

FABIANE APARECIDA CANAAN REZENDE

**CAPACIDADE PREDITIVA E ASSOCIAÇÃO DE INDICADORES  
ANTROPOMÉTRICOS COM DIABETES *MELLITUS*, HIPERTENSÃO  
ARTERIAL E COMPROMETIMENTO DA CAPACIDADE FUNCIONAL EM  
IDOSOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R467c  
2016 Rezende, Fabiane Aparecida Canaan, 1980-  
Capacidade preditiva e associação de indicadores antropométricos com diabetes *mellitus*, hipertensão arterial e comprometimento da capacidade funcional em idosos / Fabiane Aparecida Canaan Rezende. – Viçosa, MG, 2016.  
xv, 159f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Inclui apêndices.

Orientador: Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Idosos - Nutrição. 2. Idoso - Antropometria. 3. Idosos - Composição corporal. 4. Tecido adiposo. 5. Diabetes. 6. Hipertensão. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Nutrição e Saúde. Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição. II. Título.

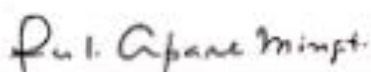
CDD 22. ed. 613.2

FABIANE APARECIDA CANAAN REZENDE

**CAPACIDADE PREDITIVA E ASSOCIAÇÃO DE INDICADORES  
ANTROPOMÉTRICOS COM DIABETES *MELLITUS*, HIPERTENSÃO  
ARTERIAL E COMPROMETIMENTO DA CAPACIDADE FUNCIONAL EM  
IDOSOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

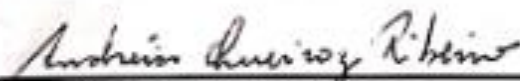
APROVADA: 1º de agosto de 2016.



Sueli Aparecida Mingoti



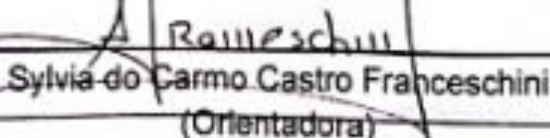
Antônio Augusto Moura da Silva



Andréia Queiroz Ribeiro  
(Coorientadora)



Patrícia Feliciano Pereira  
(Coorientadora)

  
Sylvia do Carmo Castro Franceschini  
(Orientadora)

## DEDICATÓRIA

*Dedico esta conquista aos meus maiores incentivadores, meu esposo Diogo, meus pais Maria Aparecida e Caetano, minha irmã Janaina e minha orientadora Sylvia Franceschini.*

## AGRADECIMENTOS

*À Deus, por estar sempre ao meu lado abençoando minha trajetória e colocando pessoas do bem em meu caminho.*

*Ao meu esposo, Diogo, por seu apoio incondicional, paciência, compreensão e companheirismo, essenciais para que eu continuasse caminhando focada nos meus objetivos. Fiz das suas palavras de incentivo e atitudes de amor e carinho meu combustível para chegar até aqui.*

*Aos meus pais, Maria Aparecida e Caetano, que me presentearam com a riqueza do estudo tendo por muitas vezes sacrificado os seus sonhos em favor dos meus. A vocês todo meu amor e meu respeito.*

*À minha irmã, Janaina, e ao meu cunhado, Daniel, pela amizade, generosidade, companheirismo e acolhida que tornaram esta caminhada mais leve e alegre.*

*À minha orientadora, Sylvia do Carmo Castro Franceschini, por sua imensa generosidade, carinho, apoio, incentivo e confiança. Sua orientação, convivência amigável e oportunidades concedidas me proporcionaram a descoberta de novos horizontes e contribuíram para meu crescimento profissional. A você meu respeito, afeto e gratidão.*

*À professora Andréia Queiroz Ribeiro, que com sua sabedoria apontou caminhos importantes para meu aprimoramento profissional. Suas contribuições foram valiosas. Obrigada pela disponibilidade, amizade e partilha de conhecimentos.*

*À professora Patrícia Feliciano Pereira, por sua orientação que tanto contribuiu para que eu aprimorasse meu senso crítico e reflexivo. Obrigada pela amizade e por compartilhar seus conhecimentos de forma tão generosa.*

*À professora Silvia Eloiza Priore, por suas contribuições, pelas oportunidades, pela confiança e pelo carinho.*

*Ao professor João Carlos Bouzas Marins pelo apoio, incentivo e contribuições.*

*À professora Sueli Mingoti (UFMG) e ao professor Antônio Augusto (UFMA) que generosamente compartilharam seus conhecimentos e contribuíram de forma relevante para a realização deste trabalho. Muito obrigada pela disponibilidade e auxílio.*

*À Carolina Carvalho, por sua ajuda e conhecimentos compartilhados que foram muito importantes para a conclusão deste trabalho. Muito obrigada pela disponibilidade e auxílio.*

*Às professoras Maria Sônia Duarte e Eliana Gomes de Souza pela confiança, oportunidades concedidas e amizade.*

*Aos professores do PPGCN, especialmente Giana Zarbato, Glauce Dias, Juliana Farias, Milene Pessoa, Rita Alfenas e Rosângela Minardi por terem compartilhado seus conhecimentos e contribuído diretamente para meu aprimoramento profissional.*

*Às amigas Dalila, Sarah, Laís Gusmão, Poliana, Dayane, Patrícia, Naruna e Gabrielle pela amizade sincera. Vocês foram anjos que Deus colocou em minha vida e que tornaram esta caminhada mais alegre e prazerosa. Minha gratidão pela acolhida, pelo apoio, pelo carinho e pela companhia nesta jornada.*

*Às colegas do GREENS – Grupo de Estudos em Envelhecimento, Nutrição e Saúde: Dalila, Aline, Mary Anne, Luciene, Glória e Karina e aos estudantes do PPGCN pela ótima convivência, troca de experiências e partilha de conhecimentos.*

*Aos funcionários do Departamento de Nutrição e Saúde, pelo auxílio nas atividades, em especial, à Rita Stampini por sua atenção e disponibilidade.*

*Às professoras Lina Enriqueta Rosado e Rita de Cássia Lanes Ribeiro, mestras que me iniciaram na pesquisa científica. Meu agradecimento pelo apoio, carinho e amizade.*

*Aos pesquisadores que idealizaram o projeto “guarda-chuva”, àqueles que realizaram a coleta dos dados e, especialmente, aos idosos que se dispuseram a colaborar com a pesquisa, meus sinceros agradecimentos!*

*À Universidade Federal de Viçosa que com sua excelência no ensino, pesquisa e extensão me proporcionou uma formação acadêmica e profissional sólida e de qualidade. Gratidão pela experiência de vida, ensinamentos e inspirações.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo financiamento do projeto.*

*À Universidade Federal do Tocantins pela concessão do afastamento para estudos.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, no âmbito do Programa Prodoutoral.*

*Aos amigos e familiares que torceram por mim, especialmente Vó Maria, pelas orações, apoio e carinho.*

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE QUADROS E TABELAS .....	x
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	8
2.1. Envelhecimento populacional, doenças crônicas e incapacidades .....	8
2.2. Envelhecimento, antropometria e composição corporal .....	10
2.3. Antropometria, morbimortalidade e incapacidades em idosos .....	12
2.4. Considerações finais .....	16
3. OBJETIVOS .....	28
3.1. Objetivo geral .....	28
3.2. Objetivos específicos .....	28
4. MÉTODOS .....	29
4.1. Delineamento e população-alvo .....	29
4.2. Amostra .....	29
4.3. Critérios de inclusão e de não inclusão .....	30
4.4. Treinamento e estudo piloto .....	30
4.5. Coleta de dados .....	30
4.6. Variáveis do estudo .....	31
4.6.1. Dados demográficos e socioeconômicos .....	31
4.6.2. Hábitos de vida e condições de saúde .....	31
4.6.3. Avaliação dietética .....	32
4.6.4. Avaliação antropométrica .....	33
4.6.5. Avaliação da capacidade funcional .....	35
4.7. Análise dos dados .....	36
4.7.1. Programas estatísticos .....	36
4.7.2. Consistência dos dados .....	36
4.7.3. Distribuição das variáveis .....	36
4.7.4. Análise descritiva .....	36
4.7.5. Comparação de variáveis segundo sexo e grupo etário .....	37



4.7.6. Associação de medidas e índices antropométricos com hipertensão arterial e diabetes <i>mellitus</i> .....	37
4.7.7. Identificação de pontos de corte para hipertensão arterial e diabetes <i>mellitus</i> .....	38
4.7.8. Identificação de padrões de adiposidade .....	38
4.7.9. Associação dos padrões de adiposidade com hipertensão arterial e diabetes <i>mellitus</i> .....	39
4.7.10. Associação de medidas e índices antropométricos com capacidade funcional.....	40
4.7.11. Significância estatística .....	41
4.8. Aspectos éticos .....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
5.1. ARTIGO ORIGINAL 1: Anthropometric differences related to genders and age in elderly.....	48
5.2. ARTIGO ORIGINAL 2: Comparison of anthropometric indicators of adiposity in predicting diabetes <i>mellitus</i> and hypertension among elderly .....	65
5.3. ARTIGO 3: Padrões de adiposidade, hipertensão arterial e diabetes <i>mellitus</i> em idosos .....	86
5.4. ARTIGO 4: Associação entre adiposidade e capacidade funcional em idosos: análise por meio da modelagem com equações estruturais.....	110
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	134
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	136
ANEXO 1: Carta de aprovação do comitê de ética em pesquisa com seres humanos.....	138
APÊNDICE 1: Termo de consentimento livre e esclarecido .....	139
APÊNDICE 2: Questionário da pesquisa.....	141

