp.br

USP - FACULDADE DE SAÚDE
PÚBLICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FSP/USP

Continuação do Parecer: 1.864.383

Não

SAO PAULO, 13 de Dezembro de 2016

Assinado por:
Maria Regina Alves Cardoso
(Coordenador)

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715

Bairro: Cerqueira Cesar

CEP: 01.246-904

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3061-7779

Fax: (11)3061-7779

E-mail: coep@fsp.usp.br

Patricia Couceiro Santos Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/6313669285456532>

Última atualização do currículo em 27/09/2017

Resumo informado pelo autor

Nutricionista pelo Centro Universitário Adventista de São Paulo (2005), Mestranda (2015) e Especialista em Saúde Pública pela FSP/ USP (2012), Especialista em Nutrição nas Doenças Crônico-Degenerativas pelo Instituto de Ensino e Pesquisa Albert Einstein/SP (2006). Bolsista no Intercambio Cultural e formação em inglês na Califórnia, EUA (2012). Atualmente, atua como Nutricionista na Atenção Básica e nos Centros Integrados de Saúde e Educação (CISES) da Prefeitura de São Caetano do Sul e Supervisora de Estágio em Saúde Coletiva pela Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS). Desenvolve pesquisas no Inquérito de Saúde no Estado de São Paulo (ISA-SP), com ênfase em índices de composição corporal, fragilidade óssea e envelhecimento. Email: couceiropatricia@yahoo.com.br

(Texto informado pelo autor)

Dados pessoais

Nome	Patricia Couceiro Santos
Filiação	Angelo Couceiro e Maria Iva de Oliveira Couceiro
Nascimento	14/01/1984 - Mauá/SP - Brasil
Carteira de Identidade	331177882 ssp - SP - 02/05/1997
CPF	223.962.328-43
Endereço residencial	Rua Manoel Joaquim Lopes, 37 Olimpico - São Caetano do Sul 09571240, SP - Brasil Telefone: 11 968342349
Endereço profissional	Prefeitura Municipal de São Caetano do Sul, Coordenadoria Municipal da Terceira Idade (Comtid) Av. Kennedy, 2400 Bairro Olímpico - São Paulo 09572200, SP - Brasil Telefone: 11 42274850
Endereço eletrônico	E-mail para contato : couceiropatricia@yahoo.com.br

Formação acadêmica/titulação

- 2015** Mestrado em Nutrição em Saúde Pública.
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA, FSP / USP, Brasil
Título: Relação entre Índices de gordura corporal e massa óssea em adultos e idosos: estudo ISA - Capital (2014)
Orientador: Profa. Dra Barbara Santarosa Emo Peters
- 2011 - 2012** Especialização em Interdisciplinar em Saúde Pública / USP.
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA, FSP / USP, Brasil
Título: SAUDE PUBLICA
- 2006 - 2007** Especialização em Nutrição em Doenças Crônico-Degenerativas.
Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein , IIEPAE, Sao Paulo, Brasil
Título: Associação dos parâmetros clínicos, antropométricos e laboratoriais de adultos diabéticos tipo 1 e 2.
Orientador: Profa Dra Ana Maria Pita Lottenberg; Dra Vivian Buonacorso
- 2002 - 2005** Graduação em Nutrição.
Centro Universitário Adventista de São Paulo, UNASP, Brasil
Título: Perfil dos indivíduos vegetarianos, ovo-lacto-vegetarianos, semi-vegetarianos e onívoros do Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP).
Orientador: Maria Paula Carvalho Leitão Meira.
Bolsista do(a): Centro Universitário Adventista
- 2000 - 2001** Ensino Profissional de nível técnico em Nutrição e Dietética.
Escola Técnica Estadual Julio de Mesquita, ETE, Brasil
- 1999 - 2001** Ensino Médio (2o grau) .
Colégio Adventista de Santo André, CASA, Brasil

Formação complementar

- 2012 - 2012** Extensão universitária em INTENSIVE ENGLISH - SÃO FRANCISCO, CALIFORNIA (EU). (Carga horária: 200h).
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, CEETEPS, Sao Paulo, Brasil
Bolsista do(a): centro Paula souza

Atuação profissional

1. Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS

Bárbara Santarosa Emo Peters

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/2466057280863920>
Última atualização do currículo em 14/06/2017

Nutricionista graduada pela Universidade Federal de Ouro Preto (2000). Especialista em Nutrição Clínica pelo GANEP (2001), Mestre (2005) e Doutora (2009) em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo. Realizou pós-doutorado (2009-2013) no Ambulatório de Fragilidades Ósseas da Disciplina de Endocrinologia Clínica do Departamento de Medicina da EPM / UNIFESP, e no Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da USP (2014-2016). Atualmente é professora colaboradora e, credenciada como orientadora, no programa de Pós Graduação em Nutrição em Saúde Pública. É membro da Associação Brasileira de Avaliação Óssea e Osteometabolismo (ABRASSO). Atua como revisor científico da Clinical Nutrition, Annals of Nutrition and Metabolism, Journal of Nutrition, Nutrition Research, entre outras. Tem experiência na área de Nutrição, com ênfase em Nutrição Clínica, atuando principalmente nos seguintes temas: metabolismo ósseo, osteoporose, vitamina D, cálcio, avaliação nutricional e biomarcadores nutricionais. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Bárbara Santarosa Emo Peters
Nome em citações bibliográficas	PETERS, BSE;Peters, Barbara Santarosa Emo;Peters, Barbara S. E.;Peters, B. S. E.;Santarosa Emo Peters, Bárbara;PETERS, B S E;PETERS, BÁRBARA SANTAROSA EMO

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública. Av. Dr. Arnaldo, 715, Departamento de Nutrição Cerqueira Cesar 01246904 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30617705 Ramal: 7859 Fax: (11) 30617130
------------------------------	--

Formação acadêmica/titulação

2005 - 2009	Doutorado em Saúde Pública. Universidade de São Paulo - Faculdade de Saúde Pública, USP - FSP, Brasil. Título: Vitamina D em adolescentes: ingestão, fatores determinantes e associação com adiposidade e pressão arterial, Ano de obtenção: 2009. Orientador: Lígia Araújo Martini. Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, Brasil. Palavras-chave: Avaliação Nutricional; Nutrição Clínica; Vitamina D; Adolescentes; Metabolismo Ósseo. Grande área: Ciências da Saúde Setores de atividade: Saúde Humana; Nutrição e Alimentação; Outro.
2002 - 2005	Mestrado em Saúde Pública (Conceito CAPES 6). Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Evolução do Estado Nutricional de Pacientes com Insuficiência Renal Crônica e Hiperparatireoidismo Secundário Submetidos a Paratireoidectomia, Ano de Obtenção: 2005. Orientador: Profa Dra. Lígia Araújo Martini. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil. Palavras-chave: Avaliação Nutricional; Insuficiência Renal Crônica; Hiperparatireoidismo Secundário; Paratireoidectomia. Grande área: Ciências da Saúde Setores de atividade: Nutrição e Alimentação.
2001 - 2001	Especialização em Curso de Especialização Em Nutrição Clínica. (Carga Horária: 515h). Grupo de Apoio de Nutrição Enteral e Parenteral, GANEP, Brasil. Título: Manuseio Nutricional nas Úlceras de Decúbito.