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABSI: *a body shape index*  
ABVD: atividades básicas da vida diária  
AIVD: atividades instrumentais da vida diária  
ASC: área sob a curva  
BRI: *body roundness index*  
CFI: *comparative fit index*  
DCV: doenças cardiovasculares  
DM: diabetes *mellitus*  
gl: graus de liberdade  
HA: hipertensão arterial  
IAC: índice de adiposidade corporal  
IC: índice de conicidade  
IIQ: intervalo interquartil  
IMC: índice de massa corporal  
MEEM: mini-exame do estado mental  
PB: perímetro do braço  
PC: perímetro da cintura  
PP: perímetro da panturrilha  
PQ: perímetro do quadril  
RCE: relação cintura-estatura  
RCP: relação cintura-panturrilha  
RCQ: relação cintura-quadril  
RCQE: relação cintura-quadril-estatura  
RMSEA: *root mean square error of approximation*  
ROC: *receiver operating characteristics*  
RP: razão de prevalência  
SD: standard deviation  
TLI: *tucker lewis index*  
WRMR: *weighted root mean square residual*

## LISTA DE FIGURAS

### REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1 – Tipos corporais diferentes com índice de massa corporal idênticos propostos por Thomas et al.<sup>70</sup>..... 14

### MÉTODOS

Figura 1 – Localização geográfica do município de Viçosa, Minas Gerais. ....29

### ARTIGO ORIGINAL 3

Figure 1 – *Screeplot* da Análise Fatorial por Componentes Principais para idosos de ambos os sexos; homens à esquerda (n=268) e mulheres à direita (n=269). Viçosa, Minas Gerais, 2009.....98

Figure 2 – Cargas fatoriais rotacionadas das variáveis originais obtidas por Análise Fatorial por Componentes Principais para idosos de ambos os sexos; homens à esquerda (n=268) e mulheres à direita (n=269). Viçosa, Minas Gerais, 2009..... 100

### ARTIGO ORIGINAL 4

Figura 1 - Gráfico acíclico direcionado para avaliação da associação entre adiposidade e capacidade funcional. .... 113

Figura 2 – Modelagem de equações estruturais com capacidade funcional como variável resposta latente. Viçosa, Minas Gerais, 2009..... 124

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

### MÉTODOS

Quadro 1 – Índices antropométricos de massa corporal, de adiposidade total e central.....34

Quadro 2 – Classificação do estado nutricional de idosos de acordo com o índice de massa corporal.....35

### ARTIGO ORIGINAL 1

Table 1 – Mean and standard deviation (SD) of the anthropometric variables by gender of elderly. ....54

Table 2 – Pearson coefficients ( $r$ ) between age and anthropometric variables by gender in elderly. ....54

Table 3 – Mean and standard deviation (SD) of the anthropometric variables by gender and age groups of elderly. ....55

Table 4 – Percentiles ( $p$ ) of indicators and indices anthropometric of the elderly by gender and age group of elderly men. ....56

Table 5 – Percentiles ( $p$ ) of indicators and indices anthropometric of the elderly by gender and age group of elderly women. ....57

### ARTIGO ORIGINAL 2

Table 1 – Anthropometric indices of general and central adiposity. ....68

Table 2 – Characteristics of participants in the study by sex. ....71

Table 3 – Mean (SD) of anthropometric measurements among elderly men with and without hypertension and diabetes *mellitus*.....72

Table 4 – Mean (SD) of anthropometric measurements among elderly women with and without hypertension and diabetes *mellitus*. ....73

Table 5 – Prevalence ratios and 95% confidence interval for hypertension and diabetes *mellitus* to one standard deviation increment in anthropometric measurements. ....75

Table 6 – Comparison of the AUC (area under the curve) of anthropometric measurements for the presence of hypertension and diabetes *mellitus* among elderly.....76

Table 7 – Cut-off values, sensitivity and specificity of anthropometric measurements for identifying hypertension and diabetes *mellitus* among elderly men and women. ....77

### ARTIGO ORIGINAL 3

Tabela 1 – Índices antropométricos de massa corporal, de adiposidade total e central.....	90
Tabela 2 – Características demográficas, socioeconômicas e comportamentais dos idosos segundo o sexo. Viçosa, Minas Gerais, 2009.....	94
Tabela 3 – Média, desvio-padrão, assimetria, curtose e teste de normalidade para medidas e índices antropométricos de idosos de acordo com o sexo. Viçosa, MG, 2009. ....	95
Tabela 4 – Matriz de correlação <sup>1</sup> entre medidas e índices antropométricos incluídos na Análise Fatorial por Componentes Principais para idosos de ambos os sexos. Viçosa, Minas Gerais, 2009.....	97
Tabela 5 – Coeficientes <sup>1</sup> e percentual de variância explicada dos fatores com autovalores $\geq 1$ obtidos por Análise Fatorial por Componentes Principais para idosos de ambos os sexos. Viçosa, Minas Gerais, 2009.....	99
Tabela 6 – Razão de prevalência e intervalos de confiança de 95% para associação dos padrões de adiposidade com hipertensão arterial e diabetes <i>mellitus</i> em idosos, de acordo com o sexo. Viçosa, Minas Gerais, 2009.....	102

### ARTIGO ORIGINAL 4

Tabela 1 – Frequências absoluta e relativa de idosos que relataram não fazer atividades instrumentais da vida diária, segundo o sexo. Viçosa, Minas Gerais, 2009.....	120
Tabela 2 – Cargas fatoriais padronizadas, variância residual e variância extraída dos modelos de mensuração. Viçosa, Minas Gerais, 2009. ....	122
Tabela 3 – Índices de ajustes dos modelos de mensuração. Viçosa, Minas Gerais, 2009.....	123
Tabela 4 – Índices de ajustes dos modelos estruturais. Viçosa, Minas Gerais, 2009.....	125

## RESUMO

REZENDE, Fabiane Aparecida Canaan, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2016. **Capacidade preditiva e associação de indicadores antropométricos com diabetes *mellitus*, hipertensão arterial e comprometimento da capacidade funcional em idosos.** Orientadora: Sylvia do Carmo Castro Franceschini. Co-orientadoras: Andréia Queiroz Ribeiro, Silvia Eloiza Priore e Patrícia Feliciano Pereira.

Medidas e índices antropométricos de adiposidade são ferramentas simples e de baixo custo úteis para identificar indivíduos com maior risco de incapacidades e morbidades, principalmente aquelas relacionadas a alterações cardiometabólicas. No entanto, ainda há lacunas de conhecimentos e controvérsias sobre os indicadores antropométricos mais apropriados para a avaliação do idoso. O objetivo deste estudo foi investigar a capacidade preditiva e a associação de indicadores antropométricos com diabetes *mellitus* (DM), hipertensão arterial (HA) e comprometimento da capacidade funcional em idosos. Trata-se de um estudo transversal em que se avaliou uma amostra representativa de 621 idosos de Viçosa, Minas Gerais, selecionados por amostragem aleatória simples sem reposição. As variáveis dependentes foram HA e DM autorreferidos e comprometimento da capacidade funcional como variável latente obtida a partir de atividades básicas e instrumentais da vida diária. Foram aferidas as seguintes medidas antropométricas: peso, estatura, perímetros da cintura, quadril, braço e panturrilha e calculados os seguintes índices antropométricos: *a body shape index* (ABSI), *body roundness index* (BRI), índice de conicidade (IC), índice de adiposidade corporal (IAC), índice de massa corporal (IMC), relação cintura-estatura (RCE), relação cintura-panturrilha (RCP), relação cintura-quadril (RCQ), e relação cintura-quadril-estatura (RCQE). As seguintes covariáveis foram obtidas: idade, sexo, escolaridade, renda, prática de exercícios físicos, tabagismo, ingestão de bebidas alcoólicas e qualidade da dieta. Em relação às características antropométricas, verificou-se que as mulheres apresentaram médias mais elevadas de IMC, RCE, IAC e perímetro do braço ( $p < 0,001$ ) e homens de peso, estatura e RCQ ( $p < 0,001$ ). Peso, perímetro da panturrilha e do braço foram menores nos grupos etários mais velhos ( $p < 0,001$ ) e o mesmo ocorreu

para o IMC e estatura entre os homens ( $p < 0,05$ ). Os índices antropométricos com associação mais forte, positiva e estatisticamente significativa com HA foram a RCQE em homens e o IAC e IMC em mulheres. Para o desfecho DM, o índice com associação mais forte, positiva e estatisticamente significativa nos homens foi a RCQ e nas mulheres a RCP. O perímetro do quadril apresentou associação inversa e estatisticamente significativa com HA nos homens e com DM em ambos os sexos. Em relação à capacidade preditiva, ABSI, BRI, IAC e RCQE não mostraram desempenho superior aos índices antropométricos tradicionais (IMC, PC, RCQ, RCE) para discriminar DM e HA em ambos os sexos, exceto a RCP que apresentou desempenho significativamente superior aos índices tradicionais para prever DM em mulheres. Foram identificados pontos de corte para as medidas antropométricas por sexo para discriminar HA e DM, porém os valores de sensibilidade e especificidade foram baixos. Por meio da análise fatorial por componentes principais identificou-se dois padrões antropométricos: adiposidade global e adiposidade central. Após ajuste por fatores de confusão, a análise de regressão de Poisson, com variância robusta, mostrou que a única associação que se manteve significativa foi aquela entre o padrão antropométrico de adiposidade central e DM em mulheres. Em relação ao comprometimento da capacidade funcional, a análise ajustada por fatores de confusão demonstrou associação positiva e estatisticamente significativa do mesmo com IMC (coeficiente padronizado: 0,211;  $p < 0,001$ ) e perímetro da cintura (coeficiente padronizado: 0,163;  $p < 0,001$ ). O presente estudo demonstrou que HA, DM e comprometimento da capacidade funcional foram associados positivamente com adiposidade global e distribuição central da gordura corporal em idosos e que os indicadores IMC, perímetro da cintura, RCQ e RCP são os mais apropriados para a avaliação antropométrica do idoso.

## ABSTRACT

REZENDE, Fabiane Aparecida Canaan, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2016. **Predictive ability of anthropometric indicators and association with diabetes *mellitus*, hypertension and impaired functional capacity in elderly.** Adviser: Sylvia do Carmo Castro Franceschini. Co-advisers: Andréia Queiroz Ribeiro, Silvia Eloiza Priore and Patrícia Feliciano Pereira.

Measurements and anthropometric indices of adiposity are simple and inexpensive useful tools to identify individuals at high risk of disability and morbidity, especially those related to cardiometabolic alterations. However, there are still gaps in knowledge and controversies of the anthropometric indicators more appropriate for the assessment of the elderly. The aim of this study was to investigate the predictive ability and the association of anthropometric indicators with diabetes *mellitus* (DM), hypertension arterial (HA) and impaired functional capacity in the elderly. This cross-sectional study evaluated a representative sample of 621 elderly in Viçosa, Minas Gerais, Brazil selected by simple random sampling without replacement. The dependent variables were self-reported hypertension, diabetes *mellitus* and impaired functional capacity as latent variable obtained from basic and instrumental activities of daily living. They were taken the following anthropometric measurements: weight, height, waist, hip, arm and calf circumferences and the following anthropometric indices were calculated: a body shape index (ABSI), body roundness index (BRI), conicity index (CI) index body adiposity (BAI), body mass index (BMI), the waist-height ratio (WHtR), waist-calf ratio (WCR), waist-hip ratio (WHR), and waist-hip-height (WHHtR). The following covariates were obtained: age, sex, education, income elderly, physical exercise, smoking, alcohol intake and diet quality. Regarding the anthropometric characteristics, it was found that women had higher mean BMI, WHtR, BAI and arm circumference ( $p < 0.001$ ) and men of weight, height and WHR ( $p < 0.001$ ). Weight, calf and arm circumferences were lower in older age groups ( $p < 0.001$ ) and the same was true for BMI and height among men ( $p < 0.05$ ). The anthropometric indices with the strongest association, positive and statistically significant with HA were WHHtR in men and the BAI and BMI in women. For DM outcome, the index with the strongest association, positive and statistically significant was WHR in men and WCR in women. The hip circumference



showed statistically significant inverse association with HA in men and DM in both sexes. Regarding the predictive ability, ABSI, BRI, BAI and WHHtR did not show better predictive ability than traditional anthropometric indices (BMI, WC, WHR, WHHtR) to discriminate diabetes *mellitus* and hypertension in both sexes, except WCR that was better than indices traditional to predict DM in women. Cutoff points of anthropometric measurements were identified by sex to discriminate HA and DM, but the sensitivity and specificity were low. Through factor analysis of principal components were identified two anthropometric patterns: global adiposity and central adiposity. After adjustment for confounders, Poisson regression with robust variance showed that the only association that remained significant was that between anthropometric measures of central adiposity and DM in women. Regarding the impairment of functional capacity, the analysis adjusted for confounding factors showed a positive and statistically significant association of the same with BMI (standardized coefficient: 0.211;  $p < 0.001$ ) and waist circumference (standardized coefficient: 0.163;  $p < 0.001$ ). This study showed that HA, DM and impaired functional capacity were associated with global and central adiposity in elderly and that BMI, waist circumference, WHR and WCR are most suitable for anthropometric assessment of the elderly.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A população de idosos tem crescido em todo o mundo e de forma mais acelerada nos países em desenvolvimento. Segundo a Organização Mundial da Saúde, estima-se que entre 2000 e 2050, a proporção de pessoas com 60 anos ou mais duplique, passando de 11% para 22% da população mundial<sup>1</sup>. Em 2012, os idosos correspondiam a 12,6% da população total brasileira<sup>2</sup> e estima-se que em 2050 o Brasil será o quinto país do mundo com maior número de idosos com 80 anos ou mais<sup>3</sup>.

O aumento do número de idosos com elevado grau de incapacidades e elevada carga de doenças crônicas é um reflexo do atual perfil demográfico e epidemiológico somado às condições socioeconômicas e comportamentais desfavoráveis da população brasileira<sup>4</sup>.

No Brasil, estima-se que as doenças crônicas não transmissíveis correspondem a 74% do total de óbitos, sendo as doenças cardiovasculares a principal causa de morte, atingindo 31% da população brasileira<sup>5</sup>. Além disso, estima-se que 46% dos idosos no mundo apresentam uma ou mais incapacidades, com aumento da prevalência com a idade e maiores taxas em regiões de baixa renda e entre mulheres<sup>6</sup>.

Os fatores de risco para anos de vida perdidos devido à carga global de doenças e incapacidades em idosos, de países de média renda são, em ordem decrescente de importância: pressão arterial elevada, tabagismo, sobrepeso e obesidade, hiperglicemia, sedentarismo, colesterol elevado e baixo consumo de frutas e vegetais<sup>6</sup>. No Brasil, dados do Vigitel 2012<sup>4</sup> apontam que 58,5% dos indivíduos com 65 anos ou mais apresentam excesso de peso (IMC  $\geq$  25 kg/m<sup>2</sup>), 59,2% são hipertensos e 22,9% diabéticos.

É importante destacar que o envelhecimento é marcado por alterações físicas, cognitivas, psicológicas e metabólicas que podem resultar em algum grau de doença e/ou incapacidade. No entanto, é necessário atentar-se para as generalizações que consideram, equivocadamente, eventos patológicos como normais e próprios do processo de envelhecimento<sup>7</sup>.

Em idosos, a composição corporal sofre modificações importantes decorrentes do envelhecimento que podem ser intensificadas negativamente por fatores de risco ambientais, tais como, sedentarismo, alimentação

inadequada, estresse psicossocial e doenças crônicas<sup>8</sup>. O excesso de gordura corporal, especialmente do tipo visceral, aumenta o risco de alterações cardiometabólicas, incapacidades físicas e psicológicas<sup>9,10</sup> e idosos com sarcopenia estão mais sujeitos a prejuízos na capacidade funcional<sup>11,12</sup>.

Apesar de evidências científicas bem estabelecidas acerca da relação entre adiposidade e doenças crônicas não transmissíveis<sup>13</sup>, alguns parâmetros de avaliação antropométrica ainda não são específicos para idosos, especialmente aqueles que avaliam a adiposidade central<sup>14</sup>.

Além do excesso de adiposidade, idosos com sarcopenia<sup>15</sup>, apresentam maior risco de mortalidade<sup>16</sup> e menor capacidade funcional<sup>11,12,17</sup>. A combinação do excesso de gordura corporal e reduzida massa muscular, definida como obesidade sarcopênica<sup>18</sup> parece aumentar ainda mais os riscos de morbimortalidade em idosos<sup>19</sup>. Entretanto, estes achados mostram-se controversos em relação a outros estudos que identificaram que a sarcopenia aumenta o risco de mortalidade independente da presença de obesidade<sup>20,21</sup>.

A literatura é divergente quanto aos critérios diagnósticos da obesidade sarcopênica e alguns autores têm utilizado combinação de diferentes indicadores de adiposidade e de massa magra para sua identificação, como por exemplo, perímetro da cintura elevado e área muscular do braço reduzida<sup>19</sup>.

Métodos como densitometria por dupla emissão de raios-X, tomografia computadorizada e ressonância magnética são mais acurados para avaliação da gordura corporal, porém exigem equipamentos de custo elevado e não acessíveis na prática clínica. Assim, mesmo com sua acurácia limitada, a antropometria é o método mais acessível na prática clínica e em estudos populacionais com amostras grandes<sup>22</sup>.

As medidas mais utilizadas na avaliação da adiposidade com capacidade de prever risco cardiometabólico são o índice de massa corporal<sup>23</sup> (IMC), perímetro da cintura<sup>24</sup> (PC), relação cintura-quadril<sup>23</sup> (RCQ) e a relação cintura-estatura<sup>25</sup>.

No entanto, revisões sistemáticas e meta-análises têm demonstrado que os pontos de corte do IMC, PC e RCQ, preconizados pela Organização Mundial de Saúde<sup>23</sup>, podem ser inapropriados para avaliar obesidade e seus riscos em idosos<sup>26,27</sup>, e que indicadores de adiposidade central podem ser melhores

preditores de doenças cardiovasculares e mortalidade do que o IMC neste grupo da população<sup>28,29,30</sup>.

Recentemente, novos índices foram propostos para avaliação do risco de alterações cardiometabólicas como a relação cintura-panturrilha<sup>31</sup>, relação cintura-quadril-estatura<sup>32</sup>, *body roundness index*<sup>33</sup> e *a body shape index*<sup>34</sup>. Porém a capacidade preditiva dos mesmos necessita ser investigada em idosos, dada a escassez de estudos sobre estes índices neste grupo etário.

O comprometimento funcional em idosos associa-se positivamente com excesso de adiposidade<sup>35,36</sup>, diabetes *mellitus* e hipertensão arterial<sup>29</sup>. Considerando que o excesso de gordura visceral aumenta o risco cardiometabólico<sup>9</sup>, medidas e índices de adiposidade central podem ser úteis na avaliação do risco de declínio da capacidade funcional em idosos, no entanto, não há consenso sobre qual seria o melhor indicador para predizer este risco.

Diante do aumento expressivo do número de idosos e da necessidade de detecção precoce de fatores que aumentam o risco de morbidades e incapacidade funcional dos mesmos, definir medidas e índices antropométricos mais apropriados para avaliar este risco na população idosa é importante tendo em vista o baixo custo e praticidade dos mesmos, especialmente em nível populacional.

## Referências

1. World Organization Health. 10 facts on ageing and the life course. 2012. Disponível em: <<http://www.who.int/features/factfiles/ageing/en/>> Acesso em 23 jul 2014.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2011. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.
3. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division World Population Ageing 2013. New York: United Nations; 2013.
4. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção de Saúde.

Vigitel Brasil 2012: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde; 2013.

5. World Organization Health. Noncommunicable diseases country profiles 2014. Geneva: World Health Organization; 2014. 207p.

6. World Organization Health. Good health adds life to years. Global brief for World Health Day 2012. Geneva: World Health Organization; 2012. 26p. Disponível em: <[http://www.who.int/world\\_health\\_day/2012](http://www.who.int/world_health_day/2012)> Acesso em 23 jul 2014.

7. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 192 p.: il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Cadernos de Atenção Básica; n. 19).

8. Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: A new category of obesity in the elderly. *Nutr Metabol Cardiovasc Dis* 2008; 18(5):388-95.

9. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Health percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(3):694-701.

10. Nam S, Kuo Y-F, Markides KS, Snihi SAI. Waist circumference, body mass index, and disability among older adults in Latin American and the Caribbean. *Arch Gerontol Geriatr* 2012; 55(2):e40-7.

11. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50(5):889-96.

12. Landi F, Onder G, Russo A, Liperoti R, Tosato M, Martone AM, Capoluongo E, Bernabei R. Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. *Clin Nutr* 2014; 33(3):539-544.

13. World Health Organization. Global health risks. Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: World Health Organization; 2009.

14. Cetin DC, Dasr G. Obesity in the elderly: More complicated than you think.

Clevel Clin J Med 2014; 81(1):51-61

15. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39(4):412-23.

16. Hollander EL, Bemelmans WJE, de Groot LCPGM. Associations between changes in anthropometric measures and mortality in old age: a role for mid-upper arm circumference? *J Am Med Dir Assoc* 2013; 14(3):187-93.

17. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008; 11(6):693-700

18. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, Garry PJ, Lindeman RD. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1998; 147(8):755-63.

19. Atkins JL, Whincup PH, Morris RW, Lennon LT, Papacosta O, Wannamethee SG. Sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: a population-based cohort study of older men. *J Am Geriatr Soc*. 2014; 62(2):253-60.

20. Batsis JA, Mackenzie TA, Barre LK, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. Sarcopenia, sarcopenic obesity and mortality in older adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey III. *Eur J Clin Nutr* 2014; 68(9):1001-7.

21. Liu LK, Chen LY, Yeh KP, Lin MH, Hwang AC, Peng LN, Chen L. Sarcopenia, but not sarcopenic obesity, predicts mortality for older old men: A 3-year prospective cohort study. *J Clin Gerontol Geriatr* 2014; 5(2):42-6.

22. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *Br J Radiol* 2012; 85(1009):1-10.

23. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global

epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva: World Health Organization; 1998.

24. Hsieh SD, Yoshinaga H. Abdominal fat distribution and coronary heart disease risk factors in men-waist/height ratio as a simple and useful predictor. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1995; 19(8):585-9.

25. Chang SH, Beason TS, Hunleth JM, Colditz GA. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. *Maturitas* 2012; 72(3):175-91.

26. DeCaria JE, Sharp C, Petrella RJ. Scoping review report: obesity in older adults. *Int J Obes* 2012, 36(9):1141-50.

27. Price GM, Uauy R, Breeze E, Bulpitt CJ, Fletcher AE. Weight, shape, and mortality risk in older persons: elevated waist-hip ratio, not high body mass index, is associated with a greater risk of death. *Am J Clin Nutr* 2006; 84(2):449-60.

28. Guasch-Ferré M, Bulló M, Martínez-González MÁ, Corella D, Estruch R, Covas MI, Arós F, Wärnberg J, Fiol M, Lapetra J, Muñoz MÁ, Serra-Majem L, Pintó X, Babio N, Díaz-López A, Salas-Salvadó J. Waist-to-height ratio and cardiovascular risk factors in elderly individuals at high cardiovascular risk. *PLoS ONE* 2012; 7(8):e43275.

29. Coutinho T, Goel K, Corrêa de Sá D, Carter RE, Hodge DO, Kragelund C, Kanaya AM, Zeller M, Park JS, Kober L, Torp-Pedersen C, Cottin Y, Lorgis L, Lee SH, Kim YJ, Thomas R, Roger VL, Somers VK, Lopez-Jimenez F. Combining body mass index with measures of central obesity in the assessment of mortality in subjects with coronary disease: role of “normal weight central obesity”. *J Am Coll Cardiol* 2013; 61(5):553-60.

30. Kim SK, Choi YJ, Huh BW, Kim CS, Park SW, Lee EJ, Cho YW, Huh KB. Ratio of waist-to-calf circumference and carotid atherosclerosis in Korean patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2011; 34(9):2067-71.

31. Carlsson AC, Risérus U, Engström G, Ärnlöv J, Melander O, Leander K, Gigante B, Hellénus ML, de Faire U. Novel and established anthropometric measures and the prediction of incident cardiovascular disease: a cohort study. *Int J Obes* 2013; 37(12):1579-85.

32. Thomas DM, Bredlau C, Bosy-Westphal A, Mueller M, Shen W, Gallagher D, Maeda Y, McDougall A, Peterson CM, Ravussin E, Heymsfield SB. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity (Silver Spring)* 2013; 21(11):2264-71.
33. Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS ONE*. 2012; 7(7):e39504.
34. Schaap LA, Koster A, Visser M. Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. *Epidemiol Rev* 2013; 35(1):51-65.
35. Batsis JA, Zbehlik AJ, Barre LK, Mackenzie TA, Bartels SJ. The impact of waist circumference on function and physical activity in older adults: longitudinal observational data from the osteoarthritis initiative. *Nutr J* 2014; 13:81.
36. Kuo H-K, Jones RN, Milberg WP, Tennstedt S, Talbot L, Morris JN, Lipsitz LA. Effect of blood pressure and diabetes mellitus on cognitive and physical functions in older adults: a longitudinal analysis of the advanced cognitive training for independent and vital elderly cohort. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53(7):1154-61.



## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Envelhecimento populacional, doenças crônicas e incapacidades**

A queda na taxa de fecundidade com redução proporcional do número de jovens associada com o aumento da expectativa de vida tem resultado no envelhecimento rápido e progressivo da população brasileira<sup>1</sup>.

Segundo a última Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios<sup>2</sup>, o Brasil é a quinta nação mais populosa do mundo com 24,8 milhões de idosos (12,6% da população total). Enquanto países desenvolvidos, como a França, demoraram mais de 100 anos para duplicar a população com 65 anos e mais, países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, enfrentará este crescimento em 20 anos<sup>3</sup>.

Este padrão de envelhecimento populacional repercute nas esferas social e econômica do País por aumentar as demandas por benefícios sociais, como aposentadorias e pensões, e alterar as relações intergeracionais e a composição familiar<sup>4</sup>.

Os gastos públicos com serviços de saúde também aumentam à medida que a população envelhece. Depois das crianças menores de um ano, o grupo etário que mais utiliza os serviços de internação no Sistema Único de Saúde é o de idosos; em Belém e Curitiba, por exemplo, 25% e 27% dos gastos totais com internações são destinados às pessoas com 60 anos ou mais<sup>5</sup>.

Piores condições socioeconômicas e pior percepção da saúde são fatores diretamente relacionados com o número de hospitalizações<sup>6</sup> e com o grau de dependência moderada e grave para as atividades diárias em idosos<sup>7,8</sup>. O envelhecimento causa declínio do metabolismo e das funções dos principais sistemas fisiológicos e a exposição aos fatores de risco ambientais (sedentarismo, tabagismo, ingestão excessiva de álcool, alimentação inadequada, estresse) eleva a carga de doenças crônicas e suas complicações, principalmente em idosos de baixa renda<sup>1,3</sup>.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, no grupo de países de média renda, no qual se enquadra o Brasil, doença isquêmica do coração, doença cerebrovascular e doença pulmonar obstrutiva crônica são as três principais causas de anos de vida perdidos em indivíduos com 60 anos ou mais

de idade<sup>3</sup>.

Fatores de risco cardiovascular, tais como, hipertensão arterial, obesidade, sedentarismo, dislipidemias, diabetes *mellitus* tipo 2, tabagismo e consumo de bebida alcoólica acometem os idosos desde a vida adulta<sup>9,10</sup> e os homens apresentam piores comportamentos de saúde (sedentarismo, tabagismo e ingestão de álcool) comparados às mulheres<sup>11</sup>.

Estima-se que 80% das mortes por doenças do aparelho circulatório em idosos são evitáveis<sup>12</sup>. Sedentarismo, tabagismo, hábitos alimentares inadequados e excesso de peso são os principais fatores ambientais passíveis de modificação e de controle por meio da promoção da saúde, prevenção e detecção precoce acompanhada de tratamento<sup>13,14</sup>.

Além da carga elevada de doenças crônicas, idosos são acometidos, com frequência, por algum grau de incapacidade funcional e/ou cognitiva que interfere negativamente na independência e autonomia deste grupo populacional. A presença de duas ou mais morbidades e incapacidade para quatro ou mais atividades da vida diária mostraram-se associadas a maiores taxas de mortalidade em idosos brasileiros<sup>15</sup>.

O comprometimento das habilidades para execução de atividades da vida diária aumenta sua dependência, o risco de quedas<sup>16</sup> e compromete a sua qualidade de vida global<sup>17</sup>, afetando negativamente o cotidiano do idoso. O comprometimento da visão e da audição, osteoartrite e doença isquêmica do coração são apontados como as principais causas de incapacidade em idosos de países de baixa e média renda<sup>3</sup>.

Em torno de 6% dos idosos brasileiros possui dependência extrema por apresentarem dificuldade para realizar pelo menos uma das três principais atividades básicas da vida diária (alimentar-se, tomar banho e ir ao banheiro)<sup>15</sup>. Estudo que avaliou a capacidade funcional por meio da Escala de *Katz* (atividades básicas da vida diária - ABVD) e da Escala de *Lawton* (atividades instrumentais da vida diária - AIVD) mostram que a necessidade de ajuda parcial ou total para, no mínimo, uma das atividades investigadas foi relatada por 26,8% dos idosos para ABVD e por 28,8% para AIVD<sup>18</sup>.

Estudos sobre os determinantes da incapacidade funcional mostram que a prevalência da mesma é maior entre os idosos mais velhos, no sexo feminino, nos estratos mais baixos de renda<sup>19-23</sup>, nas regiões Norte e Nordeste

do Brasil<sup>19</sup>, naqueles com nenhuma ou baixo grau de escolaridade<sup>24-26</sup> e que vivem sem companheiro<sup>27</sup>.

Além disso, excesso de peso<sup>28,29</sup>, hipertensão arterial, diabetes *mellitus*<sup>27,30,31</sup> e elevada carga de doenças crônicas<sup>25</sup> têm se mostrado como fatores independentes para incapacidade funcional, mas há controvérsias quanto a associação com diabetes *mellitus*<sup>31,32</sup>.

A literatura mostra que a saúde e qualidade de vida do idoso sofrem interferência de múltiplos domínios, principalmente do físico, havendo uma interação complexa entre doenças e incapacidades que pode resultar em um círculo vicioso que aumenta significativamente o risco de dependência total de cuidados e de mortalidade<sup>33</sup>.

## **2.2. Envelhecimento, antropometria e composição corporal**

Apesar de existirem evidências científicas bem estabelecidas entre adiposidade e doenças crônicas não-transmissíveis<sup>34</sup>, avaliar as mudanças da composição corporal ao longo da vida e estabelecer os limites fisiológicos destas mudanças em idosos é um desafio<sup>35</sup>.

A maioria dos homens e mulheres, ao longo da vida adulta até as fases iniciais do envelhecimento, apresenta ganho de peso devido ao aumento da gordura corporal<sup>36,37</sup>. A partir dos 65 anos observa-se perda importante de peso, tanto de massa muscular quanto de gordura corporal<sup>38</sup>, em graus variados conforme padrões étnicos e socioculturais de uma população<sup>39</sup>.

As alterações da composição corporal observadas com o aumento da idade são heterogêneas e caracterizam-se por redução da água corporal, da massa óssea, da massa muscular e/ou do tecido adiposo<sup>37,38</sup>. Especialmente a partir dos 65 anos, observa-se redução progressiva da estatura e das reservas corporais, particularmente de gordura subcutânea e de massa magra<sup>40-42</sup>.

A qualidade e intensidade das modificações da composição corporal em idosos variam conforme o nível de atividade física, o padrão alimentar, a prática ou não de tabagismo<sup>43</sup>, polifarmácia<sup>44</sup> e etnia<sup>37,38</sup>.

A redução de estatura comumente observada em idosos pode ser multicausal e relacionada a diferenças étnicas e socioeconômicas<sup>45</sup>, às condições de vida na infância<sup>46</sup> e às modificações posturais decorrentes de

degenerações dos discos intervertebrais e redução no movimento da lombar<sup>47</sup>.

Em relação ao IMC, a literatura é bastante conflitante quanto à modificação do mesmo durante o processo de envelhecimento. Hughes et al.<sup>40</sup>, por exemplo, em um estudo longitudinal de 10 anos, observaram declínio significativo do IMC, com o aumento da idade, apenas em mulheres idosas. Por outro lado, estudo transversal realizado por Santos e Sichieri<sup>48</sup>, nem homens nem mulheres apresentaram reduções significativas ao contrário de outros estudos transversais em que a redução foi significativa em ambos os sexos<sup>49,50</sup>.

Apesar do IMC ser considerado bom preditor das modificações da massa magra e, mais fortemente, da massa gorda; em idosos, seu uso e interpretação apresentam limitações<sup>51</sup> devido a interferência da redução da estatura e de modificações da composição corporal com o envelhecimento. A estabilidade ou pequenas reduções do peso e do IMC observadas com o aumento da idade podem ser mascaradas por redução da massa muscular e por alterações do tipo e distribuição da gordura corporal, com elevação da gordura visceral, inter e intramuscular e redução da gordura subcutânea<sup>41,52</sup>. Estes achados reforçam que o uso isolado do IMC é inapropriado sendo necessário associar outras medidas corporais capazes de identificar as diferentes reservas corporais em idosos.

As medidas mais utilizadas para complementar a avaliação antropométrica do idoso são o perímetro do braço, a prega cutânea tricipital, a área muscular do braço<sup>53,54</sup> e o perímetro da panturrilha<sup>55</sup>. Em idosos mais velhos estas medidas são menores quando comparados aos idosos mais jovens, mostrando redução das reservas de massa muscular e gordura corporal subcutânea com o aumento da idade<sup>48,50,56,57</sup>.

Esta modificação da composição corporal observada em idosos, caracterizada por redução de massa e/ou força muscular e aumento de gordura corporal, tem sido considerada uma síndrome geriátrica denominada na literatura como obesidade sarcopênica, com variação nos parâmetros utilizados para seu diagnóstico<sup>58,59</sup>.

No Brasil, ainda são escassos os estudos de base populacional sobre as modificações das medidas antropométricas em idosos com o avançar da idade<sup>60</sup> e pouco se sabe sobre quais seriam os limites aceitáveis destas modificações em idosos.

### 2.3. Antropometria, morbimortalidade e incapacidades em idosos

A antropometria é um método não invasivo, de baixo custo e o mais utilizado para avaliar os compartimentos corporais e suas mudanças com o avanço da idade<sup>61</sup>. Vários indicadores antropométricos têm sido propostos para identificar idosos em risco elevado de morbidades e mortalidade<sup>62-65</sup>. Além do IMC, o PC e a RCQ têm sido os indicadores mais estudados. Outros índices tais como, relação cintura-estatura<sup>66</sup> (RCE), relação cintura-panturrilha<sup>67</sup> (RCP), relação cintura-quadril-estatura<sup>68</sup> (RCQE), a *body shape index*<sup>69</sup> (ABSI), *body roundness index*<sup>70</sup> (BRI), índice de conicidade<sup>71</sup> (IC) e índice de adiposidade corporal<sup>72</sup> (IAC), também têm sido investigados predominantemente adultos e pouco se conhece sobre a acurácia dos mesmos em predizer risco cardiometabólico em idosos.

A relação entre IMC e mortalidade em idosos difere daquela encontrada em adultos e tem sido chamada de “paradoxo da obesidade” pelo fato do IMC nas faixas de 25-30 kg/m<sup>2</sup> e 30-35 kg/m<sup>2</sup> estar associado a menor mortalidade por todas as causas em idosos<sup>73,74</sup>.

Apesar da relação existente entre obesidade e menor mortalidade em idosos, estudos têm demonstrado que o excesso de adiposidade central é preditor de morbidade<sup>73</sup>, mortalidade<sup>73,75</sup> e incapacidade para as atividades da vida diária em idosos<sup>76</sup>. Assim, medidas como perímetro da cintura, relação cintura-quadril e relação cintura-estatura podem ser úteis na identificação de idosos sob risco, mas não há consenso sobre quais seriam os pontos de corte ideais destes parâmetros antropométricos para a população idosa.

Verifica-se na literatura variações quanto a propostas de pontos de corte de perímetro da cintura para idosos (de 90 a 102 cm para homens e de 79 a 95,6 cm para mulheres) e uma escassez de estudos envolvendo outros índices de adiposidade central<sup>73</sup>.

Publicações recentes têm proposto novos índices com a justificativa de serem superiores ao perímetro da cintura para predição do risco cardiometabólico em adultos e idosos. São índices que combinam o perímetro da cintura com outras medidas antropométricas com a finalidade de ajustá-lo em função da forma corporal do indivíduo e as proporções de suas reservas

corporais<sup>68-70</sup>.

O ABSI, por exemplo, é baseado no perímetro da cintura ajustado pela estatura e IMC. Um elevado valor de ABSI indica PC elevado em relação ao esperado para uma dada estatura e peso corporal, sendo uma medida que reflete maior concentração central de volume corporal, sugerindo mais gordura visceral<sup>69</sup>.

Já o BRI é um indicador da forma corporal capaz de prever gordura corporal total e visceral e pressupõe que para um mesmo IMC é possível obter três formas geométricas (Figura 1) dependendo do padrão de composição corporal equivalente a um indivíduo alto e magro ou musculoso ou com excesso de gordura corporal. A fórmula para sua estimativa leva em conta o conceito de ecentricidade, o qual quantifica o grau de circularidade de uma elipse (forma oval) e varia de zero (círculo perfeito) a 1 (linha vertical). Para avaliar melhor a magnitude da forma corporal obtida pelo índice os autores converteram esta faixa de valores para uma escala de 1 a 20, sendo que valores mais próximos de 1 correspondem aos indivíduos mais magros, enquanto valores maiores e mais próximos do limite superior correspondem aos indivíduos com maior circularidade, refletindo maior acúmulo de gordura corporal total e visceral<sup>70</sup>.

Por serem índices novos, existem poucos estudos sobre a capacidade preditiva dos mesmos para morbidades e mortalidade em idosos, mas que já mostram superioridade em relação ao perímetro da cintura, por exemplo, tanto em estudos transversais quanto longitudinais. Em diabéticos coreanos a relação cintura-panturrilha mostrou associação independente e positiva com aterosclerose na carótida, sendo superior ao perímetro da cintura isoladamente<sup>67</sup>. Já a RCQE foi capaz de prever doença cardiovascular (DCV) em idosos, com melhores resultados em mulheres eutróficas e em homens com sobrepeso/obesidade<sup>77</sup>.

Em um estudo transversal com adultos e idosos, o BRI foi capaz de prever DCV, mas não foi superior ao IMC e PC, enquanto o ABSI não foi um bom preditor<sup>78</sup>. Com relação ao ABSI, estudos de coorte com adultos mais velhos e idosos mostraram que o mesmo foi superior ao IMC e PC na predição de mortalidade por DCV<sup>79</sup> e por todas as causas<sup>80</sup>. Em uma amostra de europeus, com mediana de seguimento de 7,9 anos, o ABSI e a RCQE

demonstraram relação positiva e linear com mortalidade por todas as causas<sup>81</sup>.

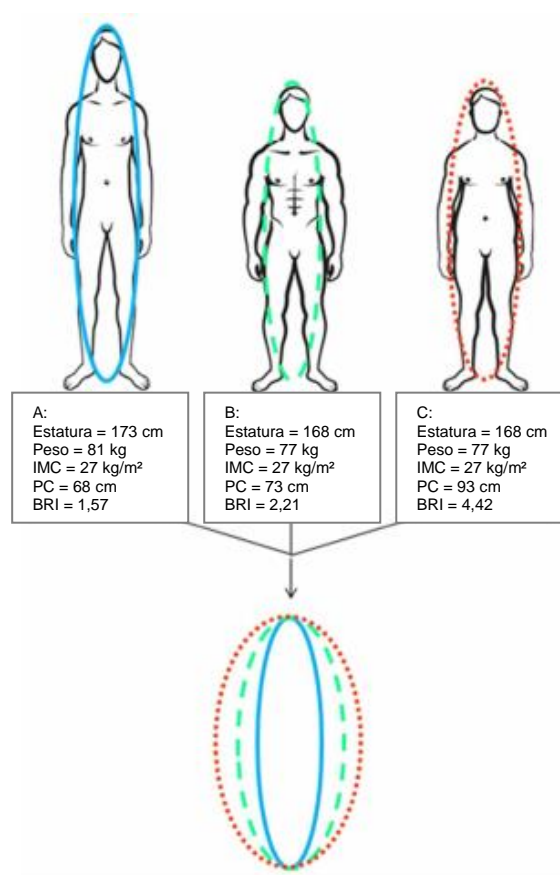


Figura 1 – Tipos corporais diferentes com índice de massa corporal idênticos propostos por Thomas et al.<sup>70</sup>.

Legenda: A: sujeito alto e magro; B: sujeito musculoso; C: sujeito com elevado percentual de gordura corporal; IMC: índice de massa corporal; PC: perímetro da cintura; BRI: *body roundness index*.

Em relação ao IAC, a maioria dos estudos avaliaram a capacidade do mesmo prever gordura corporal com acurácia e, até o momento os resultados demonstram que o IAC não é superior ao IMC para estimar a adiposidade corporal, especialmente nos extremos de adiposidade<sup>82-84</sup>. Em idosos, ainda há uma escassez de estudos e aqueles que investigaram a associação do IAC com fatores de risco cardiovascular não mostraram até o momento que o mesmo é um preditor superior ao IMC<sup>85-88</sup>.

Sobre o IC também existem poucos estudos publicados sobre sua capacidade preditiva para fatores de risco cardiovascular na população idosa. Em um estudo com 285 idosas, o IC não foi capaz de prever intolerância à glicose nem diabetes *mellitus* tipo 2 em mulheres idosas<sup>89</sup>. Outros estudos que avaliaram amostras muito heterogêneas quando à idade (adultos jovens até

idosos), mostraram que IC se associou com pressão arterial elevada<sup>90</sup> e foi o índice com melhor poder discriminatório para risco coronariano elevado<sup>91</sup>. Em contrapartida, um outro estudo<sup>92</sup> mostrou que o IC foi preditor de risco coronariano elevado apenas em mulheres, porém não superior a outros índices como IMC e RCE. Estes resultados divergentes e a escassez de estudos mostram a necessidade de maior investigação sobre o IC em idosos.

A morbimortalidade em idosos associa-se não só ao excesso de gordura visceral, mas também a massa muscular reduzida. Estudos mostram que idosos com reduções significativas do perímetro do braço e da panturrilha apresentam redução da força muscular e do desempenho físico, maior risco de quedas, aumento da fragilidade<sup>93,94</sup> e maior risco de mortalidade<sup>95</sup>.

A redução de massa muscular diminui a disponibilidade de tecido sensível à insulina<sup>96</sup> e com o aumento de gordura visceral a produção de citocinas pró-inflamatórias aumenta (fator de necrose tumoral alfa, interleucina 6, proteína C reativa e outras) promovendo resistência à insulina e efeitos catabólicos diretos no tecido muscular, reduzindo ainda mais essa reserva corporal<sup>97</sup>. Consequentemente ocorrem alterações metabólicas e doenças crônicas<sup>98</sup>, bem como, incapacidade funcional, aumentando assim o grau de dependência e fragilidade de idosos<sup>58,99</sup>.

A literatura demonstra que a avaliação antropométrica de idosos deve identificar tanto excesso de gordura corporal, especialmente gordura visceral, quanto massa muscular reduzida. No entanto, os indicadores com validade reconhecida, como o IMC, PC e RCQ, apresentam limitações nestas estimativas na população idosa, especialmente por não considerarem as diferenças de acordo com o sexo e faixa etária<sup>63,65</sup>.

Alguns referenciais antropométricos para idosos, como aqueles propostos por Frisancho<sup>53</sup> e Chumlea et al.<sup>54</sup>, foram estabelecidos a partir da distribuição em percentis das medidas de perímetro do braço e prega cutânea tricipital na população americana com recomendação dos percentis 5 e 95 como indicadores de redução ou excesso das reservas corporais, respectivamente. Porém, esses pontos de corte foram estabelecidos sem associação direta com morbidades e mortalidade, fato que torna sua validade questionável.

Outra medida recomendada na avaliação de idosos é o perímetro da



panturrilha por sua capacidade de predizer a reserva de massa muscular<sup>55</sup> e por sua associação inversa e independente com fragilidade<sup>94</sup>. A proposta do ponto de corte de 31 cm ou mais como indicativo de quantidade adequada de massa muscular, tanto para homens quanto mulheres<sup>100</sup>, é bastante difundida, mas há pouca informação sobre sua validade. Estudo recente considerou os percentis 25 e 75 da própria população, como limite inferior e superior para associação com capacidade funcional<sup>101</sup> e um outro estudo propôs os pontos de corte de perímetro da panturrilha maior que 34,8 cm para homens e maior que 32,5 cm para mulheres como adequados com a limitação de ter utilizado um método subjetivo da avaliação nutricional (mini-avaliação nutricional) como padrão-ouro<sup>57</sup>.

Apesar dos indicadores atualmente recomendados para avaliação antropométrica de idosos<sup>63,64</sup> não serem específicos por sexo e faixa etária, estudos que avaliam a associação entre medidas e índices antropométricos com risco de morbimortalidade mostram que os mesmos variam principalmente, segundo o sexo, idade e etnia<sup>81,102-104</sup>.

A proposição de pontos de corte tem como finalidade definir quais indivíduos teriam prioridade em ações e intervenções de saúde em nível populacional, já que, em nível individual é possível acompanhar com maior especificidade as mudanças das reservas corporais, bem como, complementar a avaliação antropométrica com parâmetros clínicos e bioquímicos. Para idosos observam-se limitações no diagnóstico nutricional por meio da antropometria, portanto, mais estudos nesta temática com este grupo populacional são necessários.

## **2.4. Considerações finais**

O levantamento bibliográfico realizado demonstrou que medidas e índices antropométricos são ferramentas de baixo custo e de fácil aplicação que podem ser úteis para identificar indivíduos com maior risco de incapacidades e morbidades, principalmente aquelas relacionadas a alterações cardiometabólicas. Entretanto, para que as mesmas se tornem aplicáveis na prática clínica e em estudos populacionais com idosos, ainda são necessários estudos capazes de mostrar quais indicadores antropométricos e respectivos

pontos de corte seriam mais apropriados para este fim.

## Referências

1. Saad PM. Envelhecimento populacional: demandas e possibilidades na área de saúde. *Demographicas* 2006; 3:153-66.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Síntese de indicadores 2012. 29p.
3. World Organization Health. Good health adds life to years. Global brief for World Health Day 2012. Geneva: World Health Organization; 2012. 26p.
4. Carneiro LAF, Campino ACC, Leite F, Rodrigues CG, dos Santos GMM, Silva ARA. Envelhecimento populacional e os desafios para o sistema de saúde brasileiro. São Paulo: Instituto de Estudos de Saúde Suplementar; 2013.
5. Berenstein CK, Wajnman S. Efeitos da estrutura etária nos gastos com internação no Sistema Único de Saúde: uma análise de decomposição para duas áreas metropolitanas brasileiras. *Cad. Saúde Pública* 2008; 24(10):2301-13.
6. Pagotto V, Silveira EA, Velasco WD. Perfil das hospitalizações e fatores associados em idosos usuários do SUS. *Ciênc. Saúde Coletiva* 2013; 18(10):3061-70.
7. Rosa TEC, Benício MHD, Latorre MRDO, Ramos IR. Fatores determinantes da capacidade funcional entre idosos. *Rev Saúde Pública* 2003; 37(1):40-8.
8. Gjonça E, Tabassum F, Breeze E. Socioeconomic differences in physical disability at older age. *J Epidemiol Community Health* 2009; 63:928-35.
9. World Health Organization. Epidemiology and prevention of cardiovascular disease in elderly people. Geneva: World Health Organization; 1995.
10. Ferreira CCC, Peixoto MRG, Barbosa MA, Silveira EA. Prevalência de fatores de risco cardiovascular em idosos usuários do Sistema Único de Saúde de Goiânia. *Arq Bras Cardiol* 2010; 95(5):621-28.
11. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de

Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção de Saúde. Vigitel Brasil 2012: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde; 2013.

12. Kanso S, Romero DE, Leite IC, Marques A. A evitabilidade de óbitos entre idosos em São Paulo, Brasil: análise das principais causas de morte. Cad. Saúde Pública 2013; 29(4):735-48.

13. Schmidt MI, Duncan BB, Azevedo e Silva G, Menezes AM, Monteiro CA, Barreto SM, Chor D, Menezes PR. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. Lancet. 2011; 377(9781):1949-61.

14. Veras R. Estratégias para o enfrentamento das doenças crônicas: um modelo em que todos ganham. Rev Bras Geriatr Gerontol. 2011; 14(4):779-86.

15. Lima-Costa MF, Matos DL, Camargos VP, Macinko J. Tendências em dez anos das condições de saúde de idosos brasileiros: evidências da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (1998, 2003, 2008). Ciên Saúde Coletiva. 2011; 16(9):3689-96.

16. Parahyba MI, Simões CCS. A prevalência de incapacidade funcional em idosos no Brasil. Ciên. Saúde Coletiva. 2006; 11(4):967-74.

16. Perracini MR, Ramos LR. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. Rev Saúde Pública. 2002; 36(6):709-16.

17. Ribeiro AP, Souza ER, Atie S, Souza AC, Schilithz AO. A influência das quedas na qualidade de vida de idosos. Ciên Saúde Coletiva. 2008; 13(4):1265-73.

18. Duca GF, Silva MC, Hallal PC. Incapacidade funcional para atividades básicas e instrumentais da vida diária em idosos. Rev Saúde Pública. 2009; 43(5):796-805.

20. Lima-Costa MF, Matos DL, Camarano AA. Evolução das desigualdades sociais em saúde entre idosos e adultos brasileiros: um estudo baseado na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD 1998, 2003). Ciên Saúde Coletiva. 2006; 11(4):941-50.

21. Parahyba MICA, Veras RP. Diferenciais sociodemográficos no declínio funcional em mobilidade física entre os idosos no Brasil. Ciên. Saúde Coletiva.

2008; 13(4):1257-64

22. Nunes MCR, Ribeiro RCL, Rosado LEFPL, Franceschini SC. Influência das características sociodemográficas e epidemiológicas na capacidade funcional de idosos residentes em Ubá, Minas Gerais. *Rev Bras Fisioter.* 2009; 13(5):376-82.

23. Nascimento CM. Estado nutricional e condições de saúde dos idosos residentes no município de Viçosa, MG. Dissertação [Mestrado em Ciência da Nutrição]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2010.

24. Maciel ACC, Guerra RO. Influência dos fatores biopsicossociais sobre a capacidade funcional de idosos residentes no nordeste do Brasil. *Rev Bras Epidemiol.* 2007; 10(2):178-89.

25. Santos KA, Koszuoski R, Dias-da-Costa JS, Pattussi MP. Fatores associados com a incapacidade funcional em idosos do Município de Guatambu, Santa Catarina, Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2007; 23(11):2781-8.

26. Fiedler MM, Peres KG. Capacidade funcional e fatores associados em idosos do Sul do Brasil: um estudo de base populacional. *Cad Saúde Pública.* 2008; 24(2):409-15.

27. Barbosa BR, Almeida, JM, Barbosa MR, Rossi-Barbosa LAR. Avaliação da capacidade funcional dos idosos e fatores associados à incapacidade. *Ciêns Saúde Coletiva.* 2014; 19(8):3317-25.

28. Armour BS, Courtney-Long E, Campbell VA, Wethington HR. Estimating disability prevalence among adults by body mass index: 2003–2009 National Health Interview Survey. *Prev Chronic Dis.* 2012; 9:120-36.

29. Danielewicz AL, Barbosa AR, Del Duca GF. Nutritional status, physical performance and functional capacity in an elderly population in southern Brazil. *Rev Assoc Med Bras.* 2014; 60(3):242-8.

30. Giacomini KC, Peixoto SV, Uchoa E, Lima-Costa, MF. Estudo de base populacional dos fatores associados à incapacidade funcional entre idosos na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Cad. Saúde Pública.* 2008; 24(6):1260-70.

31. Alves LC, Leite IC, Machado CJ. Fatores associados à incapacidade

funcional dos idosos no Brasil: análise multinível. *Rev Saúde Pública*. 2010; 44(3):1-11.

32. d'Orsi E, Xavier AJ, Ramos LR. Trabalho, suporte social e lazer protegem idosos da perda funcional: Estudo Epidoso. *Rev Saúde Pública*. 2011; 45(4):685-92.

33. Pereira RJ, Cotta RMM, Franceschini SCC, Ribeiro RCL, Sampaio RF, Priore SE, Cecon PR. Contribuição dos domínios físico, social, psicológico e ambiental para a qualidade de vida global de idosos. *Rev Psiquiatr RS*. 2006; 28(1):27-38.

34. World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: World Health Organization; 2009.

35. Cetin DC, Nasr G. Obesity in the elderly: more complicated than you think. *Cleve Clin J Med*. 2014; 81(1):51-61.

36. Guo SS, Zeller C, Chumlea WC, Siervogel RM. Aging, body composition, and lifestyle: the Fels Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr*. 1999; 70(3):405-11.

37. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Health percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72(3):694-701.

38. Chumlea WC, Guo SS, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Heymsfield SB, et al. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *Int J Obes*. 2002; 26(12):1596-609.

39. Wang J, Thornton JC, Kolesnik S, Pierson RN. Anthropometry in body composition: an overview. *Ann N Y Acad Sci*. 2000; 904:317-26.

40. Hughes VA, Roubenoff R, Wood M, Frontera WR, Evans WJ, Singh MAF. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *Am J Clin Nutr*. 2004; 80(2):475-82.

41. Kuk JL, Saunders TJ, Davidson LE, Ross R. Age-related changes in total and regional fat distribution. *Ageing Res Rev*. 2009; 8(4):339-48.

42. Gobbo LA, Dourado DAQS, Almeida MF, Duarte YAO, Lebrão ML, Marucci MFN. Massa muscular de idosos do município de São Paulo - Estudo SABE:

Saúde, Bem-estar e Envelhecimento. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2012; 14(1):1-10.

43. Dey DK, Rothenberg E, Sundh V, Bosaeus I, Steen B. Height and body weight in elderly adults: a 21-year population study on secular trends and related factors in 70-year-olds. J Gerontol. 2001; 56A(12):M780-4.

44. Jyrkkä J, Enlund H, Lavikainen P, Sulkava R, Hartikainen S. Association of polypharmacy with nutritional status, functional ability and cognitive capacity over a three-year period in an elderly population. Pharmacoepidemiol Drug Saf. 2011; 20(5):514-22.

45. Komlos J. The recent decline in the height of African-American women. Econ Hum Biol. 2010; 8(1):58-66.

46. Fernihough A, McGovernb ME. Physical stature decline and the health status of the elderly population in England. Econ Hum Biol. 2015; 16:30-44.

47. Twomey L, Taylor J. The lumbar spine: structure, function, age changes and physiotherapy. Aus J Physiother. 1994; 40(suppl):19-30.

48. Santos DM, Sichieri R. Índice de massa corporal e indicadores antropométricos de adiposidade em idosos. Rev Saúde Pública. 2005; 39(2):163-8.

49. Perissinotto E, Pisent C, Sergi G, Grigoletto F, Enzi G. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. Br J Nutr. 2002; 87(2):177-86.

50. Sánchez-García S, García-Peña C, Duque-López MX, Juárez-Cedillo T, Cortés-Núñez AR, Reyes-Beaman S. Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. BMC Public Health. 2007; 7(2):1-9.

51. Arngrímsson SA, McAuley E, Evans EM. Change in body mass index is a stronger predictor of change in fat mass than lean mass in elderly black and white women. Am J Hum Biol. 2009; 21(1):124-6.

52. Gallagher D, Ruts E, Visser M, Heshka S, Baumgartner RN, Wang J, et al. Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2000; 279(2):E366-75.

53. Frisancho AR. New standards of weight and body composition by frame

- size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. *Am J Clin Nutr.* 1984; 40(4):808-8.
54. Chumlea WA, Roche AF, Mukherjee D. Nutritional assessment of the elderly through anthropometry. Ross Laboratories: Columbus, Ohio. 1987.
55. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995.
56. Menezes TN, Marucci MFN. Perfil dos indicadores de gordura e massa muscular corporal dos idosos de Fortaleza, Ceará, Brasil. *Cad. Saúde Pública.* 2007; 23(12):2887-95.
57. Setiati S, Istanti R, Andayani R, Kuswardhani RA, Aryana IG, Putu ID, Apandi M, Ichwani J, Soewoto S, Dinda R, Mustika S. Cut-off of anthropometry measurement and nutritional status among elderly outpatient in Indonesia: Multi-centre Study. *Acta Med Indones.* 2010; 42(4):224-30.
58. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008; 11(6):693-700.
59. Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: A new category of obesity in the elderly. *Nutr Metabol Cardiovasc Dis* 2008; 18(5):388-95.
60. Almeida MF, Marucci MFN, Gobbo LA, Ferreira LS, Dourado DAQS, Duarte YAO, Lebrão ML. Anthropometric changes in the Brazilian cohort of older adults: SABE Survey (Health, Well-Being, and Aging). *J Obes.* 2013; 2013:ID 695496.
61. Hu FB. Measurements of adiposity and body composition. In: *Obesity Epidemiology.* Oxford University Press; 2008.
62. Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care.* 1994; 21(1):55-67.
63. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva: World Health Organization; 1998.
64. Organização Pan-Americana de Saúde. XXXVI Reunión del Comitê Asesor

de Investigaciones en Salud – Encuesta Multicêntrica – Salud Bienestar y Envejecimiento (SABE) en América Latina e el Caribe – Informe preliminar. 2001.

65. World Health Organization. Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO expert consultation. Geneva: World Health Organization; 2008.

66. Hsieh SD, Yoshinaga H. Abdominal fat distribution and coronary heart disease risk factors in men-waist/height ratio as a simple and useful predictor. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1995; 19(8):585-9.

67. Kim SK, Choi YJ, Huh BW, Kim CS, Park SW, Lee EJ, Cho YW, Huh KB. Ratio of waist-to-calf circumference and carotid atherosclerosis in Korean patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2011; 34(9):2067-71.

68. Carlsson AC, Risérus U, Engström G, Ärnlöv J, Melander O, Leander K, Gigante B, Hellénus ML, de Faire U. Novel and established anthropometric measures and the prediction of incident cardiovascular disease: a cohort study. *Int J Obes*. 2013; 37(12):1579-85.

69. Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS ONE*. 2012; 7(7):e39504.

70. Thomas DM, Bredlau C, Bosy-Westphal A, Mueller M, Shen W, Gallagher D, Maeda Y, McDougall A, Peterson CM, Ravussin E, Heymsfield SB. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity (Silver Spring)*. 2013; 21(11):2264-71.

71. Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. 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; 17(2):77-82.

72. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A better index of body adiposity. *Obes*. 2011; 19(5):1083-9.

73. Chang SH, Beason TS, Hunleth JM, Colditz GA. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. *Maturitas*. 2012; 72(3):175-91.

74. Beleigoli AM, Boersma E, Diniz MdFH, Lima-Costa MF, Ribeiro AL.



Overweight and class I obesity are associated with lower 10-year risk of mortality in Brazilian older adults: the Bambuí cohort study of ageing. *PLoS One*. 2012; 7(12):e52111.

75. Wannamethee SG, Shaper AG, Lennon L, Whincup PH. Decreased muscle mass and increased central adiposity are independently related to mortality in older men. *Am J Clin Nutr*. 2007; 86(5):1339-46.

76. Nam S, Kuo Y-F, Markides KS, Sniih SAI. Waist circumference, body mass index, and disability among older adults in Latin American and the Caribbean. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012; 55(2):e40-7.

77. Carlsson AC, Riserus U, Ärnlöv J, Borné Y, Leander K, Gigante B, Hellénus ML, Bottai M, de Faire U. Prediction of cardiovascular disease by abdominal obesity measures is dependent on body weight and sex - Results from two community based cohort studies. *Nutr Metabol Cardiovas Dis*. 2014; 24(8):891-9.

78. Maessen MFH, Eijsvogels TMH, Verheggen RJHM, Hopman MTE, Verbeek ALM, Vegt F. 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):e107212.

79. Dhana K, Ikram MA, Hofman A, Franco OH, Kavousi M. Anthropometric measures in cardiovascular disease prediction: comparison of laboratory-based versus non-laboratory-based model. *Heart*. 2015; 101(5):377-83.

80. Krakauer NY, Krakauer JC. Dynamic association of mortality hazard with body shape. *PLoS ONE*. 2014; 9(2):e88793.

81. Song X, Jousilahti P, Stehouwer CD, Söderberg S, Onat A, Laatikainen T, Yudkin JS, Dankner R, Morris R, Tuomilehto J, Qiao Q; DECODE Study Group.. Cardiovascular and all-cause mortality in relation to various anthropometric measures of obesity in Europeans. *Nutr Metabol Cardiovas Dis*. 2015; 25(3):295-304.

82. Freedman DS, Thornton JC, Pi-Sunyer FX, Heymsfield SB, Wang J, Pierson RN, Blanck HM, Gallagher D. The body adiposity index (hip circumference ÷ height<sup>1.5</sup>) is not a more accurate measure of adiposity than is bmi, waist circumference, or hip circumference. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;

20(12):2438-44.

83. Zhao D, Li Y, Zheng L, Yu K. Brief communication: Body mass index, body adiposity index, and percent body fat in Asians. *Am J Phys Anthropol*. 2013; 152(2):294-9.

84. Chang H, Simonsick EM, Ferrucci L, Cooper JA. 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*. 2014; 69(9):1069-75.

85. Melmer A, Lamina C, Tschoner A, Röss C, Kaser S, Laimer M, Sandhofer A, Paulweber B, Ebenbichler CF. Body adiposity index and other indexes of body composition in the SAPHIR study: Association with cardiovascular risk factors. *Obesity (Silver Spring)*. 2013; 21(4):775-81.

86. Leal Neto JS, Coqueiro RS, Freitas RS, Fernandes MH, Oliveira DS, Barbosa AR. Anthropometric indicators of obesity as screening tools for high blood pressure in the elderly. *Int J Nursing Practice*. 2013; 19(4):360-7.

87. Lara J, Siervo M, Bertoli S, Mathers JC, Battezzati A, Ferraris C, Tagliabue A. Accuracy of three novel predictive methods for measurements of fat mass in healthy older subjects. *Aging Clin Exp Res*. 2014; 26(3):319-25.

88. Djibo DA, Araneta MR, Kritz-Silverstein D, Barrett-Connor E, Wooten W. Body adiposity index as a risk factor for the metabolic syndrome in postmenopausal Caucasian, African American, and Filipina women. *Diabetes Metab Syndr*. 2015; 9(2):108-13.

89. Ferreira PCS, Tavares DMS, Rodrigues RAP. Características sociodemográficas, capacidade funcional e morbidades entre idosos com e sem declínio cognitivo. *Acta Paul Enferm*. 2011; 24(1):29-35.

90. Farzad S, Fatemeh A, Salehi M, Nojomi M. Association of waist circumference, body mass index and conicity index with cardiovascular risk factors in postmenopausal women. *Cardiovasc J Afr*. 2012; 23(8):442-5.

91. Almeida RT, Almeida MMG, Araújo TM. Obesidade abdominal e risco cardiovascular: desempenho de indicadores antropométricos em mulheres. *Arq Bras Cardiol*. 2009; 92(5):375-80.

92. Haun DR, Pitanga FJS, 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.

93. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, Garry PJ, Lindeman RD. Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico *Am. J. Epidemiol.* 1998; 147(8):755-63.

94. Landi F, Onder G, Russo A, Liperoti R, Tosato M, Martone AM, et al. Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. *Clin Nutr.* 2014; 33(3):539-44.

95. Wijnhoven HAH, van der Schueren MAEB, Heymans MW, de Vet HCW, Kruizenga HM, Twisk JW, et al. Low mid-upper arm circumference, calf circumference, and body mass index and mortality in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2010; 65A(10):1107-14.

96. Sakuma K, Yamaguchi A. Sarcopenic Obesity and Endocrinal Adaptation with Age. *Int J Endocrinol* 2013; article ID 204164.

97. Batsis JA, Buscemi S. Sarcopenia, Sarcopenic Obesity and Insulin Resistance. In: Croniger C. *Medical Complications of Type 2 Diabetes.* InTech Europe, 2011.

98. Atkins JL, Whincup PH, Morris RW, Lennon LT, Papacosta O, Wannamethee SG. Sarcopenic Obesity and Risk of Cardiovascular Disease and Mortality: A Population-Based Cohort Study of Older Men. *J Am Geriatr Soc* 2014; 62(2):253–60.

99. Roubenoff R. Sarcopenic obesity: the confluence of two epidemics. *Obes Res.* 2004; 12(6):887-8.

100. Vellas B, Garry PJ, Guigoz Y. Mini Nutritional Assessment (MNA): Research and practice in the elderly. *Nestlé Nutrition Workshop Series. Clinical & Performance Programme.* 1999; 1:3-12.

101. Santos KT, Santos Junior JCC, Rocha SV, Reis LA, Coqueiro RS, Fernandes MH. Indicadores antropométricos de estado nutricional como preditores de capacidade em idosos. *Rev Bras Med Esporte.* 2014; 20(3):181-5.

102. Woo J; Ho SC; Yu ALM, Sham A. Is waist circumference a useful measure

- in predicting health outcomes in the elderly? *Int J Obes.* 2002; 26(10):1349-55.
103. Gronniger JT. A Semiparametric Analysis of the Relationship of Body Mass Index to Mortality. *Am J Public Health.* 2006; 96(1):173-8.
104. Wong ES, Wang BC, Garrison LP, Alfonso-Cristancho R, Flum DR, Arterburn DE, Sullivan SD. Examining the BMI-mortality relationship using fractional polynomials. *BMC Med Res Methodol.* 2011; 11:175.